

Exposición del trabajo

SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS EN BOVINOS DE CARNE: METABOLISMO, EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL, DE LA CARNE Y SOBRE LA SALUD HUMANA.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento al Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, a los profesores que impartieron sus respectivos temas, en especial a los Dr. Enser, M. y Dr. Doreau, M. por facilitarme bibliografía y prestarme ayuda en forma desinteresada.

En cada texto que leo, en cada letra que escribo está presente toda mi familia, que a lo lejos y durante todo el camino que llevo recorrido, me ha ayudado día a día con la creación de mi perfil como profesional.

Mi agradecimiento eterno es para Paula, que es mi compañera fiel de este viaje que emprendimos juntos en busca de un futuro. Por siempre gracias.

RESUMEN

En la alimentación de los bovinos de carne los forrajes aportan una proporción muy importante de la dieta, siempre que las condiciones socioeconómicas, culturales, ambientales y políticas puedan hacer factible su uso como tal.

El cebo de rumiantes en muchos países, que no tienen las condiciones propicias para hacer uso del forraje; utilizan el pienso, este está formado por una serie de nutrientes que correctamente formulados bastaran para cumplir con las necesidades del animal y la obtención de las máximas performance productivas.

Para el acabado de los animales se utilizan piensos de concentración energética elevada. Con esta revisión se trata de enfocar hacia el posible uso de los lípidos en la suplementación de dietas para acabado de rumiantes (bovinos), tratando las consecuencias de su utilización sobre el metabolismo ruminal, sobre las performance del animal y además sobre las concentraciones relativas de los ácidos grasos en los productos, canal y carne.

El interés por aumentar el consumo de ácidos grasos insaturados, contenidos en la carne o en la leche se basa en las cualidades benéficas que estos poseen sobre la salud humana, y debido a que la carne y la leche son los pilares en la nutrición humana.

RESUME

Les fourrages occupent une proportion très importante dans les régimes des bovins de viande, lorsque les conditions socio-économiques, culturelles, environnementales sont favorables pour l'utilisation de cette ressource.

Dans beaucoup des pays où les conditions ne sont pas propices pour la culture et l'utilisation des fourrage, l'engraissement des ruminants se base essentiellement sur l'apport des concentrés et les aliemts composés. Ces derniers sont correctement formulés de telle manière, à satisfaire les besoins de l'animal et obtenir des meilleures performances productives.

Durant la période de finition des animaux, on utilise des aliments de concentration énérgétique élevée. Avec cette révision, l'incorporation des lipides dans les régimes des ruminants pendant la période de finition s'avère nécessaire. Cette suplémentation a des conséquences sur le métabolisme ruminal, sur les performances

animales, et sur la concentration des acides gras de la viande et de de la carcasse.

L'interêt d'augmenter la consommation des acides gras insaturés contenus dans la viande et le lait, se base sur les qualités bénéfiques pour la santé humaine, car ces derniers constituent les aliments stratégique dans la nutrition humaine.

SUMMARY

In the feeding of beef cattle, forages account for a very important proportion of the diet, whenever the socioeconomical, cultural, environmental and political conditions allow them to be used as such for fattening ruminants in many countries, that do not have favourable conditions to make use of the forage; they use feeds, these are made up by a series of nutrients that, formulated correctly will be enough to meet the requirements of the animal and obtaining the maximun productive performance. During the finishing period animals are fed with high energy concentration feeds. This review focuses on the possible use of lipids in the supplementation of diets for finishing of ruminants (beef cattle), dealing with the consequences of their use on the ruminal metabolism, on the animals performance and, in addition, on the relative concentrations of fatty acids in products; carcass and beef. The interest of increasing the consumption of unsaturated fatty acids, contained in the meat or milk is based on the beneficial qualities in which these have on human health, and because meat and milk are the pillars in human nutrition.

INDICE

• INTRODUCCIÓN.....	1
• LOS LÍPIDOS EN LA NUTRICION DE RUMIANTES.....	1
• CLASIFICACIÓN DE LAS GRASAS.....	2
3–A) Lípidos vegetales.....	3
A–1) Estructurales.....	3
A–2) Almacenamiento.....	3
4– METABOLISMO DE LÍPIDOS EN EL RÚMEN.....	4
4–A) Hidrólisis.....	4
4–B) Biohidrogenación.....	4
4–C) Síntesis de lípidos en el rúmen.....	6
5– SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS.....	7
6– EFECTO DE LA GRASA SUPLEMENTARIA.....	7
6–A) Efectos sobre la digestión de la fibra.....	7
6–B) Sobre el consumo.....	8
6–C) Sobre la síntesis de proteínas microbiana.....	9
6–D) Sobre la degradabilidad proteica y nivel de N–amoniacal.....	9

6-E) Sobre el ph.....	11
6-F) Sobre la concentración de ácidos grasos volátiles.....	11
6-G) Sobre el balance lípidico ruminal.....	13
6-H) Sobre la digestión de otros nutrientes.....	13
• EMPLEO DE GRASAS AÑADIDAS.....	17
• CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE, SU IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN.....	19
8-A) Características de la canal.....	19
8-B) Calidad de la carne.....	23
8-C) Calidad organoléptica de la carne.....	24
8-C-1) Color.....	24
8-C-2) Jugosidad y capacidad de retención de agua (CRA).....	25
8-C-3) Textura-dureza.....	26
8-C-4) olor y sabor.....	26
8-D) composición química de la carne: lípidos.....	27
• REVOLUCIÓN NUTRACEUTICA.....	31
9-A) Efectos de los PUFA.....	34
9-A-1) Sobre el colesterol plasmático.....	34
9-A-2) Sobre los lípidos sericos.....	34
9-A-3) Eficacia de los Pufa y otros.....	34
9-A-4) EPA y DHA.....	34
9-A-5) Balance entre n-6/n-3.....	34
9-B) Recomendaciones dietéticas.....	35
10- EFECTOS DE LOS LÍPIDOS DIETARIOS EN EL CONTENIDO DE CLA.....	36
11- CONSIDERACIONES.....	38
12- BIBLIOGRAFÍA	
13 ANEXOS	

1) INTRODUCCIÓN

En la producción de bovinos de carne el rúmen ha puesto una limitación para poder expresar el potencial genético alcanzado en producción, por consiguiente para favorecer esta expresión del potencial se ha recurrido a otros alimentos distintos de los forrajes para aumentar la densidad energética (Coppock et al.1991).

Un claro ejemplo lo son los concentrados, pero estos incluidos en altas proporciones causan alteraciones debido a la baja del ph por el gran aporte de hidratos de carbono (H. De C) de rápida disponibilidad, además sustituyen gran parte de la fibra de la ración, lo que entraña una menor rumiación y así menor producción de saliva (Lee et al. 1991).

Dentro de los elementos que aportan energía están las grasas, que a su vez son más concentradas energéticamente; en el pastoreo de forrajes los animales ingieren muy poca cantidad de grasa; la suplementación con grasas ha cobrado gran importancia especialmente en sistemas de alta producción (Clinquart et al. 1991).

Los principios de la suplementación con grasas se remontan a los años 1907 y 1944 en donde Keller primeramente y Lucas y Looslie siguiendo sus experiencias pudieron observar que aumentaba la producción láctea y que los animales suplementados estaban en mejor estado corporal (Ben Salem et al. 1993).

A partir de la década del 70, comenzó a trabajarse con mas énfasis en la suplementación con grasas, pero en vistas a otro objetivo: obtener productos animales con una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, ya que se postulaba una asociación entre una dieta saturada y problemas cardíacos (Williams, C. M. 2000).

2) LOS LIPIDOS EN LA NUTRICION DE RUMIANTES

Los más importante para comprender el papel de los lípidos en la nutrición de rumiantes consiste en que buena parte del material que es analizado típicamente como grasa en los piensos de los rumiantes es, de hecho, algo distinto a la grasa.

Esto significa que el extracto etéreo (E.E) contiene sustancias distintas de las grasas verdaderas. El E.E de los forrajes contiene típicamente menos del 50% de ácidos grasos, mientras que es algo mayor el contenido de ácidos grasos del E.E (65–80%) de los cereales. En las semillas de oleaginosas como las de algodón y soja, la fracción E.E esta constituida por ácidos grasos casi en su totalidad (90%) (**Tabla n°1**) (Lee et al. 1991).

Tabla n°1 Composición del Extracto Etéreo de las hojas de forraje

	% Materia seca (MS)	% Extracto etéreo
Extracto etéreo	5.3	100
Acidos grasos	2.3	43
Acidos no grasos		
Cera	0.9	17
Clorofila	0.23	4
Galactosa	0.41	8
Otras insaponificables.	1.0	19

Fuente Lee et al. (1991)

3) CLASIFICACION DE LAS GRASAS

La grasa de la dieta aparece de muchas formas distintas y la forma suele ser muy importante tanto para la utilización de la grasa como por su impacto sobre otros componentes de la ración.

La primera clasificación aparente de los ácidos grasos es por la LONGITUD de la cadena que puede oscilar desde C1 hasta C30. Los ácidos grasos de C1 a C6 se denominan comúnmente ácidos grasos volátiles y si aparecen (alimentos fermentados) suelen descubrirse en forma libre. Sobre la HIDROGENACIÓN, los ácidos grasos pueden ser saturados, monoinsaturados o poliinsaturados; tiene importancia tanto el número como la colocación de los dobles enlaces C=C en cada ácido graso.

Si aparecen dobles enlaces, los ácidos grasos pueden presentarse bajo la forma CIS o TRANS, se denominan ISOMEROS OPTICOS. La forma CIS prevalece en los lípidos de origen vegetales. Los ácidos grasos pueden aparecer libres o esterificados formando glicéridos, o sea forman ENLACES éster. Esto puede cambiar con la manipulación, almacenamiento y tratamiento del producto o ración que contiene grasa. Tenemos que tener presente la DISPONIBILIDAD; la grasa puede ser encapsulada en una estructura vegetal intacta tal como la membrana corporal oleosa en una semilla entera o bien puede fluir libremente como resultado de un tratamiento o de la incorporación como grasa libre a la ración (Buntig et al. 1992). También puede ser protegida físicamente de forma intencionada de la degradación microbiana en el rúmen mediante técnicas de tratamiento. Otra forma de protección ruminal consiste en proporcionar los ácidos grasos en forma de jabones o mediante la combinación de ácidos grasos libres y cationes bivalentes en el rúmen para formar jabones (Jenkins et al. 1984).

- *Lípidos vegetales*

A-1) Estructurales:

Las hojas de las plantas forrajeras contienen, del 3 al 5% aproximadamente (aprox.) de su sustancia seca en forma de lípidos; algunos formando componentes de las células de las hojas y otros tan solo superficiales.

Los lípidos predominantes en los tejidos vegetales son los fosfolípidos, similares a los descubiertos en las membranas de los animales; los glucolípidos y las clorofilas constituyen hasta el 40–50 y 20% de los lípidos de las membranas. Los ácidos grasos predominantes en los lípidos de las membranas vegetales incluyen los ácidos LINOLENICO (principal), PALMITICO, LINOLEICO, OLEICO y TRANS HEXADENOICO. Los lípidos superficiales contienen ácidos grasos de cadena C10 a C30 y las cutinas contienen elevada proporción de ácidos HIDROXI C18.

A-2) Almacenamiento:

La forma de la energía de almacenamiento influye sobre el tipo de lípidos que aparecen en la semillas. En las plantas que almacenan energía en forma de hidratos de carbono, tales como el maíz, los lípidos presentes serán predominantemente de naturaleza estructural (fosfolípidos y glucolípidos), (Scott et al. 1993). Sin embargo, en las plantas que almacenan reservas de energía en forma de lípidos, tales como las semillas de soja (**Tabla n°2**). Los lípidos se descubren principalmente bajo la forma de triglicéridos con unas pautas típicas de sus ácidos grasos que son únicos para semillas específicas, generalmente las semillas de oleaginosas contienen niveles altos de LINOLENICO, por ejemplo el aceite de semilla de linaza (Broudiscou et al. 1991).

Los ácidos grasos específicos también muestran preferencias por posiciones específicas en el triglicérido. En los aceites vegetales, los ácidos grasos saturados aparecen más frecuente en la posición 1, los ácidos grasos insaturados en la posición 2 y los ácidos grasos de cadena larga en las posiciones 1 y 3 del glicerol (Enser M. 2001). Aunque los ácidos grasos se almacenan como triglicéridos pueden sufrir tras su almacenamiento una hidrólisis y una fracción importante de la grasa que aparece en los piensos puede hallarse bajo la forma de ácidos grasos libres. La forma en que aparece la grasa junto con el nivel de grasa añadido son aspectos de vital importancia en la nutrición de rumiantes.

Tabla n°2 Composición en ácidos grasos de alimentos usados en raciones

Acido graso	Heno alfalfa	Gramíneas	Semilla Soja	Maíz grano
Mirístico C14:0	0.9	1.1	---	---
Palmitico C16:0	33.9	15.9	12.4	14.3
Palmitoleico c16:1	1.2	2.5	---	0.1
Estearico C18:0	3.8	2.0	3.7	1.9
Oleico C18:1	3.0	3.4	25.4	39.0
Linoleico C18:2	24.0	13.2	50.6	43.5
Linolenico C18:3	31.0	61.3	7.9	1.1
Total de ácidos grasos del E.E	40	57	90	65

Fuente Broudiscou et al. (1991)

4) METABOLISMO DE LÍPIDOS EN EL RÚMEN

A) Hidrólisis

Los microorganismos (Mo) del rúmen modifican rápida y ampliamente los lípidos de la dieta durante su permanencia en el rúmen, y en condiciones típicas poca grasa escapa del rúmen ileso (Elliott et al. 1994).

Estos Mo modifican los lípidos de varias formas, los ácidos grasos aparecen típicamente en forma esterificada, al menos en las dietas convencionales, y los Mo los hidrolizan rápidamente a ácidos grasos libres y glicerol u otros compuestos dependiendo de la naturaleza del lípido consumido.

Tras la lipólisis (hidrólisis) se produce la biohidrogenación, como esta depende de la presencia de un grupo carboxilo libre, la lipólisis es una primera etapa obligatoria en la modificación de los lípidos esterificados que aporta la dieta (**Figura N° 1**).

No todos los Mo son capaces de realizar la lipólisis, los protozoos carecen de actividad lipolítica. La fracción de Mo que realiza la lipólisis y la biohidrogenación son menos con dietas ricas en cereales, permitiendo así un mayor escape de lípidos intactos de la dieta (Towne et al. 1990). Aunque la lipólisis es rápida, la velocidad sigue siendo un factor limitante que sirve posiblemente para prevenir la formación de cantidades excesivas de ácidos grasos poliinsaturados que pueden inhibir la biohidrogenación (Ben Salem et al. 1993).

B) Biohidrogenación:

La gran disparidad existente entre la grasa dietética y la depositada en los tejidos de los rumiantes, pone fácilmente de manifiesto que los ácidos grasos de la dieta deben experimentar una modificación profunda.

La biohidrogenación tiene lugar en el rúmen y los Mo son los responsables de las mismas. Este proceso es el resultado de la adición de hidrógeno (H) a los ácidos grasos con dobles enlaces. Aunque la mayoría de los ácidos grasos insaturados son modificados mediante el metabolismo ruminal, la saturación no suele ser completa normalmente y pueden aparecer diversos ácidos grasos como resultado de esta hidrogenación incompleta (Carro et al. 1997).

Casi todos los ácidos grasos vegetales insaturados presentan la configuración CIS entre los átomos de carbono y como consecuencia, la grasa depositada en los rumiantes refleja la de la dieta y la mayoría de sus ácidos grasos presentan la forma CIS. Aunque los Mo producen una variedad de isómeros TRANS de los ácidos grasos así como también alteraciones en la longitud de la cadena, en la posición de los dobles enlaces, y

producción de ácidos grasos de cadena impar y de cadena ramificada, todos los cuales sirven para que la grasa que llega a intestino delgado de los rumiantes difiera notablemente de la grasa de la dieta.

Los ácidos grasos libres aparecen ligados ionicamente a la materia de las partículas (Klusmeyer et al. 1991). Cuando los animales consumen dietas ricas en cereales, las partículas contienen menos superficie, y además el líquido ruminal contiene menos Mo que realizan la biohidrogenación. No está claro si la reducción en la hidrogenación es un efecto directo o indirecto de la reducción de la materia particulada; sin embargo, tanto los ácidos grasos como los Mo se asocian con la materia particulada. La hidrogenación es un proceso con varias etapas, y se dispone de pruebas indicativas de que es improbable que cualquier especie única de Mo sea capaz de saturar completamente un ácido graso poliinsaturado (Doreau et al. 1994).

Los protozoos son muy activos en la hidrogenación y el grado de hidrogenación que produce suele ser mucho menos amplio cuando se suprimen o eliminan las poblaciones de protozoos. Así, cuando no existen protozoos o su número es limitado aparecen niveles superiores de ácidos grasos insaturados en sangre, leche y tejido adiposo. (**Tabla n° 3**).

Es probable que cambios de pH, intercambio, materia presente en forma de partícula, poblaciones bacterianas existentes y su predominancia relativa influyan sobre el grado de saturación que se produce; también se debe contemplar la fuente de grasa utilizada

Tabla n°3 Biohidrogenación de ácidos grasos insaturados en el rúmen (dietas conteniendo diferentes fuentes de lípidos)

	Megalac	Linaza	Aceite de pescado.	Linaza + Aceite
Biohidrogenación. %				
C18:1 n-9	75.7	74.7	67.2	65.0
C18:2 n-6	86.6	91.0	91.9	89.8
C18:3 n-3	88.8	94.8	90.9	93.7
Total C18	82.9	90.2	85.4	87.1
C20:5 n-3 EPA	----	----	92.4	89.8
C22:6 n-3 DHA	----	----	90.9	86.6

Fuente Scollan et al. (2001)

En el proceso de biohidrogenación de un ácido graso normal tal como el LINOLENICO, los productos finales son bastantes diversos con predominio de ácido ESTEARICO, y 11 TRANS OCTADENOICO. Mientras que es total la saturación del ACIDO LINOLEICO a ESTEARICO cuando se añaden en forma esterificada; pero cuando se añaden en forma de ácidos libres, la saturación suele ser incompleta dando como producto final el ACIDO 11 TRANS OCTADENOICO, indicando así la inhibición de la segunda etapa de la biohidrogenación, las cantidades excesivas de ACIDO LINOLEICO libre parecen ser las responsables de esta inhibición, y manifiesta el mecanismo mediante el cual los ácidos grasos poliinsaturados, especialmente en forma libre inhiben la función microbiana (**Cuadro N° 1 y 2**). También puede ser evitada la hidrogenación mediante el consumo de lípidos protegidos por una envoltura de caseína tratada con formaldehído u otros tratamientos (Wu et al. 1991 b). El consumo de dietas que limitan la función de los protozoos, o aquellas que aportan una cantidad limitada de materia particulada, favorecen así la inhibición de los Mo que realizan la hidrogenación. Además el consumo de grasas como el aceite de pescado que no son hidrolizadas totalmente, evita de una forma similar, la hidrogenación, ya que esta es posible con ácidos grasos no esterificados (Wachira et al. 2000).

- *Síntesis de lípidos en el rúmen:*

Además de modificar los ácidos grasos de la dieta, los Mo del rúmen sintetizan una amplia gama de ácidos grasos de cadena impar y de cadena ramificada. También modifican la longitud de la cadena de los ácidos grasos, tanto mediante alfa oxidación como beta oxidación.

La síntesis de los Mo es generalmente moderada, aunque es mayor cuando la dieta contiene pocos lípidos, y puede aumentar con el consumo de concentrados. Las bacterias y los protozoos del rúmen incorporan fácilmente ácidos grasos de la dieta a los lípidos celulares, y esto inhibe la síntesis de novo (Wu et al. 1991 a). Así el consumo de grasa con la dieta, y especialmente el de aceites como el de pescado, reducen la síntesis microbiana de ácidos grasos. Los Mo del rúmen no almacenan triglicéridos, y los ácidos grasos presentes son principalmente fosfolípidos de membranas y ácidos grasos libres.

5) SUPLEMENTACION CON LIPIDOS

En los sistemas de alimentación al incluir la suplementación con grasas, pueden presentarse dos tipos de efectos; los positivos por un lado y los negativos por el otro.

Los efectos benéficos de la suplementación con grasa están encabezados por la densidad energética de la grasa, esta es mayor en la grasa que en los ingredientes reemplazados (Chilliard, Y. 1993)

El otro efecto es un aumento en la eficacia de utilización de la energía, ya que la producción de ATP a partir de ácidos grasos de cadena larga es un 10% más eficiente que a partir de acetato, que es la fuente principal para la obtención de energía de los rumiantes (Doreau et al. 1991 b).

Además como otro efecto positivo, las grasas permiten reducir el nivel de H.de C de fácil fermentación, y así se estimula la mejor utilización de las fibras; también sobre la ración actúan disminuyendo la pulverulencia. Al suplementar con grasa, los Mo del rúmen son más eficientes en yATP ya que no gastan energía para la síntesis de novo lípidos microbianos, sino que directamente incorporan los ácidos grasos que se encuentran en el rúmen para su metabolismo (Coppock et al. 1991).

Como principales efectos negativos encontramos la disminución de la digestión de la fibra, la palatabilidad de las grasas añadidas y efectos tóxicos encontrados sobre los Mo. Ruminales, principalmente sobre los celulolíticos y metanogénicos (Jenkins T. C. 1993).

6)EFECTOS DE LA GRASA SUPLEMENTARIA

A) Efectos sobre la digestión de la fibra

El exceso de grasas disponibles a nivel ruminal (mayor a un 6%), es inhibitorio para la actividad de los Mo, particularmente los celulolíticos y metanogénicos (Doreau et al. 1991 b). En los años 54 Brooks pudo revertir la situación de inhibición añadiendo a la ración cationes metálicos (Doreau et al. 1994).

Los mecanismos por los que se observa una disminución de la digestión de la fibra incluyen el recubrimiento físico de la fibra con la grasa, la cual al formar una película hace inalcanzable a ésta por parte de los Mo. Se obstaculiza al adsorción Mo–fibra, también se observan efectos tóxicos, y efectos que modifican las membranas de los Mo por su efecto tensioactivo, también disminuye la disponibilidad de cationes al formarse con estos jabones (hightshoe et al. 1991).

Los ácidos grasos de cadena media de 12–14 átomos de carbono y los ácidos grasos poliinsaturados son más tóxicos que los ácidos grasos saturados (Wachira et al. 2000); cuando se añaden suplementos lipídicos a la ración en cantidades no excesivas, se pueden encontrar efectos positivos sobre la digestibilidad de la fibra (**Tabla n°4**) (Doreau et al. 1997).

Tabla n°4 Efecto del suplemento de aceite de pescado en la digestibilidad de la dieta.

Digestib.%	control	300 ml aceite	control	200 ml aceite	400 ml aceite
Materia org.	72.6	75.5	69.2	72.2	73.5
NDF	59.4	64.5	47.0	51.8	52.7
Propionico (mol %)	19.4	25.0	16.4	18.5	21.5

Fuente Doreau et al. (1997)

B) Sobre el consumo

Al aumentar la densidad energética de la dieta por el uso de la grasa, es esperable un mayor consumo de energía, siempre que se mantenga o no baje significativamente el consumo de MS (Coppock et al.1991).

Con la utilización de AG saturados a niveles de 0, 3, 6, 9 % de la dieta total, Jenkins, T. C. (1987) obtuvo una reducción lineal en el consumo, similar al comportamiento observado por Klusmeyer et al. (1991) utilizando un 6 % de AG saturados. Estos autores señalan la necesidad de investigar la palatabilidad versus los efectos post-ingestivos de los jabones.

Las aparentes inconsistencias entre los experimentos no son sorprendentes porque el impacto de la grasa dietaria sobre el consumo esta sin lugar a dudas influenciado por la fuente, procesamiento, y nivel de inclusión del suplemento (Jenkins, T. C. 1993).

Con respecto a la fuente, se ha visto una mayor depresión del consumo producida por aceites que por la equivalente cantidad de grasa contenida en semillas enteras (Smith et al. 1992)

En relación a los patrones de consumo por efecto de la grasa, Kitessa et al (2001), han observado que con la adición de esta, disminuía el tamaño y la duración de la ingesta, pero aumentaba el número de comidas diarias. Se ha sugerido al respecto, que los cambios pueden deberse a factores gustativos de la grasa o a la capacidad de los AG de cadena larga de disminuir la motilidad intestinal y así reducir la tasa de pasaje.

Es de suma importancia identificar la causa cuando se presenta la reducción del consumo, es decir si es debida a olores o gusto, caso en el cual el uso de raciones completas puede enmascararlos y mantener el consumo; o si se debe a efectos digestivos como los mencionados anteriormente sobre la tasa de pasaje, donde difícilmente sea posible alguna solución simple y práctica (Palmquist et al. 1993).

C) Sobre la síntesis de proteína microbiana

El efecto de la grasa sobre la síntesis proteica ruminal no es bien conocido, considerando las múltiples fuentes lipídicas utilizadas. La mayoría de los trabajos informan una mayor eficiencia de la síntesis (Jenkins et al. 1984; Klusmeyer et al. 1991), estos resultados corresponden tanto a resultados in vitro como in vivo, las fuentes usadas eran grasas inertes y grasas no protegidas; estos autores han postulado que estas últimas actuarían disminuyendo el número de protozoos aumentando así la eficiencia al eliminar un eslabón de la cadena trófica ruminal. Se ha demostrado que los microbios ruminales, son más afines a captar ácidos grasos preformados que a sintetizar novo ácidos grasos, por ello la incorporación exógena de ácidos grasos ahorraría ATP para poder utilizarlo en la síntesis de otros componentes celulares, lo que explicaría la mayor eficiencia de síntesis bacteriana (Bauchart et al.

1990). A pesar de la mayor eficiencia que se ha registrado con la adición de grasa, la disminución de la materia orgánica degradada en rúmen (MODR), por efecto del menor consumo, podría ser suficiente para reducir la síntesis total bacteriana (Doreau 1992).

D) Sobre la degradabilidad proteica y nivel de N-NH₃

En estudios realizados por diversos autores existen controversias en relación con la disminución de la degradabilidad proteica.

Cabe recordar que la concentración de amoniaco es la relación entre la degradabilidad del N dietario y el N reciclado que son las fuentes de entrada; y las salidas que son el N microbiano, la absorción de N y el flujo de N a través del orificio retículo omasal, todos relacionados al volumen del fluido ruminal (Doreau et al. 1995). Los autores que encontraron en sus estudios una disminución en la concentración de amoniaco, observaron que también se presentaba una reducción en la digestión de los carbohidratos estructurales (fibra). El nitrógeno reciclado no experimentaba ningún cambio con los lípidos suplementados.

Comparados con otros trabajos y en los cuales no se observo variaciones de la concentración de amoniaco, estos se basan en que la absorción del amoniaco se vera afectada por los cambios de ph y como tal estos trabajos muestran que tras la adición de lípidos a la dieta no hay cambios de ph.

Otros autores encontraron que el N-NH₃ en el líquido ruminal aumenta, y se basan en que aumenta la degradabilidad de las proteínas ya que en dietas suplementadas con lípidos el numero de protozoo disminuye. (Tabla n°5)

Tabla n°5 Efecto de la suplementación con grasa en la concentración de amonio en el liquido ruminal

DISMINUYE	NO VARIA	AUMENTA
Broudiscou et al. 1990	Weakley et al. 1990	Jenkins T. C. 1990
Jenkins & Fotouhi 1990	Doreau et al. 1991 a	Hightshoe et al. 1991
Weakley et al. 1990	Doreau et al 1991 b	Bunting et al. 1992
Doreau et al. 1991	Ohajuruka et al. 1991	Van Nevel et al 1993 b
Weisbjerg et al. 1992	Doreau et al. 1993	
Tice et al. 1993	Elliott et al. 1994	
Van Nevel et al. 1993 a		
Tesfa A. T. 1993		

Adaptado de Doreau et al. (1995)

El flujo de N amoniacal que llega al duodeno de dietas que fueron suplementadas con lípidos nos hacen posible la determinación del efecto total de los lípidos sobre el metabolismo nitrogenado en el rúmen (Doreau et al. 1995).

La eficiencia de síntesis de los microorganismos con la suplementación con lípidos aumenta en forma significativa con grasas saturadas o monoinsaturadas, pero no es significativa con grasas poliinsaturadas, aunque lo que más afecta es la cantidad de grasa suplementada, ya que cuando se supera el 6% de la dieta como lípidos totales, comienzan a aparecer disturbios y lo primero que se refleja es en una disminución de la degradabilidad proteica debido a una disminución de las bacterias celulolíticas (Doreau et al. 1997)

E) Sobre el ph

El suplemento con lípidos a las dietas usualmente no modifica el ph, aunque a veces parcialmente lo deprime, pero varios experimentos vieron un ligero aumento del ph, estas variaciones fueron por que los estudios realizados utilizaban diferentes cantidades y fuentes diversas de suplementos, sin poder ser relacionado siempre con un patrón de ácidos grasos volátiles determinado.

Las explicaciones de los autores a los mayores ph obtenidos son variados; así Doreau et al. (1991 a), dando ácidos grasos insaturados, obtuvieron un ph mas alto y más estable a través del tiempo y, aunque hubo un cambio de la fermentación con mayor proporción de ácido propiónico, la producción de ácidos grasos volátiles totales en mM fue menor.

En cambio en otros trabajos (Doreau et al. 1994) utilizando grasas cristalinas (inertes) y grasas desprotegidas, solo encontraron un ph y ácidos grasos volátiles totales significativamente mayores al suplementar con grasa a la hora cero del muestreo. También se han encontrado ph mayores a 7.0 con dietas ricas en grasa, siendo explicado por una ausencia en la depresión celulolítica (Wu et al. 1991 a). Por otro lado, Klusmeyer et al. (1991), al adicionar ácidos grasos de cadena larga más calcio a vacunos con dos niveles de forrajes, también obtuvieron un ph mayor por la adición de grasas, presumiéndose la interacción con el nivel de forraje. Este comportamiento fue atribuido por los autores al menor consumo de MS, almidón y menor MODR con el agregado de ácidos grasos de cadena larga más calcio; sin embargo Ohajuruka et al. (1991) con la utilización de dos niveles de ácidos grasos de cadena larga mas calcio y de grasa animal-vegetal no encontró variaciones del ph.

F) Sobre la concentración de ácidos grasos volátiles

Se ha demostrado que la relación acético/propiónico con la adición de grasa a las dietas para rumiantes baja (Zinn, R. A. 1989), principalmente cuando se proporcionan en forma de ácidos grasos insaturados no esterificados.

Palmquist et al. (1993); al suplementar novillos con grasa saturada y dos niveles de sustitución de esta por lecitina de soja, observo que la relación acético/propiónico, se redujo con respecto al control en todos los suplementos, pero en menor medida en aquellos que contenían lecitina. Otros autores cuando utilizaron leche como fuente de grasa no observaron cambios en las concentraciones de los ácidos grasos volátiles a pesar de que ésta está disponible a nivel ruminal (Doreau et al. 1991). Estos cambios ocurridos en el patrón fermentativo causado por los lípidos, se deben a efectos tóxicos selectivos sobre las bacterias que hacen cuestionar la no disponibilidad ruminal de algunas grasas inertes utilizadas. (Tabla n°6)

Tabla n°6 Efecto grasas suplementarias sobre la fermentación ruminal: concentración de ácidos grasos volátiles y ph

Suplementos	CANT	C2	C3	C2/C3	AGV T.	PH	REFER
Control	0	64.6	18.5	3.49	94.1	6.2	1
Sales Ca gs/día	680	65.2	18.0	3.62	91.2	6.2	1
Grasa cristalina	680	65.0	18.8	3.46	93.4	6.1	1
Grasa cristalina	910	64.6	20.3	3.18	92.8	6.2	1
Control	0	53.7	29.0	1.85	97.7	5.7	2
Res. Soja sap. %	3.5	53.4	31.1	1.72	102.6	6.0	2
Sebo %	3.5	52.2	32.5	1.6	100.8	5.6	2
Consumo							
Control	0.42	71.5	16.5	4.43	116.5	-----	3
Suple. 100% sat	0.89	65.6	19.9	3.38	104.0	-----	3
86% sat 14 % lec.	0.74	67.7	18.6	3.70	109.0	-----	3
72% sat. 28% lec.	0.71	67.2	18.4	3.70	116.2	-----	3
Valores tiempo 0	CANT	C2	C3	C2/C3	AGV T.	PH	REF
Control	0	69.4	14.9	4.65	67.4	7.0	4

Grasa no inerte	600	66.4	18.1	3.6	46.7	7.3	4
Grasa cristalina	600	67.1	17.6	3.81	47.7	7.3	4
Valores 8,30 hs							5
Control	0	66.7	15.5	4.3	69.0	7.1	5
Dieta láctea	33 MS	67.07	16.3	4.15	60.2	7.2	5

Refer.:* Jenkins et al. (1984); 2* Zinn, R A. (1989); 3* Palmquist et al (1993); 4* Doreau et al. (1994); 5* Doreau et al. (1991). Fuente Doreau et al. (1997)

G) Sobre el balance lipídico ruminal

Las condiciones de anaerobiosis del rúmen como lo demostraron Wu y Palmquist (1991 b), impiden la oxidación de los ácidos grasos, y a la capacidad de los microorganismos ruminales de poder sintetizar ácidos grasos de cadena larga; por lo consecuente es de esperar que el balance lipídico ruminal sea positivo. Klusmeyer et al. (1991), observaron que la recuperación promedio de todos sus tratamientos (de proteínas y grasas) fue del 114% con respecto a lo consumido, trabajando con vacas con cánulas duodenales y ruminales.

Estos resultados coinciden con los informados por Ohajuruka et al. (1991) in vivo; ya que Wu y Palmquist (1991) calcularon que se sintetizan 109 gr por día utilizando el consumo señalado por Ohajuruka et al. 1991 con dietas libres de grasa (16,5 Kg de MS), mientras que los resultados obtenidos in vivo producto de la determinación directa fue de 106 gr, lo que es bastante coincidente con el calculo de Wu y Palmquist (1991). Los autores antes citados han formulado varias posibles explicaciones al balance lipídico ruminal positivo, entre ellos tenemos: 1) síntesis de novo ácidos grasos; 2) incorporación de ácidos grasos dietarios a las células bacterianas y 4) ácidos grasos de cadena larga asociados con gotas lipídicas citoplasmáticas dentro de la célula bacteriana.

Aunque estos antecedente indican que el balance debería ser positivo, varios autores han encontrado balances negativos, lo cual sería esperable solo en los ácidos grasos de cadena larga donde se han obtenido desapariciones netas por sobre el 90% (Wu et al. 1991) por absorción, ya que la pared ruminal tiene capacidad para efectuar este procedimiento con los ácidos grasos de cadena corta o por alargamiento a ácidos grasos de cadena larga. Los ácidos grasos menores de C14 desaparecen en la misma medida in vitro (Wu et al.1991) que in vivo (Wu y Palmquist 1991) suponiéndose su elongacion a ácidos grasos de cadena larga.

También han encontrado balances negativos de los ácidos grasos de cadena larga, lo que los autores explicarían que se puede deber a: 1) absorción, 2) degradación a cadenas más cortas; 3) subestimación del flujo duodenal como ha sido sugerido por Chalupa et al. (1986); siendo la tercera causa la aparentemente responsable de las diferencias obtenidas.

H) Sobre la digestión de otros nutrientes

Se ha observado poca variación de la digestibilidad (D) de la materia orgánica (MO) y fibra bruta (FB) con dietas altas en grasas saturadas y a veces insaturadas cuando se provee un adecuado aporte de Ca (Bock et al. 1991). Sin embargo, al suplementar con ácidos grasos de cadena corta y media se ha observado que la DMO y la FB se deprimen (Jenkins et al. 1987). Por otra parte también se ha informado aumentos y ausencia de efectos sobre la digestibilidad. Cuando Wu et al. (1991) suplementaron con jabones de Ca una dieta de ensilaje de maíz y un concentrado rico en almidón, la DMO aumentaba. En tanto Wainman et al. (1987); Zinn, R. A. (1988); Kennelly, J. J. (1996) no observaron efectos al incluir grasa en la DMO y en la FB.

Cuando se estudio el efecto de la grasa suplementaria a nivel de la degradabilidad ruminal, Hightshoe et al. (1991) informaron que la degradabilidad aumentó al adicionar ácidos grasos de cadena larga mas calcio a dietas basadas en heno; la mayoría de los investigadores han señalado una disminución de la MODR (Jenkins,

T.C. (1993); Maeng et al. (1994); Carro et al. (1997) y de la degradabilidad de la energía bruta (Klusmeyer y Clark 1991). Sin embargo, no se modificó la D total en el tracto digestivo. (Wainman et al. 1987; Palmquist et al. 1993; Maeng et al. 1994), dejando entrever en estos resultados un posible cambio en el sitio de digestión hacia el tracto digestivo posterior sin relación aparente con la tasa de dilución o pasaje (Doreau et al. 1994), ya que ésta no se modificó por los tratamientos en los resultados de estos autores y si en el sitio de digestión.

El efecto de la grasa sobre el porcentaje del nitrógeno digerido también ha sido diverso en los resultados. Mientras algunos autores no encontraron mayor D en el tracto total (Grummer, R. R. 1988; Bauchart et al. 1990; Chilliard, Y. 1993), otros han informado un aumento de la D por efecto de las sales de Ca (Klusmeyer et al. 1991; Ohajuruka et al. 1991), utilizando ácidos grasos de cadena larga mas calcio y grasa animal-vegetal, como también reducciones en la D proteica en algunos trabajos (Jenkins et al. 1984). Además de los efectos sobre la D de la fibra y la proteína, se ha mencionado que la suplementación grasa disminuye la absorción del Mg y del Ca (Palmquist 1991) (**Tablas nº7, 8, 9, 10, 11, 12, 13**).

En una revisión realizada por Jouany et al. (2000), se estudiaron los diferentes aspectos de la alimentación y del metabolismo animal y sobre estos, como eran afectados por las diferentes fuentes y cantidades de grasa suplementaria.

Tabla nº7 Con respecto a la toma en gramos/día

	0%	4%	8%
Toma gs/día			
Mo	5.284	5.297	5.284
Almidon	2.089	2.222	2.012
ADF	625	598	636
Lipidos	64	257	429
N	124	122	125
EB Mcal/día	23.4	24.9	26.4

Fuente Doreau et al. (1997)

Tabla nº 8 Llegada al abomaso gramos/día

		0%	4%	8%
En Abomaso gs/día				
MO	2.161	2.431	2.670	
Almidón	200	215	193	
ADF	453	484	593	
Lípidos	166	326	481	
N no amoniacal	117	123	112	
N Mo	95.6	102.6	85.7	
N dietario	20.7	20.0	26.4	

Fuente Doreau et al. (1997)

Tabla nº9 con respecto a la digestion ruminal

	0%	4%	8%

Digestión ruminal %			
MO	59.1	54.1	49.5
Almidón	90.3	90.3	90.4
ADF	27.3	19.0	6.7
N dietario	83.2	83.5	78.9
Mo eficiencia	31.0	36.3	34.0
Prot. Eficiencia	0.94	1.01	0.90

Fuente Doreau et al. (1997)

Tabla n°10 Llegada al intestino delgado gramos/día

	0%	4%	8%
En intes. Del. Gs/día			
MO	1.077	1.096	1.241
Almidón	40.8	41.9	39.2
ADF	386	400	451
Lípidos	83.4	81.4	74.1
N	71.2	71.3	68.2

Fuente Doreau et al. (1997)

Tabla n°11 Con respecto a la digestión intestinal

	0%	4%	8%
Digestión intest. %			
MO	50.3	54.2	52.9
Almidón	77.3	80.6	78.7
ADF	13.7	16.5	23.0
Lípidos	83.4	81.4	74.1
N	71.2	71.3	68.2

Fuente Doreau et al. (1997)

Tabla n°12 Excreción fecal gramos/día

	0%	4%	8%
Excrec. Fecal gs/día			
MO	794	862	1.013
Almidon	13.2	14.6	17.1
ADF	341	352	399
N	26.6	28.5	30.1
EB Mcal/día	4.01	4.53	5.58

Fuente Doreau et al. (1997)

Tabla n°13 Digestión total

	0%	4%	8%
Digestión total %			
MO	85.0	83.7	80.8
Almidón	99.4	99.3	99.2
ADF	45.5	41.1	37.4
N	78.5	76.5	75.9
ED Mcal/Kg	3.43	3.60	3.68
ME Mcal/Kg	2.98	3.24	3.39

Fuente Doreau et al. (1997)

7) EMPLEO DE GRASAS AÑADIDAS

Son pequeñas las cantidades de grasa que aparecen en los forrajes y cereales básicos que forman las raciones consumidas normalmente. La grasa adicional se incorpora en forma de semillas de oleaginosas en los suplementos o como alguna forma de grasa añadida directamente por razones de manejo y/o nutritivas (Jenkins et al. 1989). Las características de la ración son un aspecto importante asociado con la adición de grasa; la grasa puede añadirse a las raciones para reducir el polvo, eliminar finos, mejorar las características de consistencia y de flujo, y como ayuda para algunos tratamientos como el granulado (Scott et al. 1993).

La adición de un 1–2% de grasa puede mejorar las características de la ración y de los gránulos al reducir la temperatura de la matriz granuladora; sin embargo, existen límites en la cantidad de grasa que se puede añadir a las raciones que dependen de razones tanto derivadas de la distribución del pienso como de la nutrición. Los piensos con más del 10% de grasa añadida resultan oleosos en climas cálidos, mientras que sus características de flujo son malas en climas fríos, determinando así limitaciones en la mayoría de los programas de alimentación (Elliott et al. 1997).

Estos problemas quedan esencialmente eliminados cuando la grasa es aportada bajo la forma de semillas de algodón o soja; sin embargo, el consumo de estas semillas enteras y sin tratar pueden introducir otros problemas tales como inhibidores de enzimas o compuestos tóxicos (Van Nevel et al. 1995). Según el nivel de inclusión y la naturaleza de la dieta, estos pueden o no ser problemas reales. El empleo de semillas de oleaginosas enteras va en aumento en las dietas para rumiantes, especialmente para animales altamente productores, y representan la primera oportunidad para aumentar el nivel de grasa añadida por encima del límite tradicional del 5% de la ración total (Broudiscou et al. 1994; Clary et al. 1993). El papel de los lípidos en la nutrición de rumiantes resulta más claro cuando se considera la gran cantidad de lípidos que se almacenan diariamente, los novillos en fase de acabado (hasta 1kg por día); esto lo consiguen los animales a pesar de que la dieta proporciona típicamente menos de la mitad de esta cantidad (Zinn, R. A. 1989).

Además, los rumiantes dependen estrechamente de metabolismos distintos de la glucosa para el metabolismo relacionado con los lípidos, porque los niveles de glucosa aportados por la dieta son muchos menores que en los no rumiantes (por el metabolismo de los H de C en el rúmen) (Klusmeyer et al. 1991).

Algunas formas de grasa son más convenientes que otras en relación con éstas características dependientes del manejo. La grasa instaurada puede servir como un sumidero de H, y unidos a un inhibidor del CH₄ pueden aumentar la eficacia del rumen; esto requiere el aporte de una grasa insaturada y sería preferible proporcionarla en forma de triglicérido para evitar su alteración mediante biohidrogenación (Smith et al. 1992).

Cuando se espera que la fibra sea degradada en el rúmen (caso de vacuno consumiendo forraje), la grasa debe ser aportada en forma que no reduzca la digestión de la fibra por los Mo; incluida en la forma apropiada, la grasa puede ser utilizada eficazmente para aumentar la densidad energética de la dieta y aumentar la energía total, y para reemplazar una parte de los H de C que fermentan con rápida facilidad en el rumen y que reducirían la digestión de la fibra mediante efectos asociativos negativos (Enser et al 1998). Cuando se desea alterar la composición de los ácidos grasos de los depósitos, la grasa debe ser incluida en la ración en una forma que escape a las modificaciones del rumen, aunque manteniendo su capacidad para ser degradada en el intestino y posteriormente ser absorbida, también debe considerarse cualquier impacto de la grasa añadida sobre la digestión y disponibilidad de los restantes nutrientes. Como interacciones corrientes puede incluirse la formación de complejos con los minerales y reducción en los niveles disponibles de los minerales críticos tanto para los Mo como para el animal (Scollan et al. 2001)

8) CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE, SU IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN

El principal objetivo de todo sistema productivo es la obtención de un producto.

Uno de los productos en la producción animal es la carne; ésta ocupa un lugar importante ya que además de ser un producto muy heterogéneo constituido por músculo, tejido adiposo y anexos, es una fuente nutritiva muy completa con proteínas de alto valor biológico, ácidos grasos esenciales, hierro y vitamina B12 (Colmenero Gimenez, F. 2001).

A lo largo de la historia, la calidad como objetivo de mercado ha sufrido cambios importantes; el concepto calidad suele confundir probablemente debido al abuso de su utilización como argumento de venta. Según Kalm et al. (1990) el concepto de calidad incluye una serie de factores que de un consumidor a otro y a lo largo del tiempo, varían en su significado. Calidad es la totalidad de las propiedades de un producto desde el punto de vista del consumidor, sin tener en cuenta si estas características se pueden medir o si solo se trata de una apreciación subjetiva e indeterminada del mismo.

Para el productor la calidad supone fijar una serie de parámetros a los que debe ajustarse el producto. El control de la calidad durante el proceso productivo consiste en verificar que se cumplan los estándares previamente fijados al diseñar el producto.

Cuando nos referimos a la calidad de un alimento como es la carne, se diferencia en primer lugar su uso básico, que se transcribe esencialmente en el valor biológico, nutritivo y sanitario.

Un aspecto importante al considerar la calidad es la adaptación del alimento al mercado; el consumidor de carne se fija algunos aspectos de calidad y también de precio; el carnicero, además de la calidad de carne que le exige el consumidor, da importancia a la cantidad de carne de la canal (Sañudo, C. 1998).

Las diferencias culturales, sociales y económicas del consumidor crean una amplia demanda para la diversidad de productos y subproductos de las industrias ganaderas y cárnicas. La existencia de una serie de diferentes intereses poco conjugables en la práctica, hace imposible una definición acerca de calidad que sea posible de ser usada en todos los niveles de producción.

La calidad de la canal es el conjunto de características cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación y la obtención de un mejor precio frente al consumidor.

A) Características de la canal

La canal es la unidad comercialmente de mayor importancia en el mundo de la carne y es la que determina el valor de un animal al ser enviado al matadero.

En términos generales se entiende por canal bovina, al cuerpo del animal sacrificado, eviscerado, sin piel cabeza y patas (Steen, R. W. J. 1993).

El peso de la canal es una característica que se mide objetivamente, y es un valioso indicador de la cantidad de grasa y músculo de la canal, por lo tanto es un factor definitivamente importante en la estimación de la composición de la misma (Martin, et al. 1993). De los criterios de calidad, el peso es el que mejor se puede modificar por los gustos del mercado (Sañudo, C. 1998).

Un aumento de peso, se refleja por un incremento superior de los espesores musculares y acúmulos adiposos.

El rendimiento de la canal es el resultado obtenido del cociente entre peso de la misma y el peso del animal vivo. Este rendimiento es afectado por el peso vivo, contenido del tracto digestivo y también el contenido de grasa. Sobre el contenido del tracto digestivo, las dietas altamente concentradas en energía, como las utilizadas con grasas suplementadas, oscilan entre un 10–12 %, en contraposición las dietas a base de forrajes voluminosos de bajas densidades energéticas resultan de 18–20 % del peso vivo.

Si se faenan animales a la misma edad cronológica, los animales alimentados y suplementados con grasas, obtendrán canales con mayores porcentajes de grasas, las cuáles tendrán un menor rendimiento porcentual de carne confrontados con las canales de los animales no suplementados (Sainz y Torre 1993).

La conformación, evaluada subjetivamente, es una característica que pretende medir la cantidad de carne de una canal, especialmente en las partes más selectas, es función del desarrollo muscular y de los depósitos de grasas acumulados en el exterior y entre los músculos (Kemp et al. 1991). Será pues, la conformación una consecuencia de la proporción de sus diferentes tejidos y de la distribución de sus distintas regiones anatómicas. Así, la comisión de estudio sobre Producción Bovina de la EAAP, definió en 1974 la conformación como: el espesor de carne y de la grasa subcutánea con relación a las dimensiones del esqueleto (Sañudo, C. 1998).

Scollan et al (2001), utilizando diferentes fuentes de suplementación lipídica, como aceite de pescado y semilla de linaza (**Tabla n°14**), pudo observar que la conformación de la carcasa fue más alta para la suplementación con aceite de pescado en comparación con el control de tratamiento y con la linaza; pero no se encontró diferencias en la grasa de cobertura (subcutánea).

Tabla n°14 Performance animal y clasificación de las carcasas en novillos Charolais alimentados con dietas conteniendo diferentes fuentes lipídicas

	Control	Linaza	Aceite de pesc	Lin. + aceite	Valor P
MS silo Kg/día	5.43	5.43	5.12	5.37	NS
MS conc. Kg/día	3.61	3.62	3.46	3.60	NS
GDP Kg/día	1.29	1.25	1.38	1.36	NS
Peso canal Kg/día	333.1	330.1	334.4	337.3	NS
Conformación.	91.3	83.8	105.6	105.6	*
Grasa ext.	84.4	79.7	85.3	81.6	NS

*p<0.05 NS: No Significativo

Fuente Scollan et al. 2001

Otra característica de sumo valor en la calidad de la canal es la composición física de la misma; la composición de la canal debería ser un criterio de calidad más importante ya que es la cualidad que más puede influir en su precio, en función de posibles diferencias o excesos en la cantidad de grasa y por sus relaciones

directas con la calidad de la carne (**Tabla n°15**) (Sañudo, C. 1998). La composición de la canal es variable, el crecimiento alométrico de los tejidos que la componen es 0.85 para el hueso, 1,0 para el músculo y 1,5 para la grasa.

Por consiguiente la grasa es el componente físico de la canal que presenta mayor variabilidad en el aspecto cuantitativo y cualitativo, y es la que condiciona la proporción relativa de los otros componentes dentro de la canal.

Tabla n°15 Variabilidad de la composición tisular de las canales de vacuno

	LIMITES	MEDIA
% de musculo	56–77%	68%
% de grasa	5–22%	11%
% de hueso	14–18%	16%
% de tendones, vasos, etc.	4–7%	5%

Fuente Sañudo C. (1998)

Es así que el estado de engrasamiento es una característica esencial ya que entre canales de peso semejante, ejerce una notable influencia en la cantidad de carne vendible; es una de las causas que más variaciones producen en el valor comercial de la canal (St John et al. 1987).

La tendencia actual es producir canales más magras, pero con un óptimo estado de engrasamiento, particularmente un ligero grado de tejido de cobertura que permita una buena presentación, conservación y que de protección a las diferentes piezas (Gigli et al. 1993).

El espesor de grasa dorsal es la característica con efectos mayores sobre el rendimiento en carne.

Según algunos estudios (Delfa, R. 1994) a medida que aumenta el espesor de grasa, el rendimiento de carne magra disminuye. La grasa intramuscular es la encargada de conferirle al músculo sus propiedades de sapidéz y aroma, su cantidad por ende esta asociada al grado de engrasamiento de la canal.

La composición de los ácidos grasos de la grasa varía notablemente según su localización anatómica (**Tabla n° 16**), tal es así que el grado de insaturación de los depósitos grasos es mayor a medida que esta más distante de la superficie del cuerpo. La grasa subcutánea es más insaturada que la intramuscular, que la intermuscular y la pélvico renal. (Enser, M. 2001).

El tipo de alimentación usada en el celo de terneros depende en gran parte de las condiciones climáticas del sistema de producción, del precio, de las materias primas, de su disponibilidad y de la calidad del producto que se quiere obtener. En la UE la utilización de cereales y suplementos con grasas ha ido en aumento, siendo en España muy frecuente su uso (Mamaqi, E. N. 1996)

En la calidad de la canal, en especial en su composición tisular, la alimentación influye dependiendo principalmente, de la densidad energética de la ración y de la calidad y tipo de las materias primas utilizadas (Sañudo, C. 1998).

Huerta–Leidenz et al (1991) señalan que el rendimiento de la canal se reduce de 0.4 a 0.6 puntos y la nota de conformación de 0.3 a 0.5 puntos por cada 100 g de pérdida de ganancia diaria, motivada por la reducción de la energía de la ración (5 % aprox), y consiguientemente el engrasamiento, más que por modificaciones del volumen muscular. Además hallaron diferencias debido a las materias primas utilizadas, ya que estas diferían en la cantidad y calidad de nutrientes energéticos que pueden pasar a disposición del músculo para la

proteogénesis (acetato, cuerpos cetónicos, ácidos grasos de cadena larga, triglicéridos, glucosa, aminoácidos) y a su equilibrio.

Tabla n° 16 Composición en ácidos grasos de los lípidos neutros de diferentes regiones corporales.

ACIDO GRASO	TEJ. SUBCUTANEO	TEJ. PERIRRENAL
14:0	3.28	3.68
9-14:1	0.86	0.31
15:0	0.70	0.64
ISO 15:0	0.12	0.17
ANTEISO 15:0	0.13	0.23
16:0	25.99	26.66
ISO 16:0	0.11	0.16
9-16:1	3.30	1.34
17:0	1.99	2.09
ANTEISO 17:0	0.47	0.52
9-17:1	1.46	0.66
18:0	12.50	24.71
TRANS 18:1	2.71	3.47
9-18:1	40.15	30.56
11-18:0	1.62	1.02
9,12-18:2	1.79	1.74
9,12,15-18:3	0.14	0.16
ANTEISO 19:0	0.44	0.13
20:0	0.24	0.17
11-20:0	0.18	0.11

Fuente Enser, M. (2001)

B) Calidad de la carne

La carne como alimento ha experimentado un consumo negativo en los últimos años. Ello ha sido debido a factores muy diversos como son el incremento del precio de venta del producto, disminución del tiempo dedicado a la cocina, fraudes en la cría y engorde del ganado y a cambios en los hábitos alimenticios de los consumidores. Por otra parte es un producto con mucha competencia interna: diferentes especies, tipos de productos, razas, regiones de procedencia, marcas, etc: Pero sobre todo la competencia le llega de otros alimentos como los lácteos, vegetales, cereales secos o algunos productos cárnicos que continuamente ponen de manifiesto su excelencia en contra de la carne.

En el vacuno de carne, el reto de recuperar el prestigio y la confianza del consumidor es básico y en este reto la apuesta por la calidad es fundamental. Esta calidad puede y debe ser planteada bajo múltiples puntos de vista: el del producto (canal, carne, grasa), el del eslabón de la cadena considerado (ganadero, comerciante, consumidor), el de los aspectos de calidad que se analicen (sensorial, bromatológico, sanitario); etc. (Sañudo, C. 1998)

C) Calidad organoléptica de la carne

El hombre, conciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo a la sensación que experimenta al observarlo y/o ingerirlo, evaluando la calidad sensorial del alimento. Las propiedades sensoriales son las características de un alimento que se perciben por los sentidos, interviniendo en mayor o menor medida todos ellos (Sañudo, C. 1998). Siendo el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre, la calidad sensorial se puede definir como la sensación humana provocada por determinados estímulos procedentes del alimento (Santolaria, P. 1993).

Las características organolépticas más importantes de la carne son:

*color

*jugosidad–capacidad de retención de agua(CRA)

*textura y dureza

*olor y sabor

El color, la CRA y parte del olor son propiedades organolépticas de la carne que pueden detectarse antes como después de la cocción y que, por lo tanto, producen al consumidor una sensación más prolongada que la jugosidad, textura, dureza, sabor y mayor parte del olor, detectados únicamente durante la masticación.

C–1) Color

El color ha cobrado mucha importancia en los últimos años, desde el punto de vista de aspecto externo de una carne, el color es probablemente la característica más importante y variable. Para el consumidor es el criterio en el que se basa prioritariamente su elección en el momento de la compra. La intensidad del color de la carne fresca refleja además su estado químico y la luminosidad o estado físico de la carne, dependiente a su vez del pH final, de la velocidad de descenso del pH y la estructura de las proteínas (Albertí et al. 1991)

La carne de vacuno puede variar de color desde un rosa claro a un rojo oscuro, estando la tonalidad influenciada por diversos factores, la alimentación es uno de ellos y de gran importancia. Según Bidner et al. (1986) dietas conteniendo gran proporción de forrajes le confieren a la carne una tonalidad más oscura, pero cuando se suplementaba con concentrados y con adición de grasa la dieta la tonalidad de la carne de estos animales era más clara y con mayor proporción de grasa intramuscular. Sin embargo Alberti et al. (1991 y 1992) en dos estudios no encontraron diferencias en el color de la carne con dietas suplementadas y sin suplementar. En España el rango de valores de claridad en el color de la carne de la categoría de bovinos más comercializados oscila aproximadamente entre 37 y 42 siendo todos ellos colores muy claros (Albertí et al. 1993).

C–2) Jugosidad y capacidad de retención de agua (CRA)

La jugosidad se define como la cantidad de líquido desprendido por la carne al ser masticado, y se la considera como una de las características más importantes de la carne después de la ternura (Smuelders et al. 1990). La jugosidad de la carne puede desglosarse en dos componentes: la sensación de humedad que produce al iniciarse la masticación por la rápida liberación del jugo y la sensación de jugosidad sentida causada por la lenta liberación del suero y por efecto estimulante de la grasa sobre el flujo salivar, por lo que esta sensación tendría que ver conjuntamente con el tejido adiposo, en cantidad y calidad, y con la capacidad de retención de agua (Boccard et al. 1986).

La carne de buena calidad es más jugosa que la de mala calidad, debido a que la primera contienen más grasa intramuscular. Una carne sin grasa, aunque al principio dará la impresión de jugosa, posteriormente resultará difícil de masticar (Bailey et al. 1989).

Con respecto a la CRA, es una propiedad de indudable importancia, ya que afecta a la apariencia externa de la carne, a la pérdida de agua durante su preparación culinaria y a la impresión de jugosidad que se percibe al consumirla; según Sañudo, C. (1992) definir a la CRA como un parámetro físico químico como la capacidad de la carne para retener agua que ella misma contiene durante la aplicación de fuerzas externas tales como cortes, calentamiento, trituración, y prensado, tendría especial interés durante su conservación, fileteado, cocinado y transformación. Así los músculos que poseen un elevado contenido en grasa suelen tener una mayor CRA. Es posible que la grasa intramuscular afloje la microestructura, permitiendo de esta forma la retención de una mayor cantidad de agua (Hedrick et al 1983).

Diversos estudios han indicado diferencias de jugosidad debido al nivel de la alimentación o al tipo de dieta. Siendo una característica afectada por el nivel de engrasamiento, se ha visto que la carne de animales que han consumido dietas ricas en energía, es más jugosa que los criados a pasto (Hedrick et al. 1983; Hironaka 1992). También Albertí et. al (1993) observaron que la carne de los terneros que recibieron una dieta de paja tratada y acabado a pienso fue significativamente más jugosa que la de los terneros que solo recibieron paja tratada, además se verificaba en el estado de grasa intramuscular de ambos tipos de carne. Johnson et al. (1988) compararon carne de novillos alimentados con silo de maíz con la carne de novillos alimentados con silo de hierba, observaron que el contenido de grasa en la carne de los primeros fueron más alto y las pérdidas por cocción eran más bajas.

C-3) Textura y dureza

La textura es un conjunto de sensaciones distintas, de ellas la dureza terneza es la más importante ya que la carne cocinada explicaría 2/3 de las variaciones de la textura; la terneza es un indicador de facilidad de masticación de la carne (Smuelders et al.1990)

Como característica de la carne la terneza se debe medir por medio de un panel de degustadores adiestrados que pueden distinguir los diversos grados de terneza, jugosidad y sabor. Las mediciones subjetivas son difíciles y de alta variabilidad, pero como alternativa existen métodos instrumentales que pretenden medir la fuerza necesaria para cortar o rasgar un pedazo de carne (Kemp et al. 1991).

La nutrición influye sobre la terneza de la carne en menor medida que otros factores, como la edad o al tipo genético del animal. El aumento del nivel energético conduce a una mejora de la terneza de la carne y que podría estar relacionada con el estado de engrasamiento (Johnson et al. 1998), estudiando las características de la canal y la palatabilidad de la carne de terneros cebados en diferentes sistemas de manejo, observaron que la mayor terneza muscular se asocia a las diferencias en el estado de engrasamiento.

C-4) Olor y sabor

El olor y el sabor de los alimentos son importantes tanto desde el punto de vista organoléptico como del fisiológico, ya que si son agradables estimulan la secreción de jugos digestivos. Son las características más difíciles de definir objetivamente; ambas características son difícilmente separables. Las respuestas al olor se producen en las células olfatorias de la mucosa nasal y son transmitidas por los nervios olfatorios al cerebro, donde tiene lugar su interpretación. En el hombre adulto la respuesta al sabor se produce en las células especializadas de la lengua, paladar blando y parte superior de la faringe; la interpretación de la sensación también se realiza en el cerebro (Cabrero Poveda 1991 b).

Todas las impresiones olfativas y gustativas, en conjunto, provocados en el momento de consumo de un alimento son incluidos en el término de FLAVOR. El flavor se influye mutuamente con las demás características organolépticas, especialmente con la jugosidad y la textura-dureza, determinando al final entre todos ellos la aceptabilidad sensorial. Los principales precursores que permiten percibir el flavor serían: compuestos nitrogenados no proteicos, ácidos nucleicos, compuestos ácidos, glucidos, sust. complejas y ácidos grasos. Los precursores del flavor de la carne magra son hidrosolubles, la fracción proteica apenas

influye en los aromas cárnicos. De forma general se admite que componentes hidrosolubles de la carne son los responsables de su sabor y olor básico, mientras que los específicos vienen determinados por la grasa y los componentes liposolubles. La diferencias en el contenido de grasa intramuscular de la carne se refleja según Cabrero Poveda (1991 b) en la diferencia observada en los componentes volátiles que se producen cuando las grasas se calientan.

Algunos autores afirman que no solo la diferencia en la cantidad de grasa es la que determinan la calidad del flavor, sino que existen diferencias en la composición de los precursores del flavor y en la composición de la grasa depositada (Melton et al. 1982; Hedrick et al 1983; Johnson et al. 1988).

D) *Composicion quimica de la carne: Lipidos*

Los lípidos son aquellos compuestos extraíbles en disolventes orgánicos y que tienen en su composición ácidos grasos. Después de las proteínas, los lípidos son los componentes mayoritarios presentes en las carnes. Según Cobos et. al (1994) los lípidos resultan imprescindibles para la aceptabilidad de la carne, ya que su concentración en la misma y la composición de cada una de las fracciones lipídicas influyen fuertemente en las propiedades organolépticas (textura, sabor, olor, color, etc.).

En la carne se encuentran los lípidos localizados en el tejido adiposo (subcutáneo e intermuscular, que separan haces de músculos) y en el tejido muscular. Los lípidos se encuentran en adipocitos que están constituidos por un 5–20% de agua, 2,5% de tejido conjuntivo, y un 70–90% de lípidos frecuentemente triglicéridos con ácidos grasos saturados en posición 1, insaturados de cadena media en posición 2, e insaturados de cadena larga en la posición 3. El adipocito es capaz de sintetizar ácidos grasos a partir de diferentes precursores, así en los animales monogástricos, la glucosa es el precursor por excelencia, mientras que en los rumiantes son los ácidos grasos volátiles, fundamentalmente el acético y el propiónico. Los ácidos grasos constitutivos de la grasa de rumiantes, especialmente en el caso del bovino, son bastantes más saturados que en el porcino (**Tabla nº 17**)

Tabla nº 17 Composición en ácidos grasos de grasas de las distintas especies, % molar

	Grasa de bovino	Musc. De bovino	Ovino	Ciervo	Camello	Cerdo
C14:0	11	4	4	3	5	1
C16:0	29	30	24	24	31	28
C16:1	5	5	3	3	4	3
C18:0	9	13	21	31	31	15
C18:1	27	14	43	36	28	42
C18:2	4	3	3	2	1	9
C18:3	Trs	Trs	2	1	trs	2

Fuente Doreau et al. (1995)

Los lípidos del tejido muscular se subdividen en lípidos intramusculares que son los que forman parte de las fibras musculares y los lípidos intracelulares que forman parte de la mitocondria, membrana, etc. La composición es similar a la del tejido adiposo, pero la grasa intramuscular es mas fácilmente alterable al estar en contacto con sust. del músculo con actividad oxidante. Los lípidos intramusculares del tejido muscular son los que dan jugosidad a la carne. Los tipos de grasa, ya sea perirrenal, intermuscular, intramuscular y subcutánea; están formadas por diversas cantidades de ácidos grasos, que a su vez difieren entre si por las proporciones relativas de los diversos ácidos grasos (**Tabla nº 18**) (Zinn, R.A. 1989).

Según Scollan et al. (2001) los principales lípidos de los músculos se encuentran bajo la forma de fosfolípidos y triglicéridos; en varias experiencias observaron que utilizando diferentes fuentes de suplementacion grasa,

estas influían en las proporciones de los ácidos grasos que conforman estos tipos de lípidos que se encuentran en el tejido muscular. (Tabla nº 19, 20,)

Tabla nº18 Composición en ácidos grasos (mg/g) de lípidos procedentes de las cuatro regiones corporales en vacunos de 16–22 meses de edad alimentados con una dieta típica forrajera.

Acido graso	Subcutánea	Intramuscular	Intermuscular	Perirrenal
C14:0	33	30	35	45
C16:0	260	316	312	336
C16:1	94	43	41	20
C18:0	82	189	224	252
C18:1	447	366	322	282
C18:2	21	12	11	10

Adaptada de Zinn R.A. (1989)

Tabla nº19 Composición de los ácidos grasos(proporción x 100) de los lípidos TG. En el m. Longissimus thoracis de novillos Charolais alimentados con diferentes fuentes de lípidos.

	Control	Linaza	Aceite de pes.	Lin. + aceite	Valor P
Laurico C12:0	0.12	0.12	0.12	0.12	NS
Mirístico C14:0	3.72	4.10	4.57	4.36	NS
Palmitico C16:0	30.0	27.1	32.0	29.0	***
Palmitoleico C16:1	3.73	4.02	4.18	4.21	NS
Estearico C18:0	15.8	14.2	13.2	12.9	***
Trans C18:1	1.93	3.76	4.43	4.95	***
Oleico C18:1	36.0	35.7	30.1	33.2	**
Cis C18:1	0.92	1.04	0.97	0.91	NS
Linoleico C18:2	0.93	0.79	0.57	0.72	***
Linolenico C18:3	0.36	0.59	0.38	0.41	***

NS no significativa $P > 0.05$ ** $P > 0.01$ *** $P < 0.001$

Scollan et al. (2001)

Tabla nº20 Composición de los ácidos grasos (proporción x 100) de los fosfolípidos en el m. Longissimus thoracis de novillos Charolais alimentados con diferentes fuentes de lípidos.

	Control	Linaza	Aceite de pescado	Linaza + aceite	Valor P
C12:0	0.05	0.04	0.05	0.04	NS
C14:0	0.74	0.58	0.94	0.71	NS
C16:0	17.2	14.7	17.5	15.5	*
C16:1	2.20	2.01	2.28	2.30	NS
C18:0	10.5	10.4	9.7	9.6	*
C18:1 TRANS	0.59	1.31	1.85	1.78	***
C18:1	23.4	21.6	17.4	20.7	**
C18:1 CIS	1.67	1.75	2.28	1.94	*

C18:2 n-6	11.4	10.1	8.4	9.2	*
C18:3 n-3	2.13	4.34	2.37	3.49	***
C20:3 n-6	1.50	1.23	1.10	0.98	**
C20:4 n-6	5.09	4.47	2.96	3.87	***
C20:4 n-3	0.48	0.97	3.46	1.42	***
C20:5 n-3	2.31	3.55	4.87	3.60	***
C22:4 n-6	0.46	0.30	0.21	0.26	***
C22:4 n-3	0.10	0.13	0.41	1.02	***
C22:5 n-3	4.26	4.64	4.81	4.51	NS
C22:6 n-3	0.55	0.63	1.08	1.22	***

NS no significativa $P>0.05$ * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$

Scollan et al. (2001)

También para comprobar el efecto de los distintos tipos de dietas, Scollan et al. (2001), realizaron los análisis sobre el tejido adiposo, comprobando que los resultados obtenidos con la dieta que contenía linaza fueron similares a las que habían reportado Scott et al. (1993); aunque en este trabajo de Scollan et al. (2001) se realizaron análisis sobre más cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (**Tabla n°21**).

Tabla n° 21 Composición de los ácidos grasos (proporción x 100) en el tejido adiposo de novillos Charoláis alimentados con diferentes fuentes de lípidos.

	Control	Linaza	Aceite de pescado	Linaza + aceite	Valor P
C12:0	0.07	0.08	0.10	0.09	*
C14:0	4.0	3.9	5.4	4.5	**
C16:0	28.5	24.4	30.7	27.2	***
C16:1	5.3	5.4	4.9	5.1	NS
C18:0	12.4	10.5	12.4	11.3	NS
TRANS C18:1	2.3	4.7	5.8	5.9	***
C18:1	36.7	35.4	26.1	30.7	***
CIS C18:1	1.3	1.3	1.1	1.2	NS
C18:2 n-6	0.94	0.86	0.67	0.73	***
C18:3 n-3	0.37	0.65	0.44	0.45	***
Total ac. G. G/100gs de tejido	90.4	88.4	85.9	87.4	

NS no significativo $P>0.05$; * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$

Scollan et al. (2001)

9) REVOLUCION NUTRACEUTICA

Cada vez se hacen más presentes en el mercado actual alimentos que incluyen en su composición o en cantidades superiores a lo normal sustancias a las que se les atribuye la capacidad de producir efectos benéficos en la salud, incluyendo la prevención y tratamiento de determinadas enfermedades; a estos productos se les ha denominado NUTRACEUTICOS.

La Revolución nutraceutica comenzó hace 20 años con la creciente aparición en revistas médicas de estudios clínicos basados en la nutrición. La relación dieta salud es muy universalmente aceptada, y los consumidores son cada vez más conscientes de ella al tomar decisiones de compra de alimentos (Spector, A. A. 1999).

En 1992 según el New York Times el 40% de los productos alimenticios del mercado norteamericano, alegaban en forma directa o indirecta, ser beneficioso para algún aspecto concreto de la salud; y en el mismo año el 85% de los encuestados se manifestaba a favor de que el etiquetado incluyese este tipo de información (Mandell et al. 1998).

La asociación dieta–salud más conocida es la relación entre la nutrición lipídica y las enfermedades cardiovasculares (ECV), que suponen la primera causa de mortalidad (aprox. 45%) en el mundo desarrollado (Simopoulos et al. 1999).

Recientemente se le ha concedido gran importancia y atención a los niveles de ingestión de A.G.Poliinsaturados, o de algunos de ellos en particular los n–6 y n–3, a estos se les atribuye un papel muy destacado en la reducción del riesgo de padecer ECV.

Los únicos Acidos grasos poliinsaturados (PUFA) esenciales en sentido estricto, que no pueden ser producidos por el organismo son el LINOLEICO (LA) y el LINOLENICO (LNA). Cada uno de ellos por sucesivas reacciones originan a partir de su cadena, una serie de PUFA cada vez más insaturados; las enzimas que intervienen en estos procesos son las mismas, por lo que existe una competición en el metabolismo de ambas series; por lo tanto, un exceso de ac. grasos n–6 limita la formación de los n–3; así ocurre en la dieta de los occidentales (y más en los vegetarianos); pues la relación entre ambas series no es beneficiosa (Kiteisa et al. 2001).

El LNA puede dar lugar a los ácidos eicosapentanoicos (EPA) y docosahexanoico(DHA), entre los cuales parece que puede existir interconversión. El papel fisiológico de los PUFA es muy valioso y variado; la serie n–6 se encuentra más en los triglicéridos de reserva; el LA y el ácido araquidónico (AA) tienen un papel muy importante en la integridad de la hipófisis y en el transporte de las vitaminas liposolubles; el AA abundan en el tejido nervioso, en cambio la serie n–3 predominan en los fosfolípidos de las membranas celulares, y de ellos dependen su permeabilidad y flexibilidad. El DHA se encuentra especialmente concentrado en el cerebro y la retina, y en los testículos y esperma. Ambas series modulan el metabolismo y transporte del colesterol, y forman parte de las lipoproteínas asociadas al mismo.

Un aspecto importante del metabolismo de los PUFA con relación a las ECV consiste en la formación, a partir del A.A y del EPA, de eicosanoides (tromboxanos, prostaglandinas, prostaciclina, etc.), distintos según la serie de origen, y con diferentes acciones fisiológicas. Sus mecanismos de acción distan de ser sencillos, y probablemente responden a complejos equilibrios; los tromboxanos derivados del AA pueden estimular, cuando están presentes en cantidades excesivas la vasoconstricción y la formación de trombos; en cambio, los eicosanoides procedentes del EPA tienen una acción protectora. El acusado sesgo de nuestra dieta actual a favor de los n–6 confirma el desequilibrio del balance entre ambos tipos de eicosanoides.

La hipótesis de la importancia de los ácidos n–3 cobro fuerzas a partir de los clásicos estudios de Dyerberg y Bang sobre la población esquimal de Groenlandia, cuya tasa de mortalidad por ECV era inferior al 5% (**Tabla n°22**).

Tabla n°22 características de la dieta lipídica en Groenlandia y Dinamarca (3000 Kcal/día)

Grasas en la dieta	Esquimales	Daneses
Grasa(% ingesta energía)	39	42
A.G. sat.(% de la grasa tot)	23	53
A.G. Monoinsaturados	58	34

A.G Poliinsaturados		
Linoleico n-6	5	10
Linolenico n-3	14	3
Relación P/S	0.84	0.24
PUFA n-6 (gs/día)	5	14
PUFA n-3	14	3
Relación n-3/n-6	2.8	0.3
Colesterol (mg/día)	790	420

Fuente Williams C. M. (2000)

Ello se atribuye a las grandes diferencias de su dieta rica en n-3, en comparación con la población de Dinamarca, mucho más abundante en n-6 y con tasas 9 veces superiores; además no hay que pasar de alto que son inversas la ingesta de saturados y monoinsaturados, así como la elevadísima ingesta de colesterol de los esquimales, dato en sí mismo bien significativo (Williams, C. M. 2000).

Otros estudios realizados sobre miles de personas en Holanda, Noruega, Estados Unidos, etc., han asociado el consumo de pescado con la reducción en un 50% de las muertes por ECV. También se constatan tasas de mortalidad muy inferiores comparativamente en los países con alto consumo de pescado como son Japón (12%) y España (23%), aunque ciertos autores defienden en el caso de España el alto consumo del aceite de oliva, el cual posee mucho ácido oleico.

A) Efectos de los PUFA:

A-1) Sobre el colesterol plasmático:

El aumento de la ingestión de PUFA puede reducir la tasa de colesterol, que es elevada por la ingesta excesiva de ácidos grasos saturados de C12 a C16 (Enser, M. 2001).

A-2) Sobre los lípidos séricos:

Los PUFA pueden reducir los niveles de TG en plasma (otro factor de riesgo) y de las lipoproteínas VLDL y LDL (que inducen la deposición del colesterol en las paredes arteriales), y aumentar las HDL (que transportan el colesterol al hígado para ser metabolizado y eliminado). Hay una clara relación entre la ingesta de ácidos grasos saturados y sus concentraciones en el plasma y en los lípidos corporales.

A-3) Eficacia de los PUFA y otros:

Los n-3 son más eficaces que los n-6 en todos estos aspectos mencionados. El LNA es más activo que el LA y este que el OLEICO. Los aceites de pescados (ricos en EPA y DHA) muestran un marcado poder reductor de los triglicéridos.

A-4) EPA y DHA:

Los efectos más marcados del EPA son los de los eicosanoides a que da lugar: prevención de la agregación plaquetaria, retraso del tiempo de coagulación de la sangre, y disminución de la presión sanguínea, consecuencia de la vasodilatación. El DHA ejerce papeles más específicos a nivel cerebral en la función visual (Stanton et al. 1997).

A-5) Balance entre n-6/n-3:

Un exceso de AA y LA en la dieta aumenta los niveles de tromboxano A2 y otros eicosanoides con efectos opuestos a la serie EPA; causando consecuencias indeseables; un aumento de la ingestión de n-3 reduce estos niveles y los del AA. Es necesario mantener la estabilidad de los PUFA de cadena larga, como el EPA y DHA, pues son muy susceptibles a la oxidación, que resulta en la formación de peróxidos y polímeros que pueden dañar las paredes vasculares y provocar la formación de trombos, aumentando así el riesgo de ECV (Tabla n°23) (Spector A. A. 1999).

Tabla n°23 Enfermedades que han sido asociadas con una deficiencia en la dieta de ácidos grasos Omega-3 y el desequilibrio resultante de la relación Omega6/Omega3

DENOMINACION	PRUEBAS	DESCRIPCION
	ECV	
Aterosclerosis	***	Endurecimiento de las arterias
Trombosis	***	Coágulos del corazón o vasos
Arritmia	**	Irregularidad del latido cardiaco
Hipertensión	**	Presión sanguínea elevada
	TRAST. INFLAMATOR.	
Dermatitis atópica	*	Inflam. piel (reacción alérgica)
Lupus	*	Formación de nódulos en la piel
Psoriasis	*	Manchas rojizas cubiertas por escamas
Migraña	*	Dolor de cabeza intenso
Artritis reumatoide	***	Enf. Degen. de las articulaciones
Esclerosis múltiple	*	Lesión y endurecimiento de distintos tej. Nerviosos
Asma bronquial	*	tos, asma alérgica
Diabetes mellitus	*	Insuf. Insulina, variación de Gluc.
Colitis ulcerativa	*	Ulceras en la pared intest.
	OTRAS ENFERM.	
Cáncer	**	Tumores (mama, colon, etc.)
Vista empeorada	***	Perdida de agudeza visual
Desarrollo cerebral	**	Dificultad de aprendizaje

Fuente Spector A. A. (1999) Pruebas:*** claras; ** bastantes claras; * insuficientes

B) Recomendaciones dietéticas

Están en continua evolución y presentan amplias diferencias según la institución que las propone. Además hay que distinguir entre recomendaciones actuales para la población normal, para grupos de riesgo, y objetivos futuros; lógicamente también hay que considerar variables como la edad, sexo, y estado fisiológico. Pero el punto mas controvertido es la cuantificación de las necesidades a efectos preventivos o terapéuticos, tanto en la población normal como en grupos de riesgo, que hoy no se conocen con suficiente seguridad (Simopoulos et al. 1999). (Tabla n°24)

Tabla n°24 Variaciones de las recomendaciones dietéticas respecto al consumo de ácidos grasos poliinsaturados

% DE ENERGIA INGERIDA DIARIAMENTE	CANTIDAD DIARIA RECOMENDADA(Gs)
-----------------------------------	---------------------------------

FUENTE	U.E	E.E.U.U	OTRAS	U.E	E.E.U.U.	OTRAS
n-6	1-2	8-9	>3	M 3-6 h 2-4.5	***	9-15
n-3	0.2-0.5	1-2	>0.5	M0.6-1.5h0.5-1	***	0.4-2
Linoleico	***	***	1-3	***	***	2-7
Linolenico	***	***	10	***	0.8-1.1	0.9-2
EPA	***	***	***	***	***	***
DHA	***	***	***	***	***	0.1-0.15
EPA+DHA	***	***	0.5	***	0.3-0.4	0.1-0.4
R. P/S	0.6-1	0.6-1	0.3-1.2	***	***	***
R. n-6/n-3	4-10	4-10	4-6	***	***	***

Fuente Simopoulos et al. (1999)

Como corolario cabria mencionar que, las necesidades de ácidos grasos n-3 (ya sean mínimas o ingestas recomendables) no parecen aun definidas con precisión, al menos a nivel oficial y más teniendo en cuenta la amplia variabilidad individual a considerar. Lo que si resulta claro es la conciencia de aumentar significativamente su ingestión respecto a la que se da actualmente. Por otra parte, son determinantes las características de la dieta en su conjunto, y hay que conocer mejor las interacciones entre los distintos PUFA para mantener balances todavía indeterminados.

10) EFECTOS DE LOS LIPIDOS DIETARIOS EN EL CONTENIDO DEL CLA

CLA es el nombre dado a un grupo de isómeros de ácidos octadecadienoicos los cuales poseen dobles enlaces cis, trans conjugados. Dichos isómeros poseen diversos efectos metabólicos tales como la inhibición de la carcinogenesis (Ip et al. 1994) y la arterioesclerosis (Lee et al. 1994), y se han demostrado que también actúa sobre la respuesta inmune (Cook et al. 1993), y la distribución de la energía entre los depósitos lipídicos y el músculo (Park et al. 1997). La fuente principal de CLA en la dieta humana es la leche, los subproductos lácteos y la carne derivadas de los rumiantes, los cuales contienen principalmente cis-9, trans-11 C18:2 y trans-9, cis-11 C18:2; el primero contribuye aproximadamente al 60% del CLA total en el músculo.

El CLA es producido en el primer paso de la biohidrogenación (**Cuadro N°2**) realizada en el rúmen por los Mo, y se piensa que es el isómero responsable de los efectos metabólicos citados anteriormente del CLA (Enser et al.1999).

Los factores que regulan la síntesis de CLA en rúmen se conocen pobremente pero la suplementación con grasas conteniendo ac. Linoleico resulta en un incremento en los niveles de CLA en la leche y músculo (Stanton et el. 1997; Kelly et el. 1998). Los altos niveles de CLA en la carne y leche de bovinos consumiendo pasturas, se han atribuido al contenido de ácido linoleico del forraje, aunque la proporción de este es menor que la del ácido linolenico (**Tabla n° 25**).

La alimentación conteniendo ácido linolenico en altos niveles incrementa el contenido de trans C18:1 en el rúmen a causa de una incompleta hidrogenación (Scollan et al. 1997), también han reportado un aumento de trans C18:1 en los lípidos de novillos alimentados con linaza y aceite de pescado, y que estas dietas en proporciones adecuadas no afectan la degradabilidad de la fibra ni de la MO (Choi et al. 1997); la incompleta hidrogenación del ácido linolenico que se evidencia por un aumento del trans C18:1, en cierta forma mostraría la reducción de la conversión de CLA a ácido trans vaccenico, con lo que se espera un aumento del CLA para ser incorporado a los tejidos.(Enser et al.1999)

En 1967 Kepler y Tove, purificaron de bacterias ruminales una isomerasa, enzima responsable de catalizar el primer paso en el cual el CLA se produce, y demostraron que era inhibida por altas concentraciones de ácido

linoleico y linolenico (Enser et al. 1999).

Según Choi et al (1997), en trabajos realizados con dietas conteniendo diferentes fuentes de PUFA no se inhibía la enzima isomerasa, pero las que si eran inhibidas eran las enzimas reductasa las cuales convierten el CLA a ácido trans vaccenico y posteriormente a estearico.

En dietas suplementadas con aceites de pescado o con linaza se puede obtener 30 mg de CLA/100 gs de músculo; estas cantidades bastarían para poder actuar el CLA en forma benéfica sobre el organismo (Enser et al.1999).

Tabla n°25 Efecto de dietas conteniendo n-3 PUFA en la concentración de CLA en músculos

FUENTE DE GRASA	Megalac	Linaza	Aceite	Lin. Aceite	Signif.
Ac.G. g/Kg. tot. Ac. G.					
CLA	3.2	8.0	5.7	7.3	***
Mg/100 gs de musc.					
CLA	11.3	35.6	24.3	29.0	*
TRANS C18:1	63	147	184	173	**
C18:2	81	78	66	64	
C18:3	22	43	26	30	***
Toma Ac. G. Gs/día					
C18:2	79.9	101.4	71.0	82.4	***
C18:3	59.4	243.8	58.6	158.5	***
C20:5	0	1.5	28.4	15.2	***
C22:6	0	1.0	17.6	9.6	***

Fuente Enser et al. (1999)

11) CONSIDERACIONES

Sobre la base de los trabajos revisados y de lo indicado por los diversos autores, es posible arribar a las siguientes consideraciones.

- Las grasas son una fuente de suplementación en el cebo de rumiantes, y presentan una buena respuesta productiva, siempre que su uso siga las recomendaciones de los investigadores del tema en cuanto a nivel y composición.
- Para utilizar las grasas como suplemento energético, hay que evaluar su valor económico y el de los otros elementos energéticos; y contraponerlos con sus posible efectos.
- La utilización de grasa en piensos esta limitada por la tecnología de la fabrica de piensos, tal es el caso que se puede manejar piensos hasta con un 9 o 10% de grasa añadida, pasando estos valores se hace imposible poder elaborar un pienso por la fabrica, lo que acarrearía problemas de maquinaria, manejo, etc.
- Desde el punto de vista de la nutrición de los rumiantes, en especial animales en cebo, habría que plantearse una pregunta. ¿cuánta grasa puedo añadir a mi ración sin perturbar la fermentación ruminal y poder alcanzar buenas performance productivas?. Esta respuesta es diversa, dependerá en muchas medidas del tipo de grasa añadida, de la fuente de la misma, y en especial de las características de los animales (genotipo, sexo, edad, estado sanitario, etc.), que en la mayoría de los trabajos revisados no se tenían en cuenta, ¿habrá intervención de estos factores en los resultados?. Igualmente como cifras

para añadir grasa están entre un 5 a 6 % de la dieta como lípidos totales; pero varios autores señalan que se puede aumentar cuando la suplementación se hace con jabones de calcio, teniendo la precaución de aumentar las concentraciones de Calcio y Magnesio a la dieta; pero con estas grasas no superaban el 10% de la dieta como lípidos totales.

- La performance animal desde el punto de vista de la canal, se demuestra que las canales son más pesadas, con mejores conformaciones y altos rendimientos, pero con demasiada grasa que es indeseable desde el punto de vista del consumidor.
- Con respecto a la calidad organoléptica de la carne, esta se ve favorecida por el aumento en el tenor de lípidos. Ya que la terneza de la carne se debe primordialmente a la grasa intramuscular. El flavor característico que nos permite degustar una carne mientras la preparamos culinariamente o cuando la consumimos se debe a los ácidos grasos de la grasa que actúan como precursores del favor. La capacidad de retención de agua de la carne es más alta a mayor concentración de grasa intramuscular, por ende la carne tendrá un buen color, y no perderá jugosidad al cocinarla.
- En cuanto a constitución química de la carne, con la suplementación con grasa podemos influir en la concentración relativa de los diferentes tipos de ácido graso. Es por esto, que a partir de la década del 70 se reinició la investigación acerca de la suplementación con grasas a animales, para aumentar el nivel de ácidos grasos de la carne, deseables desde el punto de vista de la salud, apoyándose que la carne es alimento de primera necesidad y básico en la dieta humana.
- Cabe recordar que la carne y subproductos cárnicos son habitualmente asociados con colesterol y, aunque presenten niveles entre 60–75 mg/100gs, estos valores son bajos comparados con otros alimentos.
- Es de primordial importancia el tener presente que la carne de animales rumiantes es un producto que contiene cantidades relativas de PUFA que juegan un papel muy importante en la salud humana, y este nivel se ve afectado por el tipo y fuente de suplementación grasa utilizado.
- Sobre el mejoramiento de la calidad de la carne con respecto a la nutrición humana, los trabajos que se revisaron son actuales, consecuencia de la revolución nutracéutica de los alimentos. Es decir su importancia actual desde el punto de vista de la asociación dieta–salud.