



Incidencia de la alimentación en el engrasamiento de la canal.

1. Introducción

La dieta primitiva del ser humano estaba compuesta por un 35 a un 65% de energía proveniente de frutas y verduras, con el aporte de antioxidantes, vitaminas y minerales en proporciones superiores a las hoy. Actualmente la dieta es más rica en ácidos grasos y más completa en aporte de proteínas de alta calidad como son las de origen animal (Simopoulos, 2000). Sin embargo; esta dieta ha ido cambiando con el tiempo, debido al desarrollo de la actividad agrícola, la revolución industrial y los cambios tecnológicos pasando a una dieta rica en ácidos grasos saturados y desequilibrada con respecto los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), con una relación omega-6/omega-3 muy alta.

Actualmente la biotecnología está trabajando en hacer dietas más sanas y más equilibradas. Recientemente se ha aislado un gen en ratones capaz de agregar un doble enlace dentro de una cadena hidrocarbonada y convertir ácidos grasos ω -6 en ω -3 (Kang *et al*, 2004), que podría ser muy beneficioso para enriquecer los productos animales tales como carne, huevos y leche. Se ha observado que la mejor forma de aumentar el aporte de ácidos poliinsaturados ω -3 y de ácidos grasos monosaturados, en la dieta humana es aumentando el contenido de ellos en los productos animales (Anderson *et al*, 2002). Casas *et al*, 2004 están identificando los lugares geométricos cuantitativos utilizando marcadores genómicos para el rasgo de crecimiento, composición y calidad de la canal en bovinos, todo ello con el fin de mejorar la dieta en el humano.

Este trabajo tiene como objetivo entregar información relacionada con la alimentación animal y su relación con la cantidad y calidad de la grasa en la canal, principalmente bovina.



2. Consumo de Carnes

En cuanto al consumo de carne se puede observar que en los últimos 25 años se han disparado la producción pecuaria y el consumo de carne y de lácteos, en particular en algunas partes del mundo en desarrollo. Entre 1980 y 2004, la producción de carne en los países en desarrollo se triplicó, y el consumo percapita se duplicó. Si bien los consumidores de los países desarrollados siguen consumiendo entre tres y cuatro veces más carne por habitante, los países en desarrollo representan más del 80 % del incremento de la producción en los últimos 25 años, y ahora producen y consumen más de la mitad de la carne del mundo (Figura 1 y 2)

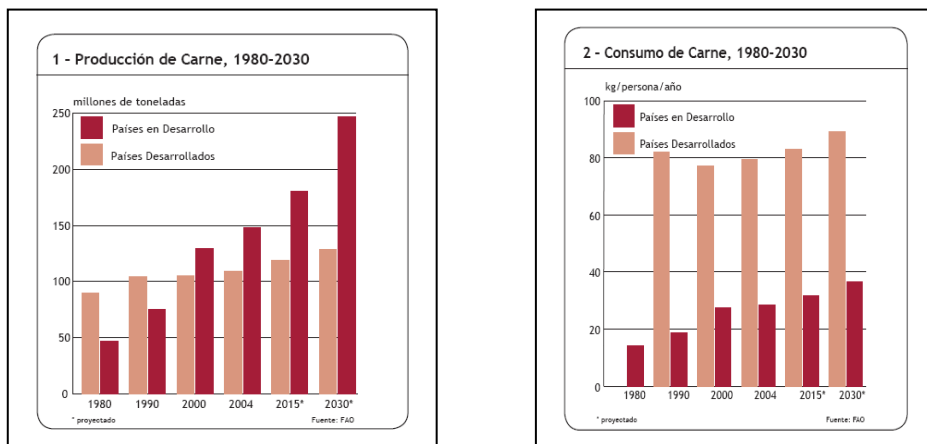


Figura 1 y 2. Tomados de FAO (http://www.fao.org/ag/againfo/resources/es/pubs_sap.html)

La mayor proporción de este aumento en el consumo de carne corresponde a un aumento sostenido de los monogástricos principalmente aves y cerdos que se han adaptado a la producción a gran escala. Este desarrollo se debe además a la disminución de los precios de cereales (Figura 3).

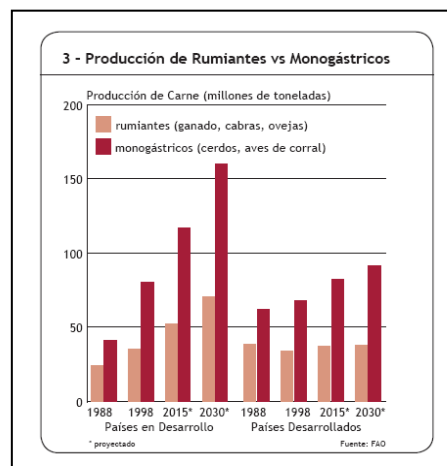


Figura 3. Tomados de FAO. http://www.fao.org/ag/againfo/resources/es/pubs_sap.html.



En cuanto al consumo de carne bovina se reportó en el mundo un consumo promedio de 9,6 Kg/persona/año en el año 2004. En el caso de la UE (Unión Europea) el consumo es de 19,7 Kg, en España es de 17 kg y en Chile 22 kg.

Esta producción de carne se basa en una masa ganadera de 1.355.187580 de bovinos en el mundo (Tabla 1). Esta producción se realiza fundamentalmente de dos formas, una en sistemas basados a pastoreos que pueden ser considerados sistemas extensivos, llevados fundamentalmente en América latina y Oceanía y otro sistema de estabulación (Feed-Lot) o sistemas de confinamiento que están presentes en Norte América y en Europa Occidental.

Tabla 1. Numero de bovinos-países de mayor producción 2004 (<http://faostat.fao.org/>)

País	Nº de Bovinos
Brasil	192,000,000
India	185,000,000
China	115,229,500
Estados Unidos de América	95,848,000
Ex URSS	54,489,234
Argentina	50,768,000
Ex Rep Dem Pop Etiopía	40,450,000
Sudán	38,325,000
México	31,476,600
Australia	27,900,000
Colombia	25,000,000
Bangladesh	24,500,000
Pakistán	24,200,000
Francia	19,383,000
Tanzania, Rep Unida de	17,800,000
Venezuela	16,300,000
Nigeria	15,200,000
Canadá	15,083,000
Sudáfrica	13,764,000
Alemania	13,259,500
Kenya	12,000,000
Myanmar	12,000,000
Uruguay	11,700,000
Indonesia	11,500,000
Madagascar	10,500,000
Reino Unido	10,378,023
Turquía	10,069,346
España	6,700,000
Chile	4,500,000

La cantidad de bovinos la UE es de 88.115.891 cabezas (Tabla 2 y 3) y es un sector que presenta una elevada importancia económica, ya que aporta el 11 % de la producción final agraria y ha sido un sector preferencial de la Política Agrícola Común (PAC). En



1968 se creó la Organización Común de Mercados (OCM) para favorecer la producción de carne de vacuno e intentar disminuir la producción de leche. En esos momentos no había autoabastecimiento de carne, esto se logra a partir del año 1980.

Tabla 2. Ganado bovino en la UE 2004 (<http://faostat.fao.org/>)

País	Nº de Bovinos
Alemania	13,259,500
Austria	2,011,000
Bélgica	2,694,662
Checa, República	1,397,308
Chipre	57
Dinamarca	1,595,000
Eslovaquia	580
Eslovenia	451,136
España	6,700,000
Estonia	249,8
Finlandia	950
Francia	19,383,000
Grecia	600
Hungría	723
Irlanda	7,000,000
Italia	6,314,000
Letonia	371,1
Lituania	792
Luxemburgo	184,172
Malta	17,9
Países Bajos	3,862,000
Polonia	5,483,290
Portugal	1,443,000
Reino Unido	10,378,023
Suecia	1,619,000

Tabla 3. Producción (Mt) de carne de bovino en la UE 2004 (<http://faostat.fao.org/>)

País	(Mt)
Alemania	1,145,000
Austria	210
Bélgica	280
Checa, República	87
Chipre	4,3
Dinamarca	150
Eslovaquia	43
Eslovenia	45,5
España	715,215
Estonia	15,3
Finlandia	93,29
Francia	1,529,000



Grecia	75
Hungría	55
Irlanda	563,2
Italia	1,180,000
Letonia	22
Lituania	60
Luxemburgo	17
Malta	1,29
Países Bajos	388
Polonia	304
Portugal	119,5
Reino Unido	747
Suecia	142,4

3. Canal bovina

La canal es la mayor proporción del peso vivo del animal y es la que alcanza el mayor precio. Para los bovinos se define como “el cuerpo del animal, sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, sin cabeza ni extremidades”. Según el reglamento de la CEE del Consejo nº 1208/81, canal bovina es el “cuerpo entero del animal sacrificado, sangrado, desollado, eviscerado, separada la cabeza a nivel de la articulación occipito-atloidea y sin extremidades, que se cortaran a nivel de las articulaciones carpometacarpiana y tarsometatarsiana. La canal podrá o no tener los riñones y la grasa de la riñonada y de la cavidad pelviana: carecerá de vísceras torácicas y abdominales, así como de órganos sexuales y músculos: de ubre y de grasa mamaria” (Gorrachategui, 1997)

Según la orden 29/4/82, en España, la canal conserva la cola, los pilares, la grasa de cobertura íntegra y se eliminan los riñones y la grasa de riñonada y pelviana en los machos. Hay mercados donde no se aplica exactamente este concepto de canal y donde, por ejemplo, se quita parte de la grasa subcutánea (Gorrachategui, 1997)

Por otro lado se usa el término conformación: “al espesor de los planos musculares y adiposos en relación al tamaño del esqueleto” (Gorrachategui, 1997). Rendimiento a la canal se define como la relación del peso de la canal fría y el peso vivo del animal. El peso vivo vacío es el peso vivo menos el peso del sistema digestivo que corresponden entre un 15% a 20% del peso del animal.



4. Grasa de la Canal

El estado de engrasamiento se define como la producción de grasa que presentan las canales respecto a su peso. Es uno de los factores que producen mayor variación en el valor comercial de un canal (Briskey y Bray, 1964) y por ello es el criterio de calidad más importante de clasificación y tipificación de las canales, ya que el nivel de grasa influye en la terneza de la carne, siendo las canales con menos grasa las que se enfrían más rápidamente y con ello son menos tiernas.

La grasa esta relacionada con los gustos del consumidor quien pide un animal con una grasa OPTIMA, vale decir con algo de grasa y sin exceso de esta. Por otro lado la grasa de cobertura protege a la canal de las pérdidas de agua durante la conservación en refrigeración o en congelación, y su distribución en la canal es el factor de mayor apreciación por parte del consumidor.

La determinación del engrasamiento se suele realizar mediante la calificación del *estado de engrasamiento y la apreciación de la cantidad de grasa* presente en la cara interna de la cavidad torácica y en el acumulo pélvicorrenal. Este engrasamiento ejerce una notable influencia en la cantidad de carne vendible, entre canales semejantes y por este motivo debe de ser considerado por el ganadero para tratar de adaptar su producción a los gustos del mercado (Cabrero, 1991).

Los factores que influyen en el estado de engrasamiento son:

a. Peso del animal:

Por lo general a mayor peso del animal, mayor es el peso de la canal y mayor es el engrasamiento de los animales.

b. Sexo:

El engrasamiento se produce primero en las hembras, posteriormente en los machos castrados y por ultimo en los machos enteros. Estos por lo general depositan menos grasas en la zona renal y es de color mas blanca que en las hembras.



c. Raza

Las razas de tamaño pequeño engrasan más rápido que las razas grandes, es por ello que las razas británicas Hereford y Angus son más grasa que las razas Simental o Limosin.

d. La alimentación.

5. ALIMENTACION Y GRASA EN CANAL

Las características físicas y la composición química de las canales están influenciadas por muchos factores como se menciono anteriormente, como ser la especie animal, la raza, el manejo y la **alimentación** entre otros factores (Nacional Research Council, 1981). El nivel nutricional y alimenticio del animal lleva a crecimiento ponderal del animal y por lo tanto a un cambio en la composición tisular.

La grasa de la canal se modifica con el crecimiento del animal y en los mamíferos, el proceso de lipogénesis a partir de carbohidratos y aminoácidos parece favorecer las síntesis de ácidos grasos saturados sobre los insaturados, mientras que en aves la lipogénesis favorece la producción tanto de ácido oleico como ácidos grasos saturados, particularmente palmítico (16:0) y esteárico (18:0). Esta vía metabólica incluye, tanto el acortamiento o elongación de los esqueletos carbonados de algunos ácidos grasos dietarios, como la introducción de un doble enlace en la síntesis de ácido oleico (Scout, 1982). En aves al igual que en cerdos, la síntesis de lípidos es a partir de carbohidratos (glucosa), siendo en las aves el hígado el principal lugar de síntesis de ácidos grasos, a diferencia de los mamíferos donde se realiza en el adiposito (Aranibar, 1995)

Por otro lado la leptina es una hormona que genéticamente esta relacionada con la obesidad en los animales, actuando a nivel central y periférico en el apetito y en el adiposito. La administración de leptina en roedores, aves, cerdos y ovejas reduce la ingesta de alimento, y esta hormona tendría un efecto feedback en la insulina, los glucocorticoides y en el sistema nervioso autónomo simpático. Estudios *in Vitro* sugiere que la leptina modula el metabolismo energético en el tejido periférico y puede antagonizar con la actividad de la insulina en el adiposito y en el músculo. Además se



han identificado 2 genes de la leptina, uno la citosina (C) y el otro es la thymina (T), los cuales codifican un cambio de aminoácidos de arginina a cysteina. El alelo T fue asociada con canales de animales gordos y el alelo C con animales flacos. Además las razas británicas tendrían una frecuencia más alta del alelo T mientras que las razas continentales tienen una presencia más alta del alelo C (Fiona *et al*, 2002)

Muchos autores coinciden que en el ganado bovino el nivel de alimentación alto antes del sacrificio tiene efecto positivo en el engrasamiento del animal (Robelin and Daenicke, 1980). Por el contrario, Korver *et al* (1984), no encuentran ningún efecto de la alimentación sobre las características de la canal, solo menciona que en términos generales las dietas ricas en energía aumentan la proporción de grasa en la canal, situación que también se observa al comparar animales alimentados con concentrado a diferencia de los animales sometidos a pastoreo. En este sentido el ritmo de crecimiento estaría relacionado con mayor o menor acumulo de grasa.

6. Uso de la pradera y concentrado como alimento animal y su efecto en la cantidad y calidad de grasa de la canal

6.1 Alimentación y cantidad de Grasa en la canal

El uso de la pradera en la producción de carne y sobre todo la sustitución del concentrado por parte de este recurso forrajero, disminuye los costos en la producción (Comerford *et al* 2001).

Como se menciona el tipo de canal de los animales está influenciado por el tipo de alimentación y los animales sometidos a pastoreo dan cambios en las características de la canal al igual como cambia la pradera de un periodo a otro.

En términos generales Allen *et al*, (1996), señala que en área del lomo en espesor de grasa, en el grado de producción de esta, el nivel de marmóreo y en calidad de las canales se modifica dependiendo del tipo de pastoreos a los que son sometidos los animales; sin embargo, no encontraron diferencias de color en la canal en los animales confinados. Hay que señalar que todo ello dependerá del tipo de pradera, de la época de la pradera y del año que tenga dicha pradera.



A continuación se presenta un cuadro resumen de los trabajos realizados por Allen *et al*, 1996, en animales de raza Angus.

Los animales sometidos a pastoreo de Orchardgrass-alfalfa presentaron mayor marmóreo, grasa posterior y porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón. El área del ojo del lomo y el color no se vio afectada (Tabla 4)

Tabla 4. Característica de la grasa en la canal en hembras con dos sistemas de forrajes

	Festuca-trébol rosado	Orchardgrass-alfalfa	DS
Marmóreo *	2,4	2,8	si
Grasa posterior (cm)	0,71	0,89	si
área músculo longissimus (cm ²)	61	62	no
Grasa riñón, pelvis y corazón (%)	1,6	1,7	si
Color de la grasa **	1,6	1,5	no

DS= diferencia significativa en cuanto al tipo de sistema

* = 2 traza, 3 leve

** = 1 blanco, 5 muy amarillo

Los animales machos sometidos a pastoreo de Orchardgrass-alfalfa y sacrificados en julio presentaron mayor marmóreo y grasa posterior ($p < 0,05$) y el porcentaje de grasa en riñón, pelvis y corazón tuvo una tendencia diferencial ($p < 0,08$) (Tabla 5)

Tabla 5. Característica de la grasa en la canal en macho con dos sistemas de forrajes

	Festuca- rébol rojo	Orchardgrass-alfalfa	DS
Marmóreo *	2,5	2,9	si
Grasa posterior (cm)	0,74	0,93	si
área músculo longissimus (cm ²)	68	67	no
grasa riñón, pelvis y corazón (%)	1,5	1,6	no
Color de la grasa **	1,9	2,0	no

DS= diferencia significativa en cuanto al tipo de sistema

* = 2 traza, 3 leve

** = 1 blanco, 5 muy amarillo

Los animales machos castrados sometidos a pastoreo de Orchardgrass-alfalfa y sacrificados en enero el porcentaje de grasa del riñón, pelvis, corazón y el marmóreo fue mayor que los sacrificados en julio. El color de la grasa no se vio afectada (Tabla 6).



Tabla 6. Característica de la grasa en la canal en novillos con dos sistemas de forrajes más ensilaje de maíz en la engorda

	Festuca-trebol rojo	Orchardgrass-alfalfa	DS
Marmoreo *	3,3	3,6	si
Grasa posterior (cm)	1,19	1,23	no
área músculo longisumus (cm ²)	73	75	no
grasa riñón, pelvis y corazón (%)	1,6	1,8	si
Color de la grasa **	1,2	1,2	no

DS= diferencia significativa en cuanto al tipo de sistema

* = 2 traza, 3 leve

** = 1 blanco, 5 muy amarillo

Las vaquillas faenadas en julio las carcasas no presentaron diferencias en ningún parámetro excepto la grasa posterior (Tabla 7).

Tabla 7. Característica de la grasa en la canal en vaquillas con tres tipos de heno durante el invierno.

	Festuca fertilizada-N	Festuca-trebol rojo	Orchardgrass-alfalfa	DS
Marmóreo *	2,6	2,4	2,7	no
Grasa posterior (cm)	0,77	0,57	0,86	si
área músculo longisumus (cm ²)	62	64	62	no
grasa riñón, pelvis y corazón (%)	1,7	1,4	1,7	no
Color de la grasa **	1,7	1,6	1,5	no

DS= diferencia significativa en cuanto al tipo de sistema

* = 2 traza, 3 leve

** = 1 blanco, 5 muy amarillo

Además recibían grano en cantidad del 1% del PV

Los animales que tuvieron pastoreando solo festuca presentaron un color de la grasa más amarillo que aquellos que tuvieron con mezclas de leguminosas pero la diferencia fue pequeña (Tabla 8).

Tabla 8. Característica de la grasa en la canal en novillos alimentados con tres tipos de henos en invierno.

	Festuca fertilizada-N	Festuca-trebol rojo	Orchardgrass-alfalfa	DS
Marmóreo *	2,4	2,4	3,1	no
Grasa posterior (cm)	0,72	0,74	1,01	no
área músculo longisumus (cm ²)	70	67	65	no
grasa riñón, pelvis y corazón (%)	1,4	1,5	1,9	no
Color de la grasa **	2,0	1,8	1,6	si

DS= diferencia significativa en cuanto al tipo de sistema

* = 2 traza, 3 leve

** = 1 blanco, 5 muy amarillo

Además recibían grano en cantidad del 1% del PV



En la Tabla 9 se observa que no existen diferencias en los animales en feed-lot en cuanto a los parámetros evaluados. Solo se observa diferencias en dos sistemas en cuanto a la grasa de riñón, pelvis y corazón.

Tabla 9. Característica de la grasa en la canal en machos alimentados con tres tipos de henos en invierno además de ensilaje de maíz en periodo de engorda

	Festuca fertilizada-N	Festuca-trebol rojo	Orchardgrass-alfalfa	DS
Marmóreo *	3,5	3,1	3,5	no
Grasa posterior (cm)	1,03	1,07	1,18	no
área músculo longissimus	75	77	76	no
grasa riñón, pelvis y corazón (%)	1,6	1,5	1,7	si (2) de (3)
Color de la grasa **	1,2	1,3	1,1	no

DS= diferencia significativa en cuanto al tipo de sistema

* = 2 traza, 3 leve

** = 1 blanco, 5 muy amarillo

Además recibían grano en cantidad del 1% del PV

En cuanto a la época en que se ingresan los animales al pastoreo Steen, (2002a) señala que el ingreso al pastoreo en dos periodos diferentes demostraron no tener diferencias significativas en la composición de la carcasa. En animales ingresados a la pradera en el mes de marzo y en el mes de mayo no encontró diferencias en la composición de la canal en cuanto a músculo, grasa y hueso y no se produjo crecimiento compensatorio.

La facilidad de adaptarse a la pradera depende de la raza, en este sentido las razas pequeñas como son la Hereford y las Angus se adaptan muy bien. Sin embargo; Listrat *et al* (2001), en razas un poco más pesadas reportaron que el D'Aquitaine a diferencia de la raza Charoláis se adaptan bien al forraje y a la hierba y que en estas condiciones de cría, ellos producen músculos con características favorables para la producción de carne. En la canal del D'Aquitaine se observó que a mayor músculo es mayor el depósito de grasa en la canal aunque el depósito de grasa en el quinto cuarto es inferior. Esta proporción de grasa se observó al final de la pastura cuando comenzaban en periodo de cebado (Tabla 10). Además las D'Aquitaine a diferencia del Charoláis mostraron más actividad de la glycolytic musculametabolis (1497 minuto mol g-1 contra 1351 minuto mol g-1), una proporción más alta de fibras (el 63.6 % contra el 58.8 %) y menos colágeno (3.7 g d'OH-prol mg-1 de DM contra 5.2 g d'OH-prol mg-1 de DM).



Tabla 10. Composición de la canal de dos razas bovinas. Original Listrat *et al*, 2001.

Composición de la carcasa (kg)*	BA	Charoláis	Valor P
Músculo	355 +/- 17	308 +/- 30	p < 0,01
Tejido graso	80 +/- 7	97 +/- 8	p < 0,01
hueso	72 +/- 4	73 +/- 5	NS
Deposito tejido graso (kg)			
Cuarto posterior	26,1 +/- 3,3	27,8 +/- 5,9	NS
Total de grasa Tisular (TFT)	106 +/- 9	125 +/- 13	p < 0,01
TFT/peso vivo (%)	15,3 +/- 1,2	18,0 +/- 1,7	p < 0,01

BA: D'Aquitaine

* Composición desde la 6^{ta} Costilla

Sugimoto *et al*, 2004, sometió a dos tratamientos a un grupo de animales de la raza Wagyu, uno de ellos era sin pradera y el otro con alimentación a pradera con dos niveles de suplemento proteico (Tabla 11). En ellos no encontró diferencias significativas en el área del ojo del lomo; sin embargo, numéricamente el grupo sometido a pradera tenía mayor área de este músculo. Además señalan que el sistema de alimentación no afecta el marmóreo del lomo (BMS-No), ni el color estándar de la grasa de la raza, ni de la grasa estándar para la raza (BPS-No). El porcentaje de grasa fue significativamente mayor en los animales que no fueron sometidos a pastoreo respecto a los que sí lo hicieron. Esto sugiere que la grasa se acumula más rápidamente en los animales estabulados (sin pastoreo) que en los sometidos a pradera y que hay cambios de composición de la canal. Duckett *et al*. (1993) reportaron que el depósito de grasa intramuscular en bovinos está asociado a altas dietas de concentrado. Por otro lado Allen *et al*, (1996) señala que la grasa amarilla en la raza Wagyu se asocia con la mayor ingesta de pasto y señala que es un factor que se debe aceptar como calidad. Por el contrario la alimentación con ensilaje de maíz en el periodo de engorda da una grasa más blanca y los altos niveles de concentrado en periodos de engorda modificarían este color negativamente.

Tabla 11. Característica de la canal. Original Sugimoto *et al*, 2004

Características de la canal	SP	GCP 18,3%	GCP 13,8%
Peso de la canal (kg)	478,9	456,3	474,3
Rendimiento (%)	63,8	62,7	62,3
Área M. Longissimus (cm ²)	55,4	56,8	58,0
Grosor grasa (cm)	3,3	2,6	2,3
Grasa intramuscular (%)	27,5	28,2	22,5
% de carne	49,6	52,1	54,0



% de grasa	38,5	35,7	33,1
% de hueso	10,7	11,0	11,9

SP: sin pastoreo

GCP: con pastoreo y suplementación con 18,3% de proteína

GCP: con pastoreo y suplementación con 13,8% de proteína

Steen and Robson (1995) dieron a animales dietas isoenergéticas de ensilaje y de concentrados en proporciones 75:25; 50:50 y 30:70 base MS (materia seca), compuestos de cebada y soya. Los resultados mostraron una ganancia de peso de 0.61, 0.64 y 0.67 (S.E. 0.033) kg/día para los tres tratamientos respectivamente. La cantidad de carne fue de 636, 642 y 648 (S.E. 4.7) g/kg y la de grasa de 204, 199 y 194 (S.E. 5.3) g/kg. El aumento de proteína no afectó la performance de la canal pero si aumentó la concentración de grasa en la carcasa en las tres proporciones forage:concentrate, aunque fue poco significativa. Contrariamente a otros trabajos anteriores con ganado joven, la entrada de proteína aumento el depósito de grasa en la canal.

Steen and Kilpatrick, (1995) sometieron a animales de 12 a 13 meses de edad (con peso vivo de 372 kg) a una dieta de ensilaje de pradera y concentrado en una proporción 2:1 en la base MS ad libitum y a un 80 % de su capacidad de consumo. Se sacrificaron los grupos con diferentes pesos, los toros a los 560, 610 y 660 kg; los machos castrados a los 510, 560 y 610 kg y las vaquillas a los 460, 510 y 560 kg. La disminución de la alimentación al 80% redujo el contenido de grasa en la canal en 22 g/kg (SEM 2.1 g/kg) y aumentó la carne y el contenido de hueso a 14 (SEM 1.7) y 4 (SEM 0.7) g/kg respectivamente. Por otro lado el mayor incremento de grasa y la reducción de carne y hueso se produjeron en los novillos y en las vaquillas más que en los animales enteros. Con ello se concluyo que los animales restringidos reducen en un 20% el contenido de grasa en la canal y que aumentan la cantidad de carne y hueso.

En trabajos desarrollados con la raza Bovina Negra Japonesa (Wagyu) en Japón (Nade *et al* 2005) en animales alimentados con diferente cantidad de concentrado: 2,4% en un grupo y 1,2% en otro grupo. Este concentrado contenía un 70% de nutrientes digestibles totales (TDN) y 15% de proteína cruda (PC) y se dio entre los 3 – 6 meses de edad; en el periodo de engorda de 7 a 24 meses se les suministró concentrado con un 72,5% de NDT y 14,3% de PC. Los resultados muestran que el espesor de grasa subcutánea a la misma edad de 9 meses tuvo 0,70 y 0,44 cm respectivamente encontrando diferencias estadísticas significativas (Figura 4 y Tabla 12). Se observa que los animales ya tenían diferencias en la grasa subcutánea desde antes de los 7 meses, por lo que en concentrado



comenzó a modificar esta diferencia desde el comienzo de la alimentación a los 4 meses de edad. A pesar de ello la grasa subcutánea, intramuscular, abdominal y perirenal no mostró diferencias significativas.

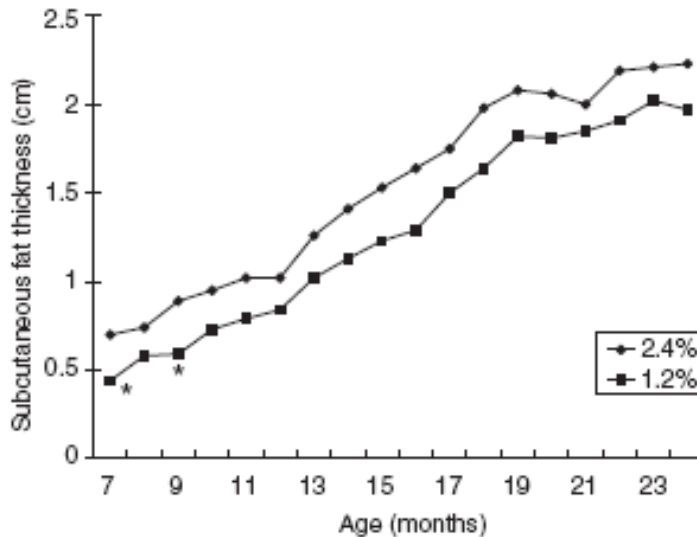


Figura 4. Tejido graso subcutáneo medido por ultrasonido en dos alimentados con 2,4% y 1,2% de concentrado. Original Nade *et al* 2005

Esto demuestra que en esta raza el mayor tenor de energía aumenta la cobertura de grasa subcutánea en los primeros meses de edad. Patterson *et al*, (1994), demostró que un nivel bajo de nutrición produce disminuciones significativas en los depósitos de grasa subcutánea y de la cavidad corporal.

El mayor nivel energético de la dieta dará un mayor crecimiento y una canal con más grasa. Esto se debe a que la grasa es utilizada por el organismo como tampón para evitar cambios en el resto de los tejidos cuando se producen modificaciones en la ingestión de la energía. Por ello con raciones con concentrado el engrasamiento aumenta, la carne es más veteada y con ello es más tierna



Tabla 12. Composición y características de la canal

	2.4% group	1.2% group	Significance
BMS (No.)	4.9 ± 1.0 [†]	5.4 ± 1.0	NS
Carcass weight (kg)	429.63 ± 14.66	421.25 ± 14.66	NS
Muscle			
Total weight (kg)	104.51 ± 4.13	102.84 ± 4.47	NS
Ratio to carcass weight (%)	48.20 ± 1.00	48.53 ± 1.12	NS
Fat			
Total weight (kg)	88.45 ± 2.28	85.06 ± 4.23	NS
Ratio to carcass weight (%)	41.09 ± 1.26	40.19 ± 1.50	NS
Weight of other areas of fat (kg)			
Subcutaneous	41.37 ± 2.46	39.68 ± 4.03	NS
Intermuscle	33.05 ± 1.71	30.71 ± 0.82	NS
Abdominal and perirenal	14.03 ± 0.77	14.68 ± 0.48	NS
Ratio to carcass weight (%)			
Subcutaneous	19.28 ± 1.39	18.70 ± 1.63	NS
Intermuscle	15.29 ± 0.59	14.54 ± 0.35	NS
Abdominal and perirenal	6.51 ± 0.34	6.95 ± 0.24	NS
Ratio to total fat weight (%)			
Subcutaneous	46.69 ± 2.25	46.11 ± 2.44	NS
Intermuscle	37.34 ± 1.53	36.50 ± 1.88	NS
Abdominal and perirenal	15.97 ± 1.18	17.40 ± 0.77	NS
Bone			
Total weight (kg)	18.29 ± 0.87	18.48 ± 1.04	NS
Ratio to carcass weight (%)	8.48 ± 0.34	8.74 ± 0.43	NS

BMS, beef marbling score; NS, not significant. [†]Least square means ± standard error.

6.2. Alimentación y calidad de Grasa en la canal

Los lípidos en la dieta de los rumiantes sufren dos importantes transformaciones en el rumen. La transformación inicial es la hidrólisis del éster catalizado por la lipasa microbial. Este paso es un prerrequisito para la segunda transformación: la biohidrogenación de los ácidos grasos insaturados por las bacterias ruminales (Kaneko, 1989)

En animales rumiantes se sabe que los ácidos grasos del cuerpo provienen y se pueden modificar con la dieta del animal. Estos ácidos grasos están compuestos fundamentalmente por ácido esteárico (C18: 0) y oleico (C18: 1) (Horiguchi and Takahashi, 2002). Esto es porque los ácidos insaturados de la dieta son hidrogenados a ácidos grasos saturados por la acción de microorganismo del rumen (Jenkins, 1993). Sin embargo, Huerta-Leidenz *et al.* (1991) en estudio con animales Hereford señaló que el ácido linoleico (C18: 2) aumenta en el tejido graso en la medida que aumenta la dosis de semilla de algodón entera. Además se observa que la proporción de ácidos grasos C18: 1 y de ácidos insaturados aumentaron en los tejidos subcutáneos, viscerales e



intramusculares en animales sometidos a sales dietéticas complementadas de ácidos grasos volátiles (sodio propionato de sodio o acetato de sodio) en ovejas (Takahashi y Kayaba, 1993). Estos y otros trabajos quejan claro que la composición grasa del cuerpo principalmente de los ácidos grasos insaturados es afectada por la dieta y con alimentos protegidos de la hidrogenación de los microorganismos del rumen cambiando la composición de los ácidos grasos propiónico y acético.

Además al parecer la especie es la que aporta mayor diferencia en la composición de la canal en cuanto a la cantidad y calidad de los tipos de ácidos grasos (Tabla 13), así lo demuestra Huarta-Leidenz *et al.* 2002

Tabla 13. Efecto de la especie sobre el perfil de los ácidos grasos. Original de Huarta-Leidenz *et al.*

Variable (g/100g)	Búfalo	Bovino	Valor P
AG saturados totales	0,510	0,792	0,040
Mirístico	0,026	0,059	0,001
Pentadecílico	0,032	0,088	0,020
palmitico	0,218	0,421	0,003
palmitoléico	0,057	0,100	0,060
Esteárico	0,220	0,173	NS
Eláidico	0,015	0,091	0,001
Oléico	0,690	0,589	NS
araquídico	0,011	0,048	0,0002
Linoléico	0,007	0,012	0,02
araquidónico	0,003	0,003	NS
Docosahexaenoico	0,033	0,120	0,02

NS. No hay diferencias significativas

Al dar concentrado se modifica la composición de la grasa en el tiempo. Duckett *et al.*, (1993), alimentaron animales con un concentrado de engorda de 16 meses de edad. El concentrado contenía un 87,5% de MS (materia seca), 1,84 Mcal/kg de ENm (energía neta de mantención) y 1,19 Mcal/kg de ENg (energía neta de ganancia de peso) . Los animales fueron sacrificados en intervalos de 28 días hasta el día 196 (Tabla 14). Se observó que todos los parámetros estudiados y relacionados con la grasa de la canal se modificaron de la siguiente forma:

- a. Dentro de los lípidos totales los ácidos grasos neutros aumentan el doble en el músculo longissimus entre los días 84 y 112 con una correlación alta ($r=,79$) entre ellos; pero no existió diferencia significativa entre los días 0 al 84 y 112 al 196.



- b. Los ácidos grasos saturados fueron más elevados el día 56. El ácido mirístico (C14:0) tuvo un incremento lineal del día 0 al 196, los ácidos pentadecíclico (C15:0), palmítico (C16:0), nonadecíclico (C19:0) y el araquídico (C20:0) mostraron una curva cúbica decreciente. El esteárico (C18:0) tuvo un decremento lineal del 20%. De los ácidos grasos monosaturados el oleico (C18:1), miristoleico (C14:1) y gadoleico (C20:1) exhibieron un incremento lineal. El palmitoleico (C16:1) se incrementó cuadráticamente. De los ácidos grasos poliinsaturados (C20:3) y (C22:5) mostraron un aumento lineal, el araquidónico (C20:4), cervónico (C22:4) decrecieron en forma cuadrática, el linolénico (C18:3) y timnodónico (C20:5) mostró un incremento cúbico. En cambio el linoleico (C18:2) decreció en un 72%.

Tabla 14. Composición de ácidos grasos en relación al total de lípidos

Fatty acid, %	Time on feed, d								SEM	Orthogonal effect ¹
	0	28	56	84	112	140	168	196		
14:0	2.52 ^c	2.68 ^{bc}	2.88 ^{abc}	3.15 ^{abc}	3.45 ^{ab}	3.56 ^a	3.67 ^a	3.54 ^{ab}	.19	L
14:1	.78 ^b	.79 ^b	.69 ^b	.74 ^b	.78 ^b	.91 ^{ab}	1.23 ^a	.96 ^{ab}	.08	L
15:0	.66 ^b	.86 ^{ab}	.82 ^{ab}	.85 ^{ab}	1.03 ^a	.98 ^a	.90 ^{ab}	.83 ^{ab}	.06	Q
16:0	24.84 ^b	26.97 ^{ab}	26.96 ^{ab}	27.66 ^a	27.59 ^a	26.70 ^{ab}	26.80 ^{ab}	27.16 ^{ab}	.52	c
16:1	3.32 ^c	3.27 ^c	3.01 ^c	3.15 ^c	3.52 ^{abc}	3.66 ^{abc}	4.12 ^a	4.08 ^{bc}	.17	q
17:0	1.28 ^c	1.69 ^{bc}	2.04 ^{ab}	2.10 ^{ab}	2.48 ^a	2.33 ^a	2.04 ^{ab}	1.97 ^{ab}	.12	Q
17:1	.63 ^c	.89 ^{bc}	1.08 ^{ab}	1.20 ^{ab}	1.41 ^a	1.42 ^a	1.41 ^a	1.37 ^a	.08	Q
18:0	17.38 ^a	17.38 ^a	17.80 ^a	15.72 ^{ab}	15.71 ^{ab}	14.29 ^b	13.38 ^b	13.92 ^b	.53	c
18:1	34.95 ^c	36.40 ^{bc}	36.85 ^{bc}	38.04 ^{abc}	38.92 ^{abc}	40.31 ^{ab}	41.58 ^a	41.86 ^a	.93	L
18:2	6.46 ^a	4.94 ^{ab}	4.61 ^{ab}	5.13 ^{ab}	3.56 ^b	3.96 ^{ab}	3.36 ^b	2.81 ^b	.57	L
18:3	.93 ^a	.45 ^b	.28 ^{bc}	.15 ^{cd}	.10 ^{bc}	.08 ^c	.05 ^c	.06 ^c	.06	c
19:0	.13 ^a	.21 ^a	.00 ^b	.02 ^b	.08 ^a	.18 ^{ab}	.17 ^{ab}	.22 ^a	.04	q
20:0	.49 ^a	.43 ^a	.26 ^b	.22 ^b	.27 ^b	.22 ^b	.20 ^b	.15 ^b	.04	q
20:1	.23 ^a	.26 ^{ab}	.25 ^{ab}	.11 ^a	.36 ^{ab}	.39 ^a	.40 ^a	.46 ^a	.06	L
20:2	.66 ^a	.39 ^{ab}	.28 ^{bc}	.28 ^{bc}	.14 ^{bc}	.16 ^{bc}	.13 ^{bc}	.10 ^c	.06	Q
20:3	.00 ^a	.00 ^a	.00 ^a	.00 ^a	.02 ^{ab}	.02 ^{ab}	.03 ^{ab}	.05 ^b	.01	L
20:4	2.27 ^a	1.16 ^b	.91 ^{ab}	.94 ^{bc}	.40 ^{bc}	.45 ^{bc}	.38 ^{bc}	.28 ^c	.19	Q
20:5	.17 ^a	.07 ^b	.02 ^{bc}	.01 ^c	.00 ^c	.00 ^c	.00 ^c	.00 ^c	.01	C
22:4	.54 ^a	.30 ^b	.21 ^{bc}	.17 ^{bc}	.07 ^c	.06 ^c	.04 ^c	.02 ^c	.05	Q
22:5	.22	.21	.09	.09	.05	.06	.03	.04	.04	L
22:6	1.06 ^a	.64 ^b	.44 ^{bc}	.39 ^{bc}	.14 ^c	.14 ^c	.11 ^c	.07 ^c	.09	Q
U ^f	.03	.04	.02	.00	.00	.00	.00	.00	.01	L
SFA	47.30 ^{cd}	50.24 ^{ab}	50.90 ^a	49.70 ^{abc}	50.61 ^{abc}	48.26 ^{bcd}	47.14 ^d	47.79 ^{cd}	.86	c
MUFA	39.91 ^c	41.60 ^{cd}	41.89 ^{cd}	43.24 ^{cd}	44.98 ^{bc}	46.69 ^{ab}	48.75 ^a	48.73 ^a	1.08	L
PUFA	12.31 ^a	8.15 ^b	6.85 ^{bcd}	7.16 ^{bc}	4.48 ^{cde}	4.93 ^{cde}	4.18 ^{de}	3.42 ^e	1.01	q
Ratio ^h	.53 ^b	.60 ^a	.62 ^a	.61 ^a	.63 ^a	.59 ^{ab}	.58 ^{ab}	.59 ^a	.02	NS

a,b,c,d,e Means with different superscripts in the same row differ ($P < .05$).
^f Unidentified fatty acid content.
^g SFA = saturated fatty acids; MUFA = monounsaturated fatty acids; PUFA = polyunsaturated fatty acids.
^h Ratio of hypocholesterolemic fatty acids: hypocholesterolemic fatty acids = [C14:0 + C16:0]/[MUFA + PUFA].
ⁱ Orthogonal polynomial effect of time on feed: NS = not significant ($P > .05$); L = linear effect ($P < .01$); Q = quadratic effect ($P < .01$); q = quadratic effect ($P < .05$); C = cubic effect ($P < .01$); c = cubic effect ($P < .05$).

También se observó que los ácidos grasos neutros oleico, esteárico y palmítico suman el 80% de estos ácidos grasos, de los cuales el 51% es saturado, el 47% es monosaturado y solo el 2% es poliinsaturado. Los lípidos polares oleicos, palmítico y linoleico ocupan el 60% del total de los lípidos. Se mostró que el aumento del concentrado aumentó los ácidos grasos saturados linealmente en un 19% del día 0 al 196. El colesterol aumentó en forma cúbica, siendo más alto en el día 168 de faenamiento y más bajo en el día 84.



En este trabajo se demostró un aumento no lineal de las grasas en la medida que se da concentrado con alta energía, además se señala que los ácidos grasos monosaturados y los polisaturados pueden ser un buen predictor de la palatabilidad de la carne (Tabla 15)

Tabla 15. Características de la carcasa en relación al tiempo de alimentación

Item	Marbling score ^a	Fat thickness, mm	Longissimus muscle area, cm ²	Kidney, pelvic, and heart fat, %	Carcass wt, kg	Yield grade
Time on feed, d						
0	254.2 ^f	3.05 ^e	63.3 ^e	1.0 ^e	196.6 ^g	1.4 ^f
28	299.0 ^{ef}	4.11 ^e	69.8 ^{de}	1.3 ^{de}	236.7 ^{fg}	1.7 ^{ef}
56	336.0 ^{def}	6.82 ^{de}	78.6 ^{cd}	1.5 ^d	263.7 ^{ef}	1.7 ^{ef}
84	372.8 ^{cde}	9.78 ^d	76.3 ^{cd}	1.8 ^{cd}	295.8 ^{de}	2.4 ^{de}
112	472.2 ^b	14.60 ^c	82.8 ^{bc}	2.1 ^{bc}	327.2 ^{cd}	2.9 ^d
140	428.3 ^{bcd}	15.03 ^c	85.7 ^{bc}	2.4 ^b	353.0 ^c	3.2 ^{cd}
168	471.7 ^b	18.20 ^{bc}	84.5 ^{bc}	2.3 ^b	364.7 ^c	3.7 ^{bc}
196	464.2 ^{bc}	21.08 ^b	93.2 ^b	2.2 ^{bc}	417.4 ^b	4.0 ^b
SEM	21.4	2.0	2.8	.1	9.1	.2
Orthogonal effect ^h	q	L	L	q	L	L

^aMarbling score: small = 400-499; slight = 300-399; traces = 200-299.

^{b,c,d,e,f,g}Means with different superscripts in the same column differ ($P < .05$).

^hOrthogonal polynomial effect of time on feed: L = linear effect ($P < .01$); q = quadratic effect ($P < .05$).

Horiguchi and Takahashi, 2002, dieron alimentos protegidos a un grupo de vacas Holstein y no encontraron diferencias estadísticas significativas entre el grupo con alimento protegido y el grupo control en la producción y en la calidad de la canal. En cuanto a composición ácidos grasos en la canal la proporción de C18: 2 en la grasa subcutánea en el grupo con alimento protegido fue mayor ($P < 0.05$) que el control. Los ácidos C16:0 en la grasa renal fueron inferiores ($P < 0.05$), y el C18: 2 y total de ácidos grasos insaturados de 18 carbonos también fue más alto que el control ($P < 0.05$). La proporción de ácidos grasos C18: 2 en la costilla, los ácidos grasos C18: 1, los ácidos grasos C18: 2 y el total de los insaturados fueron mayores en los animales alimentados con alimento protegido, lo cual demuestra un afecto en la grasa de la canal.

Steen *et al* (2002b) reportaron una disminución en la proporción de Omega 3 y un aumento de omega 6 PUFA en la medida que había un aumento en la proporción concentrados en dietas. Señala además que en el ganado tratado solo con silo y pastura tenían una concentración más alta de omega- 3 PUFA en el músculo (51 g kg^{-1}), este valor es tres veces más que para animales con dietas que contienen ensilaje y un 80 % de concentrado. Estos resultados demuestran el potencial de la ballica perenne en relación con dietas altas en concentrado. Es por ello que el consumo de ternera terminada con pasto podría hacer una contribución significativa hacia el aumento de la entrada de omega-3 PUFA en la dieta humana.



Steen and Porter (2003), señalan que el tejido graso en el músculo y en el tejido subcutáneo del ganado alimentado con pradera tienen tres veces más CLA (ácido linoleico conjugado) que el ganado alimentado con concentrado, es por ello la carne de los animales alimentados a pradera tendrían un efecto más eficaz en el aumento de CLA en la dieta de las personas.

6.3. Acido Linoleico Conjugado (CLA).

El ácido linoleico conjugado (CLA) se refiere a varios isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico (cis-9, cis-12 ácido octadecadienoico), cada uno dispuesto con un doble enlace conjugado. Estos enlaces pueden ser de varias posiciones distintas, tales como 9 y 11, 10 y 12, y 11 y 13 (Ha *et al.*, 1990).

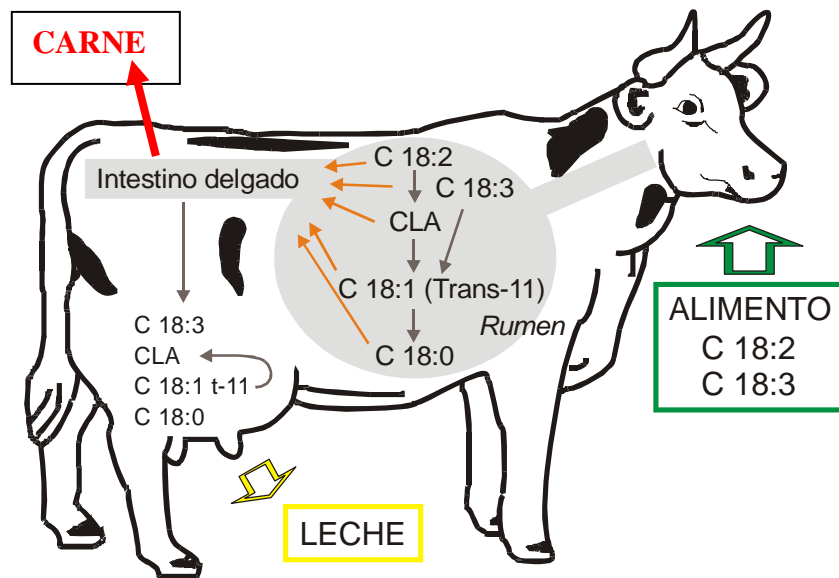
El CLA tiene el mismo largo de la cadena que el ácido linoleico (C18:2), pero en el CLA los dobles enlaces son conjugados. (Mulvihill, 2001). La estructuración de los dobles enlaces (insaturación) de los ácidos grasos naturales obedece a un patrón muy característico y conservado. En un ácido graso diinsaturado, ambos dobles enlaces siempre estarán separados por un carbono intermedio que no participa de la estructura de insaturación. Esto es, un ácido graso donde los dobles enlaces están entre los carbonos 9-10 y 12-13, el carbono 11 no participará de la estructura de insaturación. Esta sería una estructura no conjugada y el carbono 11 se le designaría como un carbono metilénico intermedio. Este es el caso de la estructura de la mayoría de los ácidos grasos en su forma natural. Sin embargo, como consecuencia de la manipulación tecnológica de las grasas y aceites y/o por efecto de la metabolización a nivel celular de ciertos ácidos grasos, es posible que un doble enlace cambie de posición, siguiendo el ejemplo anterior, desde la posición 9-10 a la 10-11, o de la posición 12-13 a la 11-12. En ambos casos desaparecería el carbono metilénico intermedio y el ácido graso formado se transformaría en una estructura “conjugada”, o sea, en un ácido graso conjugado.

El ácido linoleico conjugado se produce en animales rumiantes como el primer producto intermedio en la biohidrogenación del ácido linoleico proveniente de la dieta por las bacterias del rumen, específicamente “*Butyrivibrio fibrisolvens*” (Figura 5). El segundo producto intermedio formado en la biohidrogenación del ciclo del ácido linoleico es el ácido trans octadecenoico (como el ácido trans-11 vaccénico), que resulta de la



biohidrogenación de un enlace doble en el CLA. La completa biohidrogenación del ácido linoleico resulta en el ácido esteárico (C18:0). El tejido adiposo bovino contiene la enzima delta-9-desaturasa que puede convertir ácido esteárico en ácido oleico. En alguna etapa de este proceso algunos de estos ácidos (CLA y C18:1, trans-11) escapan del rumen y se incorporan dentro de la leche y de la carne (Bell y Kennelly, 2001).

Figura 5. Biosíntesis y biohidrogenación de CLA en el bovino.



La composición lipídica del forraje consiste largamente de glicolípidos y fosfolípidos, y la mayor parte de los ácidos grasos que contiene son 2 ácidos grasos insaturados: el ácido linolénico (C18:3) y ácido linoleico (C18:2). En contraste, la composición lipídica de semillas de oleaginosas usadas en alimentos concentrados son mayoritariamente triglicéridos conteniendo predominantemente ácido linoleico y ácido oleico (cis-9 C18:1).

Kepler y Tove (1967) demostraron que el cis-9, trans-11, C18:2, el mayor isómero del CLA, es el primer intermediario formado en la biohidrogenación del ácido linoleico por la bacteria ruminal *Butyrivibrio fibrisolvens*. Esta reacción inicial involucra la isomerización del doble enlace cis-12 a trans-11 por la cis-9, trans-11 isomerasa. Se



denomina conjugado porque el doble enlace cis-12 pasa a la posición trans-11, cambiando su configuración a un simple enlace entre los carbonos 9 y 12.

El paso siguiente es la conversión de este dieno al trans-11 monoeno(trans-11 C18:1). Estos 2 pasos iniciales ocurren rápidamente. El tercer paso, la conversión de trans-11C18:1 a C18:0 (Ácido esteárico) parece involucrar un grupo diferente de organismos y ocurre a una tasa más lenta (Griinari, *et al.*, 1997). Por esta razón, la reducción del trans-11 C18:1 parece ser limitante en la secuencia de biohidrogenación de los ácidos grasos insaturados de 18 C. Como consecuencia, esta penúltima biohidrogenación acumula intermediarios en el rumen quedando más disponibles para la absorción. A causa de la extensa biohidrogenación del ácido linoleico y linolénico a C18:1 trans-11, distintos estudios sugieren que puede haber una pequeña acumulación de CLA en el rumen. Aunque está aceptado que el CLA se forma en el rumen, hay buena evidencia que mucho de este cis-9, trans-11 CLA encontrado en la leche bovina es actualmente sintetizado dentro de la glándula mamaria a partir de C18:1 trans-11 (Griinari y Bauman, 1999). Esto es posible a través de la acción de estearoyl-CoA desaturasa (delta9- desaturasa), una enzima capaz de añadir un doble enlace cis-9 al C18:1 trans-11 para obtener cis-9, trans-11 (CLA).

Griinari *et al.*, (1997) propusieron que una porción del CLA en la grasa de rumiantes era de origen endógeno, a partir de la delta-9 desaturasa presente en la glándula mamaria y en el tejido adiposo de los animales, además predijeron que la síntesis endógena de cis-9, trans-11 CLA es la mayor fuente de CLA en la grasa corporal de rumiantes.

Fuentes del ácido linoleico conjugado

El ácido linoleico conjugado se encuentra principalmente en la grasa de la carne y de la leche de los rumiantes. La grasa de la leche es considerada la fuente natural más rica en CLA (Parodi, 1977). De acuerdo con el informe de Chin *et al.*,(1992) las principales fuentes de este ácido son los productos derivados de los rumiantes, como la carne de res, que contiene 2.9 a 4.3 mg CLA/g de grasa. El contenido de CLA en los quesos naturales varía de 2.9 a 7.1 mg CLA/ g grasa. La leche de vaca tiene 5.5 mg CLA /g de grasa; sin embargo las condiciones geográficas y de estacionalidad, así como la



alimentación del animal influyen en su contenido de ácido linoleico conjugado (la leche entera de vaca contiene 3.9 mg CLA/g de grasa en invierno, mientras que en verano, 22.7 mg CLA/g grasa, en función al consumo de praderas ricas en precursores) (Tabla 16).

Los aceites vegetales, tal como los extraídos de canola, y el maíz entre otros, contienen menos ácido linoleico conjugado que las grasas de origen animal (<0.7 mg y 2.6 mg CLA/g de grasa para aceites y grasa de res, respectivamente.) Es importante mencionar que casi el 80% del CLA encontrado fue del isómero cis-9, trans-11 CLA.

Tabla 16. Concentración de CLA presente en distintos alimentos de origen animal.

ALIMENTO	CLA TOTAL (mg/g de grasa)	ISOMERO (cis- 9, trans- 11 en %)
Derivados lácteos		
Leche homogenizada	5.5	92
Mantequilla	4.7	88
Nata	4.6	90
Yoghurt natural	4.8	84
Helado	3.6	86
Quesos		
Cheddar	3.6	93
Muzzarella	4.9	95
Cottage	4.5	83
Carnes		
Fresca picada	4.3	85
Bife redondo	2.9	79
Ternero	2.7	84
Cordero	5.6	92



Cerdo	0.6	82
-------	-----	----

ALIMENTO	CLA TOTAL (Mg/g de grasa)	ISOMERO (cis- 9, trans- 11 en %)
Aves		
Pollo	0.9	84
Carne de pavo	2.5	76
Marinos		
Salmón	0.3	Nd.
Trucha de lago	0.5	Nd.
Camarones	0.6	Nd.
Aceites vegetales		
Cartamo	0.7	44
Girasol	0.4	38
Canola	0.5	44
Maíz	0.2	39

Nd: No detectable (adaptado de Chin *et al.*1992).

Efecto del consumo de CLA sobre nutrición y salud.

Son muchas las comunicaciones científicas que informan sobre las propiedades atribuidas al CLA. En la actualidad se le considera como un “regulador metabólico”. A continuación se resumen sus principales efectos y/o funciones.

1. Efectos anticarcinogénicos.



Los efectos anticarcinogénicos del CLA son quizás los mejor documentados y que a diferencia de los anteriores, están respaldadas por estudios realizados en humanos. Dentro de los distintos tipos de cáncer en los que se ha estudiado el efecto del CLA, su acción sobre el cáncer mamario parece ser la más significativa. El isómero cis- 9, trans- 11, C18: 2 es el que ejerce un efecto significativo contra el cáncer mamario y su acción es a nivel de la expresión de ciertos tipos de ARNm que codifican para receptores de membrana involucrados en la transducción de señales o en la transducción de receptores activados por proliferadores peroxisomales (PPARs). (Sanhueza *et al.*, 2002).

2. Efectos antiadipogénicos.

Existen estudios realizados en animales que demuestran que el CLA reduce la grasa corporal, aumentando proporcionalmente la masa muscular, sin disminuir el consumo de energía, lo cual sugiere un posible efecto sobre el metabolismo lipídico (Moya, 2002).

La información obtenida respecto al efecto del CLA en la reducción del peso corporal, sugiere que el ácido graso afectaría la interconversión metabólica de los ácidos grasos y produciría una activación de la β -oxidación mitocondrial. Produciría además una disminución de los niveles de leptina, que es una hormona que regula el apetito (Sanhueza *et al.*, 2002).

3. Efectos sobre el sistema inmune

Principalmente ejercen un estímulo en la síntesis de IgA, IgG, IgM y una disminución significativa de los niveles de IgE, por lo cual se presume que el ácido graso podría tener efectos favorables en la prevención y/o tratamiento de ciertas alergias alimentarias (Sugano *et al.*, 1998).

El CLA disminuye la producción de Interleukina 6 inducida por polisacáridos en macrófagos peritoneales, la producción del factor de necrosis tumoral, y la producción de prostaglandina E en el hígado de la rata.



4. Efectos antiaterogénicas e hipocolesterolémicas.

Varios estudios han proporcionado datos de que el ácido linoleico conjugado normaliza las dislipidemias y reduce las placas ateromatosas en animales experimentales. Sin embargo, son pocos los estudios realizados con CLA en humanos que han examinado su impacto en el perfil de los lípidos séricos y, además, sus resultados son inconsistentes (Moya, 2002). La información acumulada sugiere que el CLA tendría un efecto de ahorro de la capacidad antioxidante del plasma, actividad que de alguna manera se podría relacionar con efectos antiaterogénicos (Nicolisi *et al.*, 1997).

A pesar de atribuirle al CLA un efecto antiaterogénico, a través de su acción hipocolesterolémica e hipotriglicéridémica, el mecanismo de este efecto es aun desconocido, como lo es también la real proyección nutricional que tienen estos resultados experimentales (Sanhueza *et al.*, 2002).

5. Efectos antidiabéticos

El CLA mejora la sensibilidad a la insulina; normaliza la tolerancia a la glucosa; disminuye la insulina y baja los niveles circulantes de ácidos grasos libres y, por lo tanto, previene o retrasa la aparición de hiperglicemia (Moya, 2002). El CLA parece tener actividad similar a una nueva clase de drogas utilizadas en el tratamiento de la diabetes (tiazolidindionas) y además posee la ventaja de reducir el peso corporal, mientras que el tratamiento con estas drogas a menudo resulta en ganancia de peso corporal (Decker, 1999).

Factores que afectan la síntesis de CLA en carne

El contenido de CLA en carne es afectado por un sinnúmero de factores, incluyendo la proporción forraje: concentrado (Griinari *et al.*, 1998), niveles de ingesta (Timen y Patton, 1998) y de ácidos grasos insaturados, especialmente de aceites de plantas que son altas en ácido linoleico (Griinari *et al.*, 1998). La alimentación de la vaca y una suplementación estratégica son los factores de mayor impacto (Chilliard *et al.*, 2001).

Las estrategias alimenticias disponibles a incrementar los valores basales de ácido linoleico conjugado y de ácido vaccénico en carne son:



- Suministrar alimentos ricos en ácidos linoleico y linolénico.
- Factores dietarios capaces de alterar el ambiente ruminal hacia una menor biohidrogenación del ácido trans vaccénico a ácido esteárico (C18: 0).
- La interacción de ambos factores.

Los factores dietarios que afectan la producción de CLA incluyen: los efectos de la pastura, la maduración del forraje, restricciones alimentarias, consumo de aceites vegetales y de pescado, semillas intactas o procesadas y también el pH ruminal que es determinado por la acción de dichos factores (Tabla 17).

Tabla 17. Factores dietarios que afectan el contenido de CLA en leche bovina.

Factor Dietario	Contenido de CLA en grasa láctea
Substrato lipídico	
Acido graso poliinsaturado	Incremento
Acido graso saturado	Sin efecto
Semillas oleaginosas	
Semillas crudas	Sin efecto
Semillas procesadas	Incremento
Modificación del medioambiente ruminal	
Proporción forraje / concentrado	Incremento al aumentar el forraje
Restricción alimentaria	Efecto variable
Aceite de pescado	Incremento



Buffers	Mínimo efecto con suficiente fibra
Combinación	
Pastura	Incremento
Forraje maduro	Disminuye con forraje mas maduro
Suplemento con CLA	Incremento

Según Camps, (2004) las condiciones óptimas para la síntesis de CLA en carne se producen a partir del aporte de ácidos grasos insaturados provenientes de forrajes frescos que aseguran un ambiente ruminal óptimo para la fermentación. Se ha informado sobre variaciones estacionales en las concentraciones de CLA en carne, observándose las concentraciones mas altas en primavera-verano sugieren que este incremento durante el verano esta relacionado al aumento en el consumo de pasto tierno.

Según Gagliostro *et al*, 2004; la alimentación en base pastoril resulta un factor predisponente para lograr una carne enriquecida en CLA, si las pasturas consumidas son de alta calidad y se encuentran en estado inmaduro. Vacas pastoreando permanentemente sobre pradera natural obtuvieron 500% mas de CLA en comparación a vacas alimentadas con raciones totales mixtas (TMR) basadas en forraje y grano en una proporción de 50:50 (Dhiman *et al.*, 1999).

La madurez del forraje parece ser un factor importante, ya que dietas que contienen forraje en etapa temprana de crecimiento, obtienen mayores incrementos en el contenido de CLA, comparada a dietas que incluyen forraje de crecimiento tardío o de



segundo corte (Chouinard *et al.*, 1998). La concentración lipídica en las pasturas y el % de ácido linolénico(C18:3) suele ser alto en crecimientos tempranos de primavera (forrajes muy tiernos) o al final del otoño, para decaer marcadamente con la madurez del forraje. La diversidad de especies forrajeras disponibles en la pradera también incrementa el contenido de CLA (Collomb *et al.*,2002a) y también se ve influenciado por la altitud del pasto.(Collomb *et al.*,2002b).

Según Griinari y Bauman (1999), el efecto enriquecedor de las pasturas sobre los niveles de CLA, es consecuencia del consumo del ácido linolénico proveniente del pasto, su posterior conversión a trans-11 C18: 1 a nivel ruminal y la subsiguiente conversión a cis-9, trans-11 CLA, por obra de la delta-9 desaturasa mamaria.

Cambios en la población bacteriana ruminal, así como una incrementada producción de propionato, son a menudo el resultado de un pH ruminal disminuido (Van Soest, 1994). Asociada a estos cambios, una dieta alta en concentrado y baja en fibra, incrementa la producción ruminal y el contenido de ácido trans- octadecenoico en la grasa de la carne (Griinari *et al.*, 1998). Es difícil distinguir entre la cantidad de sustrato lipídico y los efectos del pH ruminal sobre la biohidrogenación. Por ejemplo: disminuyendo la proporción forraje: concentrado de la dieta de 50:50 a 20:80 se han obtenido distintos resultados, tal como un incremento y una disminución (Griinari *et al.*, 1998) en la concentración de CLA, posiblemente por efecto del tipo y condición de la pradera y de los ingredientes del concentrado.

El contenido de CLA de la grasa corporal puede también ser incrementado a través de suplementos de CLA sintético en la dieta. Investigaciones previas han establecido que este incremento en la concentración de CLA en la grasa láctea es dosis-dependiente. Los suplementos contienen distintos isómeros del CLA, principalmente: cis/trans 8,10; cis/trans 9,11; cis/trans 10,12 y cis/trans 11/13; y se ha demostrado que todos los isómeros del CLA son transferidos a la grasa (Chouinard *et al.*, 1999a; 1999b) Se sabe además que los isómeros del CLA (especialmente el isómero trans-10 C18:1) tienen un efecto depresor sobre el contenido de grasa (Griinari *et al.*, 1997). De acuerdo a la evidencia disponible, es probable que el CLA suplemental disminuye el contenido de grasa láctea a través de la inhibición de la síntesis de novo de ácidos grasos en la glándula mamaria (Loor and Herbein, 1998).



La adición de plantas oleaginosas en la dieta resulta en un incremento sustancial en la concentración de CLA en la grasa. Los aceites vegetales se obtienen de maravilla, soja, maíz, canola, linaza y maní (Bauman *et al.*, 1999). Rule *et al* (1994) señalan que dietas con soya y canola no tienen efecto sobre la grasa en la canal. Sin embargo, los animales alimentados con extrusado de canola presentaron niveles bajos de 16:0 y altos niveles de 18:0, 18:3 y 20:1. Según Camps (2004), el agregado de aceites vegetales a la dieta de vacas en pastoreo aumenta generalmente el CLA, sin embargo no es frecuente que lo hagan a una concentración mayor al 2 o 2,5 por ciento.

La utilización de la semilla entera de girasol, así como la de otras oleaginosas, resulta en una práctica de bajo costo a fin de vehiculizar el ácido linoleico (precursor en la formación de CLA) sin afectar negativamente el metabolismo del rumen y la respuesta productiva de la vaca (Gagliostro, 2003). Al incluir semillas de girasol al 7% de la dieta en base a materia seca (M.S), se duplicó el contenido de cis-9, trans-11 CLA y se triplicó el contenido de trans-10, cis-12 CLA de la grasa (He *et al.*, 2003).

Similarmente semillas de raps, canola y maní y la oliva, las cuales son ricas en ácido oleico (cis-9, C18:1 OLA), pero también tienen algo de LA y LNA, han demostrado aumentar el CLA de la grasa (Whitlock *et al.*, 2002; Looor *et al.*, 2002)

El tratamiento de las semillas oleaginosas con calor y presión (extrusado), es una vía idónea para alcanzar altos valores de CLA. Para suministrar granos de oleaginosas, la práctica usual es el triturado o el molido, con lo cual se obtiene un contacto rápido y eficaz entre el aceite y las bacterias ruminales.

El aceite de linaza tiene aproximadamente 60% de C18: 3, y la suplementación en una dieta en lactancia debería incrementar el CLA a través de la biohidrogenación ruminal a C18: 1 trans-11 (Dhiman *et al*, 1999). Al alimentar vacas lecheras con una cantidad de semillas de linaza superior al 4.1% de la dieta en base materia seca(MS), la concentración de ácidos grasos de cadena corta y media fue reducida, mientras que la concentración de ácidos grasos poliinsaturados y de cadena larga, incluyendo al CLA, fue incrementada (Soita *et al.*, 2003).

7. Carne en sistemas ecológicos.



Desde hace años se viene además evaluando otros sistemas de manejo para mejorar la calidad de la canal. Hansson *et al*, 2000, comparado la calidad de la canal de sistemas orgánicos v/s convencionales señalando que en cuanto a lesiones un 28 % es de animales criados convencionalmente la presentaban en comparación de un 17 % en animales con sistema orgánico. La evaluación del porcentaje de la canal fue mayor en animales bajo sistema productivo convencional. la proporción de grasas era más baja que la de ganados convencionalmente criados.

Bibliografía

Allen V.G.; J.P. Fontenot; R.F. Kelley; D.R. Notter. 1996. Forage systems for beef production from conception to slaughter: III. Finishing systems. *Journal of Animal Science* 74: 625-638.

Andersson A.; C. Nälsen; S. Tengblad and B. Vassby. 2002. Fatty acid of skeletal muscle reflects dietary fat composition in humans. *Am J. Clin. Nutr.* 76:1222-1229.

Aranibar M. 1995. Efecto de la restricción alimentaria, contenido de grasa y proteína en la dieta sobre el engrasamiento de broilers. Departamento de zootecnia. Facultad de Agronomía e Ingeniería forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile.

Bauman, D.E., L. H. Baumgard, B. A. Corl, and J. M. Griinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. Cornell University, Ithaca, NY 14853 and Helsinki University, Helsinki, 0014 Finland. Proceedings of the American Society of Animal Science. www.asas.org/jas/simposia/proceedings/0937.pdf



Bell, John A. and John J Kennelly. 2001. "Conjugated Linoleic Acid Enriched Milk: A Designer Milk with Potential". *Advances in Dairy Technology* (2001) Volume 13: 213-228.

Briskey E.J.; R.W. Bray. 1964. A special study of the beef grade standarts for Amerian National Cattlemen's association. A.N.C.A.

Cabrero Poveda. 1991. Factores que definen las características cualitativas de la carne. *Boris*. 38. 39-79.

Camps, D.N. "Cambios en la composición de la grasa de la leche". *Bovinos de leche, Nutrición animal. Area de Nutrición y Alimentación Animal. U.B.A. Documento electrónico, Fuente Internet. 2004. Disponible en http://www.nutrihelpanimal.com.ar/BOVINOS_LECHE/tex_publ2.htm*

Casas E.; J. W. Keele, S. D. Shackelford, M. Koohmaraie and R. T. Stone. 2004. I Identification of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattle. *Animal Genetics*. Volume 35 Page 2

Chilliard, Y., A. FerlaY and M.Doreau. 2001. "Effect of diferent types of forages, animal fat of marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids". *Livest Prod. Sci.*, 70: 31-48.

Chin, S. F., W. Liu, J. M. Storkson, Y. L. Ha, and M. W. Pariza. 1992. "Dietary sources of conjugated dienöic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens". *J. Food Comp. Anal.* 5:185-197.

Chouinard, P.Y., L. Corneau, M.L. Kelly, J.M. Griinari and D.E. Bauman. 1998. "Effect of dietary manipulation on milk conjugated linoleic acid concentrations." *J. Dairy Sci.* 81 (Suppl.1): 233 (Abstr.).

Chouinard, P.Y., L. Corneau, D.M. Barbano, L. E. Metzger, and D.E. Bauman. 1999a. "Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows". *J. Nutr.* 129: 1579 - 1584.

Chouinard, P.Y., L. Corneau, A. Saebo , and D.E. Bauman. 1999b." Milk yield and composition during abomasal infusion of conjugated linoleic acids in dairy cows". *J. Dairy Sci.* 82: 2737 - 2745.

Collomb, M., U. Butikofer, R. Sieber, B. Jeangros and J.O.Bosset. 2002^a. "Composition of fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland using high- resolution gas chromatography." *Int. Dairy J.* Vol.12: 649-659.

Collomb, M., U. Butikofer,R. Sieber, B. Jeangros and J.O.Bosset. 2002^b. "Correlation between fatty acids in cow's milk fat produced in the lowlands, mountains and highlands of Switzerland and botanical composition of fodder." *Int. Dairy J.* Vol.12: 661-666.



Comerford J.W.; H.W.Harpster; V.H. Baumer.2001. The effects of grazing, liquid supplements, and implants on feedlot performance and carcass traits of Holstein steers. *Journal of animal science* 79, 325-332.

Decker, E. A. 1999. Conjugated Linoleic Acid and Dietary Beef- AN Update Nutrition Research, National Cattlemen's Beef Association, 444 North Michigan Ave. Chicago, IL 60611.

Dhiman, T.R., G.R. Anand, L.D. Satter, and M.W. Pariza. 1999. "Conjugated Linoleic Acid Content of Milk from Cows Fed Different Diets" *J. Dairy Sci* 82: 2146- 2156.

Duckett S.K. D.C. Wagner, L.D.Yates; H.G. Dolezal; S.G. May. 1993. Effects of time on feed on beef nutrient composition. *Journal of Animal Science* 71: 2079-2088.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Acceso 2006. (http://www.fao.org/index_es.htm)

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Acceso 2006. (<http://faostat.fao.org/>).

Fiona C. Buchanan, Carolyn J. Fitzsimmons, Andrew G. Van Kessel, Tracey D. Thue, Dianne C. Winkelman-Sim and Sheila M. Schmutz . 2002. Association of a missense mutation in the bovine leptin gene with carcass fat content and leptin mRNA levels. *Genet.sel.Evol.*34. pp: 105 – 116.

Gagliostro, G. A. 2003. "Semilla de girasol: una herramienta nutricional para valorizar la calidad de la grasa butirosa". Documento electrónico, fuente Internet. Disponible en www.asagia.org.ar/publicaciones.

Gagliostro, G.A. 2004."Leches con alto impacto sobre la salud humana." Area de Publicaciones, INTA EEA Balcarce (84 páginas).

Griinari, J.M., P.Y. Chouinard, and D.E. Bauman. 1997 "Trans fatty acid hypothesis of milk fat depression revised" *Proceedings Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*Pages 208

Griinari , J.M., D.A. Dwyer, M.A. McGuire, D.E. Bauman, D.L. Palmquist, and K. V. V. Nurmela. 1998. "Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows". *J. Dairy Sci.* 81: 1251- 1261.

Griinari, J. M., and D. E. Bauman. 1999. "Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants". *In Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, ed M. P. Yurawecz, M. M. Mossoba, J. K. G. Kramer, M. W. Pariza, and G. J. Nelson, Vol.1 pp.180-200. Eds Champaign, IL: AOCS. 216. 59th Cornell Nutrition Conference, Ithaca, New York, 1997.

Gorrachategui M. 1997. Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal en terneros. XIII Curso de Especialización FEDNA. Ibérica de Nutrición Animal S.L.



Ha, Y. L., J. Storkson, and M.W. Pariza. 1990. "Inhibition of benzo(a)-pyrene-Induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid". *Cancer Res.*, 50:1097-1101.

He, M. L., P. Mir, K. Beauchemin, M. Ivan and Z. Mir. 2003. "Effects of dietary sunflower seeds on lactation performance and conjugated linoleic acid (CLA) content of milk". *Agriculture and Agrifood Canada*, Alberta, Canada.

Horiguchi Ken-ichi and T. Takahashi. 2002. Effect of ruminal dosing of mechanical stimulating brush on carcass characteristics and fatty acid composition of dressed carcass fat in fattening Holstein steers fed with high-concentrate diets. *Animal Science Journal*. Volume 73 Page 191

Huerta-Leidenz N.; L. Arenas de Noreno; S. Uzcátegui; A. Vidal-Ojeda; G. Colina y N. Jerez-Timaure. 2002. Valor nutritivo de la carne del búfalo de agua (*Bubalus bulalis*) VS vacunos acebuados con similares rasgos de canal.

Huerta-Leidenz, NO, Cross, HR, Lunt, DK, Pelton, LS, Savell, JW, Smith, SB. 1991. Growth, carcass traits and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. *Journal of Animal Science* 69, 3665–3672.

Jenkin T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of dairy science* 76: 3851 - 3863.

Kaneko, J.J. 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4th ed. Academic Press, Inc. San Diego.

Kang J.X; J. Wang; L. Wu and Z.B.Kang. 2004. Fat-1 mice convert n-6 to n-3 fatty acids. *Nature*: Vol 427, pp: 504.

Kover S.; H. Vos.; C.A. Leede; J. Meindertma.; C.A. De Leede. 1984. Meat production from calves depending on genotype and feeding level. *Bedrijfsontwikkeling*. 15: 11. 867-869.

Kover S.; H. Vos.;P.L. Bergstrom;M.W.A. Verstegen; G. Kleinhout. 1987. Meat production from calves depending on genotype and feeding level. *Anim. Prod.*Vol 45: 415-421.

Listrat A; P. Brigitte; J. Rolland; C. Hervé, Jean-Rémy Peccatte, D. Micol, G. Yves and D. Dozias. 2001. Grass valorisation and muscular characteristics of blonde d'Aquitaine steers. *Anim. Res.* 50 pp: 105-118

Loor, J.J., and H. Herbein. 1998 "Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk fat concentration and yield by inhibiting de novo fatty acids synthesis" *J. Nutr.* 128: 2411 – 2419.



Loor, J.J., H. Herbein and T.C. Jenkins. 2002^a. “Nutrient digestion, biohydrogenation, and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. *Anim. Feed Sci. Tec.*, 97:65-82.

Moya C. Silvia, 2002. “Alimentos funcionales de origen animal: el ácido linoleico conjugado e la carne y de los productos lácteos”. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC, Departamento de Nutrición Humana, División de Nutrición.

Mulvihill Breda, 2001. “Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA)”. *British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin*, 26, 295- 299.

Nicolisi, R.J., E. J. Rogers., D. Kritchevsky., J.A. Scimeca and P. J. Huth. 1997. “Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoprotein and early aortic atherosclerosis in rabbits.” *Atherosclerosis* 1994; 108: 19- 25.

NRC. National Research Council. 1981. United States – Canadian.

Parodi, P. W. 1977.” Conjugated octadecadienoic acids of milk fat.” *J. Dairy Sci.* 60:1550-1553.

Patterson D.C.; C.A. Moore; R.W. Steen. (1994). The effects of plane of nutrition and slaughter weight on the performance and carcass composition of continental beef bulls given high forage diets. *Anim. Prod.* 58: 1. 41-47.

Rule D.C. ; Busboom J.R.; Kercher C.J. 1994. Effect of dietary canola on fatty-acid composition of bovine adipose-tissue, muscle, kidney, and liver. *Journal of Animal Science* 72 (10): 2735-2744

Robelin J.; and R. Daenicke. 1980. Variation of net requirements for cattle growth with liveweight, liveweight gain, breed and sex. *Ann. Zootech.* 29 HS. 15-30.

Sanhueza J., S. Nieto, y A. Valenzuela. 2002. “Ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso”. *Revista Chilena de Nutrición* 29 (2): Documento electrónico, fuente Internet. Extraído día 06 de Septiembre del 2004. Disponible en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci>

Scott M.; M. Nesheim; R. Young.1982. *Nutrition of the chicken* (3^{er} ed.). M.L. Scott and Associates, publishers. Ithaca, New York. USA. Pp: 562.

Schoonmaker J.; F.L. Fluharty; S.C. Loerch; T.B. Turner; S.J. Moeller; D.M. Wulf. 2001. Effect of weaning status and implant regimen on growth performance, and carcass characteristics of steers. *Journal of animal Science* 79: 1074-1084.

Soita, H.W., J.A. Meier, M. Fehr, P. Yu, D.A. Christensen, J.J. Mckinon and A.F.Mustafa. 2003. “ Effects of Flaxseed supplementation on Milk Production, Milk



Fatty Acid Composition and Nutrient Utilization by Lactating Dairy Cows". *Arch. Anim. Nutr.*, April 2003, vol. 57 (2): 107-116.

Steen R. W. J. and A.E. Robson. 1995. Effects of forage to concentrate ratio in the diet and protein-intake on the performance and carcass composition of beef heifers. *Journal of Agricultural Science* 125: 125-135.

Steen R. W. J. and D.J. Kilpatrick. 1995. Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of 3 breed crosses. *Livestock Production Science* 43 (3): 205-213.

Steen R. W. J. 2002a. Effects on performance and carcass composition of turning beef cattle out to pasture early in the spring. *Grass & Forage Science*. Volume 57 Page 401

Steen R. W. J., D. J. Kilpatrick, and M. G. Porter. 2002 b. Effects of the proportions of high or medium digestibility grass silage and concentrates in the diet of beef cattle on liveweight gain, carcass composition and fatty acid composition of muscle. *Grass & Forage Science*. Volume 57: Page 279

Steen R. W. J. and M. G. Porter. 2003. The effects of high-concentrate diets and pasture on the concentration of conjugated linoleic acid in beef muscle and subcutaneous fat. *Grass & Forage Science*. Volume 58. Page 50.

Simopoulos A. P. 2000. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science* 79: 961-970.

Sugano, M., A. Tsujita., M. Yamasaki., M. Noguchi, and K. Yamada. 1998. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediator and immune globulins in rats." *Lipids* 1998; 33: 521 – 527.

Sugimoto M.; S. Kuzuoka; Ch. Yayota and Y. Sato. 2004. The effects of grazing during the grazing period on subsequent finishing performance and carcass quality in Japanese Black cattle steers. *Animal Science Journal*. Volume 75 Page 29-35

Takahashi, T, T. Kayaba. 1993. Effect of propionate supplement on the fatty acid composition of adipose tissue in sheep fed with high concentrate ration. *Japanese Journal of Zootechnical Science* 64, 813–815.

Timmen H. and S. Patton. 1988. "Milk fat globules: fatty acid composition, size and in vivo regulation of fat liquidity". *Lipids*. 23:685-689.

Toshihiro NADE, Toshiaki OKUMURA, Satsuki MISUMI and Kazuhisa FUJITA. 2005. Effects of feeding different levels of concentrate on growth and carcass characteristics in younger Japanese Black cattle. *Animal Science Journal*. Volume 76 Page 43



Van Soest, P.J.1994. "Nutritional Ecology of the Ruminant." (2nd Ed.), Cornell University Press, Ithaca, N.Y.

Whitlock, L.A., D.J. Schingoethe, .R. Hippen, K.F. Kalscheur, R.J. Baer, N. Ramaswamy and K.M. Kasperson. 2002. "Fish oil and extuded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately" *J.Dairy Sci.* 85: 234-242.