



ACIDO LINOLEICO CONJUGADO-CLA EN ALIMENTOS
CONJUGATED LINOLEIC ACID – CLA IN FOODS

Rafael Alberto Paz Cabrera

Universidad Nacional de Bogotá

Programa de Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Facultad de Ciencias

Héctor Suárez Mahecha MSc PhD

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá

Director

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá

Facultad de Ciencias

Departamento de Química

Bogotá D.C., 2009



ACIDO LINOLEICO CONJUGADO-CLA EN ALIMENTOS
CONJUGATED LINOLEIC ACID – CLA IN FOODS

Rafael Alberto Paz Cabrera

Código: 01107395

Universidad Nacional de Bogotá

Programa de Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Facultad de Ciencias

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de
Alimentos

Dirigido por:

Héctor Suárez Mahecha MSc PhD

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá

Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá

Facultad de Ciencias

Departamento de Química

Bogotá D.C., 2009

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Héctor Suárez Mahecha MSc PhD, Profesor asistente Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
GLOSARIO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCION	
JUSTIFICACIÓN	
METODOLOGÍA	
Generalidades de los lípidos	1
Denominación y nomenclatura	3
Acido Linoléico Conjugado	9
Obtención de ácido linoleico conjugado	10
Propiedades medicinales	21
Conclusiones	25
Bibliografía	27

LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. Ácidos Grasos	7
TABLA 2. Contenido de CLA en alimentos	13
TABLA 3. Composición en productos lácteos	15
TABLA 4. Composición de CLA en leche, crema, mantequilla, grasa.	17
TABLA 5. Perfil de ácidos grasos en ovejas lecheras	19
TABLA 6. Comparativo entre diferentes pasturas en leche de oveja	20
TABLA 7. Concentración de lípidos totales en diferentes concentraciones de CLA.	24

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1. Sistema de enlaces dobles conjugados	5
FIGURA 2. Sistema de enlaces dobles no conjugados	6
FIGURA 3. Acido Linoléico Conjugado	9
FIGURA 4. Acido Linoléico Conjugado Cis	10
FIGURA 5. Obtención Acido Linoléico Conjugado	12

GLOSARIO

Acido Graso: biomolécula orgánica de naturaleza lipídica, compuesta por carbono, hidrógeno y oxígeno, con un grupo carboxilo terminal.

Ácido omega 3: ácido graso insaturado que presenta su primer doble enlace en el carbono 3 de su cadena carbonada.

Ácido omega 6: ácido graso insaturado que presenta su primer doble enlace en el carbono 6 de su cadena carbonada.

Ácido omega 9: ácido graso insaturado que presenta su primer doble enlace en el carbono 9 de su cadena carbonada.

CLA: Ácido Linoléico Conjugado; isómero de ácido linoléico.

DHA: Ácido Docosahexaenóico.

Enlace conjugado: hace referencia a la alternación con un enlace sencillo.

Enlace tipo Cis: cuando los átomos de carbono se ubican espacialmente hacia el mismo lado, en un isómero.

Enlace tipo Trans: cuando los átomos de carbono se ubican espacialmente en diferente lado, en un isómero.

EPA. Ácido Eicosapentaenóico.

Glicerol: molécula de tres átomos de carbono unidos con cinco átomos de hidrógeno y tres grupos hidroxilo.

LA: Ácido Linoléico.

PUFA: ácido graso poliinsaturado

Isómero: compuesto molecular que tiene igual fórmula molecular, pero diferente composición espacial.

RESUMEN

El ácido linoléico conjugado CLA, es un compuesto químico de gran importancia en la naturaleza, por la actividad biológica en el organismo. Químicamente es un isómero de ácido linoléico obtenido, obtenido básicamente por tres mecanismos; el primero por bioconversión del ácido linoleico, presente en el rumen de los animales, segundo por producción de metabolitos intermedios en la producción de ácido esteárico y finalmente por la fermentación de la leche mediante algunas cepas de microorganismos. Estudios revelan que el efecto benéfico del CLA, está enfocado básicamente hacia la salud humana, donde han sido determinadas propiedades como anticancerígeno, incremento de la actividad inmunitaria, reductor de la inflamación, asma, arterosclerosis, síntomas de la diabetes, e hipertensión entre otras, además disminuye los efectos catabólicos de la estimulación del sistema inmunológico, y el incremento de grasa corporal, favoreciendo el aumento de masa corporal magra.

Las fuentes de CLA, detectadas son básicamente la leche, lácteos y carne de bovinos y porcinos, sin embargo también se ha encontrado CLA, en otros alimentos como huevos y semillas entre otros.

Palabras clave:

CLA: Ácido Linoléico Conjugado; isómero de ácido linoléico.

LA: Ácido Linoléico.

Anticancerígeno.

ABSTRACT

The conjugated linoleic acid CLA is a chemical compound of great deal of importance in nature due to the biological activity in the organism. Chemically it is an isomer of linoleic acid found, obtained mainly by three mechanisms: the first is the bioconversion of linoleic acid presented in the rumen of animals, the second is the production of intermediate metabolites during the production of stearic acid and finally, the fermentation of milk by some strains of microorganisms.

Studies show that the beneficial effect of CLA, is focused primarily towards human health, which have been identified as anti-cancer properties, increased immune activity, reducing inflammation, asthma, atherosclerosis, symptoms of diabetes, and hypertension among others, also decreases the catabolic effects of immune system stimulation, and increased body fat, favoring an increase in lean body mass.

Keywords:

CLA: Conjugated Linoleic Acid.

LA: Linoleic Acid

Anticancer

INTRODUCCION

La presente revisión tiene como objetivo realizar un estudio y análisis sobre la importancia del ácido linoléico conjugado CLA en alimentos, particularmente en leche, derivados lácteos y cárnicos, cambios en el perfil graso en rumiantes en diferentes épocas del año, efecto de la adición de aceite de pescado y girasol en la dieta de los rumiantes, variación de los productos procesados como quesos, productos cárnicos, aplicaciones y usos de CLA, sobre todo como efecto antioxidante, anticancerígeno y antidiabético.

Haciendo referencia a la definición y características de los ácidos grasos, como componentes de los lípidos, rara vez se presentan en estado libre. Dependiendo del tipo de enlace carbono – carbono se pueden clasificar en dos tipos: saturados e insaturados. El primero de ellos, está compuesto por enlaces sencillos entre los átomos de carbono, mientras que para los insaturados, se reconoce que son los que poseen el doble enlace en su cadena. Por otro lado, como se mencionó anteriormente, estos dos tipos de ácidos forman parte de los lípidos, cuya fuente puede ser animal o vegetal. Una característica común en los lípidos de origen animal, es la presencia de CLA en tejidos de animales de origen terrestre, marino y en lácteos.

Cabe anotar que la presencia de ácidos grasos en forma libre, en los alimentos indica una posible hidrólisis de los acilglicéridos por acción de las lipasas que puede dar características positivas o negativas a las propiedades organolépticas de los alimentos. El ácido linoleico es un ácido graso esencial, es decir que el cuerpo humano no es capaz de sintetizarlo, motivo por el cual se debe consumir

en los alimentos. La importancia radica en las propiedades nutritivas y antioxidantes, principalmente como anticancerígeno y antidiabético. El ácido linoleico se encuentra de forma natural en los rumiantes, que son capaces de conjugarlo gracias a la acción de ciertas bacterias que poseen en el rumen.

JUSTIFICACION

Es necesario plantear la siguiente propuesta teniendo en cuenta algunas consideraciones:

El primero de ellos está enfocado hacia la parte profesional y personal, que me permitirá tener una visión más amplia y un conocimiento profundo sobre la importancia del CLA en los alimentos. Pues este tema es innovador y está tomando fuerza a nivel internacional, para lo cual el aporte de mi investigación puede ser representativo. En la parte académica, este trabajo será de gran aplicación, debido a que los resultados serán presentados en un artículo para publicación. De otra parte esta monografía respecto a la especialización tiene aplicación en la medida que este trabajo aporta elementos importantes al estudio de la ciencia y tecnología de los alimentos, como se dijo anteriormente, al ser un tema novedoso y de gran interés en todos los campos de la ciencia de los alimentos no hay un trabajo investigativo que recopile los diferentes artículos, y mucho menos, un trabajo que desde Colombia presente de forma concreta este tema.

Consecuentemente, este proyecto encuentra sustento en la mayoría de asignaturas propuestas por el programa en ciencia de alimentos, entre ellas: ciencia de alimentos, procesamiento de alimentos, análisis sensorial, tecnología de origen animal y subproductos lácteos.

METODOLOGIA

La metodología que se seguirá para el desarrollo de este trabajo será de revisión de literatura sobre asuntos actuales del Ácido Linoléico Conjugado en alimentos, que tendrá en cuenta aspectos fundamentales de los alimentos funcionales como el análisis sensorial, ciencia y procesamiento de alimentos, tecnología de origen animal y subproductos lácteos. De esta manera se acudirá a explorar y a valorar bibliografía referente al CLA y sus aplicaciones en alimentos procesados.

Finalmente, se elaborará un artículo de actualización sobre la materia enfocado en alimentos procesados, especialmente en leche y sus derivados así como también en productos cárnicos.

Con el fin de llevar a cabo esta metodología, se revisarán las siguientes fuentes:

- Libros.
- Artículos Científicos

GENERALIDADES DE LOS LIPIDOS

Una dieta adecuada para el ser humano debe estar constituida de manera controlada y balanceada por proteínas, minerales, vitaminas, agua, carbohidratos y lípidos. Este último componente presenta un compuesto denominado ácido linoléico conjugado (CLA, por sus siglas en inglés), que presenta ciertas características como antioxidante, destacándose principalmente en algunos alimentos de origen animal. En forma genérica, los lípidos son compuestos abundantes en la naturaleza, y de vital importancia para el desarrollo del ser humano, por ser fuente de energía concentrada, presentando casi el doble de valor energético que los carbohidratos o las proteínas.¹ La composición molecular de los lípidos es básicamente carbono, oxígeno e hidrógeno y en casos especiales puede contener fósforo y nitrógeno. Los lípidos son solubles en disolventes orgánicos como el etil éter o el cloroformo u otros disolventes no polares, e insolubles en agua².

Entre las formas más comunes de los lípidos están las grasas y los aceites; ambas son básicamente triglicéridos (que es una combinación de tres ácidos grasos con una molécula de glicerol), en los que moléculas de ácidos grasos están unidas por enlaces tipo éster al glicerol, es decir los ácidos grasos están esterificados³. Además la molécula de glicerol tiene tres átomos de carbono, unidos con cinco

¹ P. D. Warris. Ciencia de la carne, Ed. Acribia S.A., Zaragoza España. 2003. Pag. 46

² BADUI, Salvador. Química de los alimentos, Universidad Nacional de México, Alhambra Mexicana. 1982. Pag. 161.

³ P. D. Warris. Ciencia de la carne, Ed. Acribia S.A., Zaragoza España. 2003. Pag. 46

átomos de hidrógeno y tres grupos hidroxilo (OH)⁴ y existen cuatro enlaces por cada uno de los átomos de carbono, otorgando características especiales para grasas y aceites.

La presentación de la grasa a temperatura ambiente es sólida, diferente a la apariencia física de un aceite que generalmente está en forma líquida, igualmente el origen de la grasa, es de tejido animal, mientras que los aceites provienen fundamentalmente de semillas oleaginosas. Otras características relevantes cuando de alimentos se trata, son las propiedades sensoriales que aportan, básicamente tienen incidencia directa sobre la palatabilidad. En cuanto a características fisicoquímicas sobresale el punto de fusión de grasa vs aceite; la oxidación (reacción que ocurre entre los dobles enlaces de la insaturación, causante de la variación en “sabor” en grasas y aceites, muchas veces indeseables); hidrogenación (reacción que ocurre entre los dobles enlaces de la insaturación, causante de la rancidez en grasas y aceites); hidrólisis que origina ácidos grasos libres; lipólisis e interesterificación enzimática (que originan una “migración” e intercambio de radicales de ácidos grasos de un punto a otro con el fin de otorgar nuevas características a grasas o aceites)⁵, entre otras. Es de resaltar que las reacciones químicas tiene lugar en los puntos de insaturación de la cadena de los ácidos grasos o el punto donde los ácidos grasos están unidos a la molécula de glicerol (unión éster)⁶.

⁴ HARRY Lawson. Aceites y grasas alimentarios. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1999. Pag. 3

⁵ HARRY Lawson. Aceites y grasas alimentarios. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1999. Pag. 24

⁶ HARRY Lawson. Aceites y grasas alimentarios. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1999. Pag. 15

La naturaleza individual de los ácidos grasos que componen el triglicérido determina el punto de fusión, susceptibilidad a la oxidación y valor nutricional. Determinando propiedades organolépticas, reológicas, químicas y físicas, cabe anotar que la oxidación es quizá la característica más indeseable entre los lípidos, ya que altera propiedades fisicoquímicas esenciales.

DENOMINACIÓN Y NOMENCLATURA

Los ácidos grasos son el componente fundamental de los lípidos, y están representados por la fórmula: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$ (por lo general es una cadena compuesta por un grupo metilo terminal en un lado de la cadena y por un grupo carboxilo en el otro); la cadena es una unión de carbonos que puede estar compuesto entre 4 y 22 átomos de carbono. En cuanto a la nomenclatura existen algunas discrepancias de cómo nombrar los ácidos grasos, sin embargo es aceptado reconocer el carbono uno, como el carbono del grupo hidroxilo (según la Convención de Ginebra) el resto de la nomenclatura hace referencia a la cantidad de carbonos utilizando un prefijo griego, seguido por la terminación “anoico”, si son ácidos grasos saturados. En cuanto a los ácidos grasos insaturados es necesario especificar los puntos de insaturación, un único doble enlace se acompaña del sufijo “enoico”, paulatinamente al aumentar los puntos de insaturación son agregan los sufijos di, tri, etc., seguido de la terminación “enoico”⁷. Sin embargo en

⁷ HARRY Lawson. Aceites y grasas alimentarios. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1999. Pag. 24

muchas ocasiones es utilizado el nombre común y en ocasiones el nombre comercial, como puede observarse en el siguiente ejemplo.

El ácido saturado láurico, con fórmula molecular $C_{11}H_{23}COOH$, debería ser nombrado de acuerdo a la Convención de Ginebra como ácido dodecanóico, mientras que un ácido insaturado como el linoleico de fórmula molecular $C_{17}H_{31}COOH$ que posee dos dobles enlaces, debería denominarse ácido octadecadienóico.

De acuerdo a la clase de enlaces que pueda tener la cadena son reconocidos dos; enlaces simples C–C y enlaces dobles C=C, la presencia de uno u otro es conocido como “saturación” de ácidos grasos y están relacionados directamente según la fuente de procedencia (animal o vegetal). Las estructuras pueden ser lineales o ramificadas y en cuanto a la posición tridimensional son presentadas las posiciones *cis* y/o *trans*.⁸ Las cadenas insaturadas son las que presentan dobles enlaces dentro de la estructura.

Los ácidos grasos saturados, son llamados así por la presencia de enlaces simple C–C, también incluye a los ácidos insaturados *trans*.⁹ Una característica relevante de este tipo de ácidos es el punto de fusión, el cual es directamente proporcional con el tamaño de la cadena e inversamente proporcional a la solubilidad¹⁰. A este

⁸ M. D. Ranken. Manual de Industrias de los Alimentos. Tercera edición, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 2003. Pag. 205.

⁹ M. D. Ranken. Manual de Industrias de los Alimentos. Tercera edición, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 2003. Pag. 206.

¹⁰ BADUI, Salvador. Química de los alimentos, Universidad Nacional de México, Alhambra Mexicana. 1982. Pag. 164.

grupo pertenecen el ácido butírico, caproico, caprílico, laúrico, mirístico, palmítico, esteárico, araquídico y behénico.

En cuanto a los ácidos grasos insaturados llamados así por la presencia del doble enlace C=C, presentan mayor actividad química, debido a este tipo de enlace. El punto de fusión disminuye a medida que aumenta la insaturación (aumento del número de dobles enlaces), igualmente la sensibilidad a las reacciones de oxidación¹¹. En cuanto al punto de fusión es menor respecto a los ácidos grasos saturados.

El isomerismo presentado por los ácidos grasos es el geométrico o posicional; el primero muestra isomerismo *cis* o *trans*, básicamente la diferencia entre uno y otro es que el *cis*, es cuando los átomos de hidrógeno están al mismo lado de la cadena de carbono en los enlaces dobles, por el contrario en la posición *trans*.

El término “conjugado” hace referencia a la alternación con un enlace sencillo como es mostrado en el siguiente gráfico. Además presentan una mayor reactividad química¹²

Sistema de enlaces dobles conjugados (fig. 1)

Figura 1

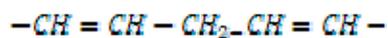


Sistema de enlaces dobles no conjugados (fig. 2)

¹¹ BADUI, Salvador. Química de los alimentos, Universidad Nacional de México, Alhambra Mexicana. 1982. Pag. 165.

¹² HARRY Lawson. Aceites y grasas alimentarios. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1999. Pag. 11-12

Figura 2



Cuando la cadena hidrocarbonada presenta un solo enlace es denominado ácido graso mono insaturados o monoenoico. Cuando presenta más de un doble enlace es denominado ácido graso poliinsaturado o polienoico. Cabe anotar que debido a la presencia de dobles enlaces, es posible presentar isomerismo geométrico (cis, trans) y posicional¹³. Al grupo de ácidos grasos monoinsaturados pertenece el miristoléico, palmitoléico, oléico, elaídico, ricinoléico, erúcico, cetoléico. Los ácidos grasos trans monoinsaturados son clasificados como saturados¹⁴.

Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA, por su sigla en inglés), como el linoléico, linolénico, araquidónico, presentan configuración *cis-cis*, y corresponden a los ácidos grasos esenciales¹⁵, indispensables para mantener el desarrollo de animales y humanos, además de la incapacidad de ser sintetizados por el cuerpo humano. Los ácidos grasos altamente insaturados como eicosapentaenoico (EPA) y docohexaenoico (DHA), son reconocidos por la formación de eicosanoides que presentan propiedades importantes en la prevención de enfermedades coronarias, problemas vasculares e inmunológicos (FAO, 1980, Holman, 1981, Padle y Podmor, 1985).

¹³ BADUI, Salvador. Química de los alimentos, Universidad Nacional de México, Alhambra Mexicana. 1982. Pag. 165.

¹⁴ M. D. Ranken. Manual de Industrias de los Alimentos. Tercera edición, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 2003. Pag. 206.

¹⁵ M. D. Ranken. Manual de Industrias de los Alimentos. Tercera edición, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 2003. Pag. 206.

Los ácidos grasos omega 3 (ω -3, n-3) y 6 (ω -6, n-6), son reconocidos como PUFA (ácidos grasos poliinsaturados) con una cadena carbonada de entre 18 y 22 átomos¹⁶. La nomenclatura para los ácidos grasos es iniciada donde presenta el primer doble enlace a partir del extremo metilo terminal (CH₃) de la molécula. Los principales ácidos grasos omega 3 son el ácido linolénico 18:3, ácido eicosapentaenóico (EPA) 20:5, ácido docosahexaenóico (DHA) 22:6, en cuanto a los omega 6 los principales son el linoleico 18:2 y el araquidónico 20:4.

En la siguiente tabla es presentada la clasificación de omega conocida, con enlaces *cis*, no conjugados. Las principales familias son omega (ω , n) 9, 6, y 3. La familia ω 9, tiene un solo doble enlace, la familia ω 6, puede tener dos, tres o cuatro dobles enlaces y la familia ω 3 tiene tres, cinco y/o seis dobles enlaces.

Tabla 1

Abreviatura	Estructura	Nombre común
18: 1(9)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-CH ₂ - (CH ₂) ₆ -COOH	Ácido oleico
22: 1(13)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-CH ₂ - (CH ₂) ₁₀ -COOH	Ácido erúcico
24: 1(15)	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH=CH-CH ₂ - (CH ₂) ₁₂ -COOH	Acido nervónico
18: 2(9,12)	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -(CH=CH-CH ₂) ₂ - (CH ₂) ₆ -COOH	Ácido linolénico

¹⁶ SUAREZ Hector. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. 2002

18: 3(6,9,12)	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3-$ $(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$	Ácido γ linolénico
20: 4(5,8,11,14)	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_4-$ $(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	Ácido araquidónico
18: 3(9,12,15)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3-$ $(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	Ácido α linolénico
20: 5(5,8,11,14,17)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_5-$ $(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	EPA
22: (4,7,10,13,16,19)	6 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_6-$ $(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	DHA

También existen ácidos grasos de doble enlace pero configuración trans no conjugado como el elaidico 18: 1 (tr9) y linolelaídico 18: 2 (tr9, tr12); igualmente ácidos grasos con dobles enlaces conjugados es decir *cis* y *trans*, como el ácido α eleostearico β eleostearico y parinarico.¹⁷

En cuanto a los ácidos grasos omega, varios estudios han revelado la importancia como antioxidantes en el cuerpo humano, también son depósito de energía y formación de membranas celulares. Los ácidos grasos omega 3 y 6 tienen funciones biológicas distintas y bien definidas.¹⁸

¹⁷ M. D. Ranken. Manual de Industrias de los Alimentos. Tercera edición, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 2003. Pag. 180

¹⁸ SUAREZ Hector. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. 2002

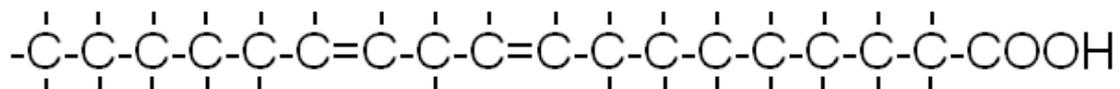
Los ácidos grasos que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben aportarse en la dieta diaria se reconocen como esenciales (EFA, Essential Fatty Acids); a este grupo pertenecen el ácido linoleico o ácido α - linoleico a partir de este tipo de ácido, es posible desaturar y alargar la cadena para producir DHA y EPA, según la especie¹⁹.

ACIDO LINOLEICO CONJUGADO (CLA)

Al ácido graso insaturado octadecadienóico, de fórmula molecular $C_{17}H_{31}COOH$, también conocido como ácido linoléico; este ácido graso pertenece a la familia omega 6 (el primer doble enlace esta presente en el carbono seis a partir del grupo metilo); en el siguiente gráfico es mostrado la fórmula espacial cuando no está conjugado.

Acido Linoléico 1

Figura 3



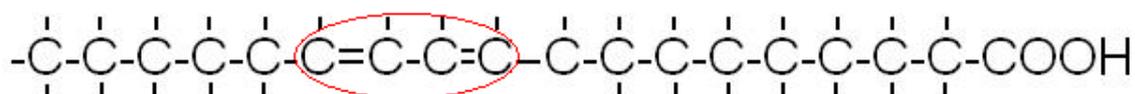
El ácido linoléico conjugado posee dos enlaces no conjugados²⁰(ver grafico).

Acido Linoléico Conjugado cis 1

¹⁹ SUAREZ Hector. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. 2002

²⁰ B. Diezma – Iglesias. Instrumental measurement of the texture of hard-boiled egg yolks enriched with different levels of conjugated linoleic acid. 2007.

Figura 4



El CLA, es un grupo que describe uno o más isómeros posicionales y geométricos del ácido linoléico²¹, con dobles enlaces en los carbonos (9:11; 10:12; 8,10; 7:9; 11:13), sin embargo los principales isómeros son los *cis 9*, *trans 11* y *trans 10*, *cis 12*²², estos isómeros representan casi un 80 % de los CLA conocidos²³, el isomero *cis 9* y *trans 11*, posee propiedades anticancerígenas, mientras que el CLA *trans 10*, *cis 12* tiene la facultad de inhibir la deposición de grasas²⁴.

OBTENCION DEL ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO.

La bacteria *Butyrivibrio Brosolvans* es la responsable de la bioconversión del ácido linoléico (AL) en CLA, presente en el rumen de los animales. Igualmente es obtenida por medio de metabolitos intermedios en la producción de ácido esteárico ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$)²⁵, en este sentido las fuentes directas son la leche y carne de

²¹ HERNANDEZ Sandra. Alto Contenido de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) en Leche y Productos Derivados al incorporar semillas de girasol a la dieta vacuna. Implicaciones sobre el riesgo trombo aterogénico. 2007

²² PARK Yeonhwa. Conjugated Linoleic Acid (CLA): Good or bad trans fat?. 2009

²³ SUN JIN Hur. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. 2007.

²⁴ D. P. Lofego. Efect of dietary conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on CLA isomers content and fatty acid composition of dry-cured parma ham. 2005.

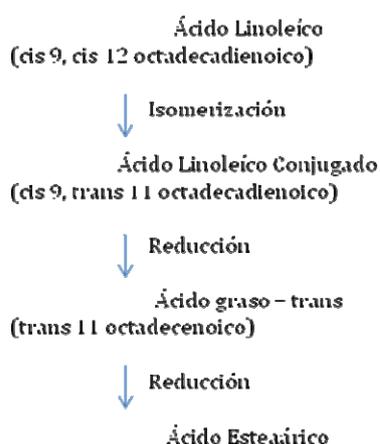
²⁵ Z. Mir. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. 2000

bovinos; desde este punto de vista, también es posible obtener de forma directa o indirecta a partir de la leche, mediante hidrogenación microbiana de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), en el rumen, (las enzimas isomerazas propias de la flora intestinal de estos animales transforman los ácidos grasos mono y poliinsaturados provenientes de su alimentación en isómeros *trans*. El primer paso del mecanismo de la biohidrogenación del ácido linoléico (cis-9, cis-12 octadecadienóico) es la isomerización al ácido graso a cis-9, trans-11 octadecadienóico, o ácido linoléico conjugado (CLA), posteriormente, son realizadas dos reducciones sucesivas, que producen principalmente el ácido oleico 11-trans (ácido trans-vaccénico) un ácido graso monoinsaturado, con el doble enlace en configuración *trans*, y el esteárico ácido graso saturado respectivamente); por desaturación del ácido vacénico (trans 11 octedecenoico) en la glándula mamaria²⁶ y por fermentación de la leche mediante algunas cepas de *propionibacterium*, *lactobacillus*, *lactococcus*, *streptococcus* y *bifidobacteriu*²⁷.

²⁶ PRANDINI Aldo. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. 2007

²⁷ PRANDINI Aldo. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. 2007

Figura 5



El principal origen del CLA, está determinado en el rumen de animales como bovinos, ovinos y caprinos (ya que son capaces de biohidrogenar en su estómago el ácido linoléico LA), en este sentido la fuente de CLA, está presente en la leche y en la carne; el metabolismo sigue la misma ruta de cualquier ácido graso; sin embargo también se han encontrado pequeñas cantidades de CLA, en leche, carne o huevos de no rumiantes²⁸.

La siguiente tabla hace referencia a la cantidad de CLA, encontrado en algunos alimentos de consumo diario.²⁹

²⁸ B. Diezma – Iglesias. Instrumental measurement of the texture of hard-boiled egg yolks enriched with different levels of conjugated linoleic acid. 2007.

²⁹ EVANS Mary. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. 2002

Tabla 2

Contenido de CLA en alimentos			
Alimento	mg/g grasa	Alimento	mg/g grasa
Derivados lácteos		Carnes y pescados	
Leche condensada	7,0		
Grasa láctea	6,1	Cordero	5,8
Ricotta	5,6	Carne fresca picada	4,3
Leche homogenizada	5,5	Ternera	2,7
Suero de leche	5,4	Pollo	0,9
Queso procesado americano	5,0	Cerdo	0,6
Mozarella	4,9	Yema de huevo	0,6
Mantequilla	4,7	Salmon	0,3
Crema de leche	4,6		
Cottage	4,5		
Yogur bajo en grasa	4,4		
Leche al 2%	4,1	Aceites vegetales	
Cheddar	4,1	Aceite de girasol	0,4
Helado	3,6	Cacahuete	0,2
Parmesano	3,0	Aceituna/oliva	0,0
Yogur congelado	2,8		

**basado en reportes hecho por Lin et al, Chin et al. y Instituto de Investigación de Alimentos de la Universidad de Wisconsin*

Entre las propiedades funcionales detectadas al CLA, dentro del organismo se encuentran³⁰:

Anticancerígeno

Mejora la función inmunitaria

Reduce la inflamación

Reduce los efectos catabólicos de la estimulación del sistema inmunológico

Reduce el asma en los animales

Reduce la arterosclerosis

Mejora el crecimiento de los roedores jóvenes

³⁰ WALL Rebecca. Microbial conjugated linoleic acid production - a novel probiotic trait?.

Reduce la ganancia de grasa corporal

Aumenta la ganancia de masa corporal magra

Reduce los efectos negativos de las dietas de pérdida de peso

Reduce los síntomas de la diabetes

Reduce la hipertensión

Las propiedades benéficas de CLA, son conocidas desde 1980, poseen diferentes propiedades que controlan o minimizan ciertos trastornos relacionados con la salud, igualmente presenta efectos benéficos sobre el metabolismo de los lípidos, eicosanoides y en la producción de citocina e inmunoglobulinas ³¹

El CLA, es el resultado de la biohidrogenación y desaturación de algunas reacciones químicas de los lípidos en los rumiantes, por lo tanto todos los subproductos de éstos son fuente de CLA. Las concentraciones de CLA, en productos lácteos puede estar entre 2,8 a 7,0 mg /g de grasa, de los cuales 73 a 93% está constituido por isómeros cis 9 trans 1, sin embargo estudios revelan que la composición aproximada de CLA, en leche puede ser de alrededor de 7,3 a 9,0 mg / g de grasa de leche, dependiendo del tipo de dieta del rumiante. Igualmente el contenido de CLA, puede estar relacionado directamente dependiendo del tipo de obtención, es decir por fermentación microbiana o por biohidrogenación, entre tanto la carne de cordero contiene 5,6 mg CLA/g de grasa, mientras que el vacuno contiene 2,9 a 4,3 mg CLA/g de grasa. En cuanto a animales no rumiantes como el pollo (0,9 mg/g de grasa) y el cerdo (0,6 mg/g de grasa) se observa una

³¹ WALL Rebecca. Microbial conjugated linoleic acid production - a novel probiotic trait?.

diferencia significativa en los niveles de CLA, esto es debido a que los rumiantes son mayores productores de CLA, que un no rumiante.³²

Es importante resaltar que la carne magra contiene menos cantidad de CLA que la carne grasa y es mucho mayor en los derivados cárnicos como embutidos Prandini (2007) estudió los niveles de ácido linoléico conjugado (CLA) en productos lácteos procedentes de Italia, arrojando los siguientes resultados; en primera instancia utilizo una base de análisis entre leche fermentada y yogur como se muestra en la siguiente tabla 3.

Tabla 3

Producto lácteo en estudio	Grasa			Cis 9, trans 11 CLA		Cis 9, trans 11 CLA		Cultivo / microorganismo
	%			mg/g grasa		mg/g patrón		
	n	Media	SD	Media	SD	Media	SD	
Yogur (patrón)	30	4,29	1,33	5,20	1,33	0,22	0,08	<i>S. termophilus, L. bulgaricus</i>
Probiótico (patrón)	22	1,99	0,82	4,99	1,19	0,10	0,05	Diferente combinación de microorganismos
Yogur estándar	16	4,29	1,60	4,45	0,70	0,19	0,08	<i>S. termophilus, L. bulgaricus</i>
Yogur orgánico	6	3,98	0,76	6,05	2,08	0,24	0,10	<i>S. termophilus, L. bulgaricus</i>
Yogur de animal alimentado con pasto de montaña	8	4,53	1,12	6,06	0,67	0,27	0,04	<i>S. termophilus, L. bulgaricus</i>
Yogur oveja	5	6,47	0,52	6,92	1,48	0,44	0,08	<i>S. termophilus, L. bulgaricus</i>
Yogur + probiotico	8	2,69	0,99	4,42	1,19	0,13	0,06	Diferente combinación de microorganismos
Leche fermentada	8	1,58	0,36	4,70	1,04	0,08	0,03	Diferente combinación de microorganismos
Leche fermentada de animal alimentado con pasto de montaña	6	1,62	1,88	6,15	0,40	0,10	0,01	Diferente combinación de microorganismos

n = número de muestras analizadas; *SD* = desviación estándar; combinación de microorganismos= *S. termophilus, L. bulgaricus, L. acidophilus, L. johnsonii, L. caseibiovitalis, L. casei A, L. casei imunitas, L. platarum, lactococcus lactis, Bifidobacterium, Bifidobacterium lactis BI, Bifidobacterium breve, Bifidobacterium infantis, Bifidobacterium longum.*

Las muestras de yogur mostraron un contenido de grasa media (4,29%) superior a las muestras de probióticos (1,99%) mostrando diferencia significativa ($P < 0.05$). Por otro lado las muestras de yogur de oveja fueron las más ricas en

³² SUN JIN Hur. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. 2007.

grasa (6,47%); igualmente el estudio reveló que no hubo una diferencia sustancial y estadísticamente significativa entre las diferentes muestras de leche fermentada (producida a partir de leche descremada). Sobre la base del contenido de grasa, el estudio revela que las muestras pueden ser divididas en productos bajos en grasa como los probióticos y leche fermentada (grasa <2%) de animales alimentados con pastos de montaña; productos con contenido de grasa entre 2 y 3 % como el yogur probiótico y productos relativamente altos en concentración de grasa con promedios entre 4-5%, como el yogur estándar y yogur de animales alimentados con pastos de montaña; finalmente están los productos ricos en grasa con valores superiores a 6%, específicamente en esta categoría entra el yogur de oveja.

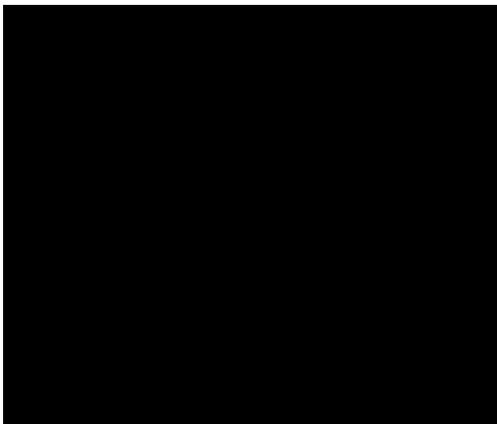
Igualmente se analizaron algunos tipos de queso italianos, de uso diario y altamente populares, estableciendo una relación entre el contenido de CLA (cis 9, trans 11) y el porcentaje de grasa.

	Media mg/g grasa	% grasa
Queso Alpina (vaca)	4,79	31,61
Queso Pecorino (oveja)	7,77	33,36
Emmental Suizo (vaca)	7,66	31,00
Queso de Cabra	4,29	28,82
Queso Fontina (vaca)	8,11	31,62
Queso Parmesano (vaca)	3,85	27,43

Como se puede observar existe una relación entre el contenido de grasa y la concentración de CLA, así como la fuente según la especie animal.

Entre tanto Hernández et al. (2007), estudió el contenido de CLA, en leche y derivados lácteos al incorporar semillas de girasol a la dieta vacuna, es de resaltar que los animales fueron suplantados con un máximo de 11,2 % en base seca del total de La dieta, (ver tabla 4)

Tabla 4



Como se puede observar al incorporar a la dieta semillas de girasol como fuente de ácidos grasos insaturados, se nota un cambio en la composición de CLA tanto en leche como en algunos derivados. Sin embargo no hay diferencia significativa. Se ha encontrado que cuando las vacas son alimentadas con semillas oleaginosas (semilla de girasol, linaza, soya), los componentes de la leche no disminuyen, debido probablemente a la liberación lenta de los ácidos grasos.³³

³³ HERNANDEZ Silvia, Alto contenido de ácido linoléico conjugado (CLA) en leche y productos derivados al incorporar semillas de girasol a la dieta vacuna. Implicaciones sobre el riesgo trombo/aterogénico. 2007

En otro estudio realizado por Kemal (2005) sobre la concentración, composición de ácidos grasos y contenido de colesterol de algunos productos lácteos de Turquía. El estudio fue realizado sobre mantequilla, queso, kaymak (a base de leche de búfala) y crema, haciendo uso del método de cromatografía capilar. En su orden detectó que en promedio la mantequilla tiene una media de 4,07 mg CLA/g grasa, el queso 2,38 mg CLA/ g grasa, para el Kaymak 5,86 mg CLA/g grasa y 6,84 para la crema. Así mismo estableció que el mayor contenido de colesterol lo aporta la mantequilla. Por otra parte Loor (2003) estudió el efecto de suplementar con aceite de canola y de soya vacas lecheras, obteniendo como resultado una alteración en los perfiles de plasma y grasa láctea, la conclusión a la que llegó fue que efectivamente este tipo de aceites es una fuente rica de CLA, que mediante hidrogenación se puede obtener un ácido graso altamente asimilable. Entre tanto Hervás (2006), en su estudio sobre efecto de la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con aceite de soja sobre el rendimiento productivo de los animales y el perfil de ácidos grasos y la composición de CLA de la leche, encontró que una dieta suplementada con cereales no solo aumentó los índices de grasa, proteína, sino también un aumento en la producción (ver tabla) 5, sin embargo no es estadísticamente significativo, confirmando lo encontrado por Hernández (2007), donde confirma que no existe una diferencia significativa entre la dieta control y la que realizada con suplementación de soja.

Tabla 5

	Dieta	
	Control	Soja
Ingestión de MS (kg/d)	2,07	2,33
Producción de leche (kg/d)	1,70	1,73
Composición (%)		
Grasa	5,40	5,72
Proteína	5,15	4,61
Extracto seco	16,21	16,39
Producción (g/d)		
Grasa	90,5	94,2
Proteína	84,3	81,0
Extracto seco	278,9	273,6

Diesma-Iglesias (2007), estudió el efecto de suplementar gallinas ponedoras con CLA, donde determinó, efectivamente un enriquecimiento del huevo, sin embargo comprobó un cambio en la composición de ácidos grasos y como consecuencia un aumento en la firmeza de huevos cocidos. A esta conclusión llegó después de realizar cinco tipos de experimentos, por cada tipo de suplemento, utilizando huevos comerciales como control, CLA, aceite de pescado o algas y aceite de girasol rico en linoléico, como dieta especial; para el primer caso suplementó desde 1, 2, 2.5, 3 g CLA/Kg de ración, igualmente realizó cambios en la dieta agregando 14, 17, 20, 22, 27 g Aceite de pescado/kg de ración y finalmente experimentó con aceite de girasol 10, 20, 30 y 35. Las conclusiones de este estudio reporta que una dieta con valores superiores a 3 g CLA/kg de ración o 14 g aceite de pescado o algas/kg de ración y entre 30 y 35 g de aceite de girasol rico en linoléico garantiza que se puede obtener un huevo rico en CLA, que no afecta sensorialmente el producto comparado con muestras comerciales. Es decir son huevos aceptables para el consumidor promedio.

Otro estudio donde se analizó la composición de la leche de ovejas de acuerdo al tipo de forraje que consumieron fue realizado por Atti (2006) en su investigación

demonstró que los factores dietéticos tales como la naturaleza de los forrajes, puede aumentar substancialmente el contenido de CLA en la leche de los rumiantes.

Comparando la mezcla total de raciones de las dietas, se pudo observar que las diferentes dietas dan como resultado concentraciones más altas de FA de larga cadena no saturado y CLA en la leche, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6

Grupo	FL	GB	RG	S.E.
Producción de Leche (ml/día)				
1ª pastura	367	667	608	37.2
2ª pastura	358	565	628	36.3
Total	363	616	618	37.5
Grasa (g/kg)	88.8	77.2	76.8	1.15
Grasa (g/kg/oveja)	32	48	47	3.2
Proteína (g/kg)	57.6	54.6	53.0	0.51
Proteína (g/kg/oveja)	21	34	33	2.1

La producción de leche, grasa y proteína, de tres grupos de pasto los cuales fueron la base alimentaria de 75 ovejas. El grupo FL es una mezcla de heno y ensilaje, con un promedio de 500 g/día por oveja, mientras que el grupo GB, hace referencia a cebada y RG a un tipo de pasto llamado ryegrass; de estos se suministraron 300 g/día. Una de las conclusiones que se obtuvo es que la media de producción de leche entre GB y RB, es similar, pero bastante diferente y estadísticamente significativo que el grupo FL, sin embargo la grasa láctea y el contenido proteínico eran más altos para las ovejas del grupo FL, que las del grupo GB y RB respectivamente.

Posteriormente se realizó un estudio sobre los ácidos grasos insaturados presentes en muestras de leche de cada grupo; los ácidos grasos, palmítico, oléico, mirístico, esteárico, y caprónico eran dominantes para todos los grupos.

Respecto a la producción de CLA, el grupo FL, obtuvo una media de 2,4 g/kg de ración, bastante inferior y estadísticamente significativa respecto al grupo GB y RB, que obtuvieron una media de 7,3 y 10,3 respectivamente.

PROPIEDADES MEDICINALES.

Las propiedades benéficas del CLA fueron descubiertas por accidente, cuando se trataba de investigar las características procancerígenas, de la carne asada a la parrilla, sin embargo los resultados fueron todo lo contrario al determinar el perfil de ácidos grasos.

El desarrollo e investigación del CLA y sus efectos en la salud, y los dramáticos efectos beneficiosos observados en algunos modelos animales todavía no se han reflejado en estudios en humanos³⁴. Se habla de dos teorías que tratan de explicar como el CLA ejerce efectos fisiológicos benéficos. La primera teoría sugiere que el CLA reduce la cantidad de ácido araquidónico (AA) en los fosfolípidos, dando como resultado en una cantidad reducida de AA, de las membranas celulares y por lo tanto reduce la producción de los productos intermedios de los eicosanoides como prostaglandinas E2 (PGE2) y leucotrieno B4 (LTB 4), que están implicados en procesos desinflamación y cáncer. El segundo modelo consiste en determinar al CLA como un regulador de la expresión genética que puede controlar, procesos como el metabolismo de los lípidos, el balance energético, y la función inmune. Sin embargo los efectos beneficiosos del CLA sobre el cáncer son probablemente el más estudiado de todos los beneficios de salud asociados con los ácidos grasos. La alimentación con base en una mezcla de isómeros CLA ha demostrado inhibir químicamente la formación de tumores en la glándula mamaria, estómago y piel.³⁵ Relativamente pocos estudios en humanos se han llevado a cabo para determinar los efectos de CLA en la masa corporal y la composición. Los resultados de estos estudios han mostrado en general una reducción de la grasa corporal, pero no de masa corporal, con la suplementación de CLA.

Las diferencias en los efectos de CLA en la reducción de grasa corporal en los seres humanos en comparación con los animales puede ser debido a las dosis relativamente bajas que se utilizan en estudios en seres humanos

³⁴ WALL Rebecca, Microbial conjugated linoleic acid production - a novel probiotic trait?. 2008

³⁵ WALL Rebecca, Microbial conjugated linoleic acid production - a novel probiotic trait?. 2009.

respecto a los ensayos con animales. Esto se debe quizá a que en animales la dosis es quizá cinco veces más que los humanos.

Kemal (2005) estudió la relación entre el consumo de queso y las cifras de mortalidad por cáncer de mama, en países de la Unión Europea. El consumo per cápita de queso en Grecia es la mayor entre los países de la Unión Europea, con una media de consumo de 23,5 kg per cápita mientras que el consumo promedio en los países de la Unión Europea fue tan solo de 15,2 kg per cápita.

Un dato interesante del estudio que realizó, es que Grecia presenta la tasa de mortalidad más baja, con una media de 22 muertes por cien mil mujeres. Es interesante hacer una comparación entre el consumo de queso y la mortalidad por cáncer de mama, en países con similares hábitos alimenticios. Entre los países mediterráneos (Grecia, España e Italia), de la mortalidad por cáncer de mama el más bajo es Grecia, donde el consumo de queso es el más alto, igualmente, en el Reino Unido donde el consumo de queso es de la mitad de la media en la Unión Europea (UE), la glándula mamaria la mortalidad por cáncer es el más alto³⁶.

Un estudio que resulto ser importante es el realizado por Chung (2000), donde adicionó a la dieta de larvas de mosca CLA, en diferentes concentraciones como se puede ver en la tabla 7.

³⁶ KEMAL A. Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. 2004

Tabla 7

% CLA en la dieta (ml/mg)	Lípidos Totales (mg/g)	CLA (mg/g)		
		c9 – t11	t10-c12	Total
Control	50.2	0.01	0.01	0.02
0.1	63.9	0.10	0.07	0.17
0.5	57.9	0.11	0.08	0.19
1.0	58.3	0.22	0.23	0.45
5.0	60.2	0.38	0.32	0.71
10.0	64.8	1.43	1.62	3.05

En este estudio se pudo determinar que la concentración de CLA, suministrado en la dieta control era proporcional a la cantidad de lípidos totales, igualmente se pudo determinar que las diferentes concentraciones de CLA c9-t11y t10-c12, igualmente resultaron ser proporcionales a la concentración de CLA suministrada.

CONCLUSIONES

La dieta del ser humano tiene entre uno de sus componentes principales los lípidos, que tienen diferentes propiedades funcionales en el organismo como es el aporte energético, sin embargo se reconocen otras importantes como el transporte de vitaminas (liposolubles), aislante térmico, entre otras, el CLA hace parte de este.

Los lípidos se componen básicamente de glicerol y ácidos grasos, estos últimos se dividen en saturados e insaturados, su fórmula general presenta entre 4 y 22 carbonos, característica que define muchas de sus propiedades y define su nomenclatura.

La presencia de dobles enlaces determina algo que se denomina “insaturación” punto crucial de los lípidos y que hace que sean tenidos o mejor llamados como “buenos o malos” para la salud humana.

La presencia de dobles enlaces hace que químicamente tenga una actividad biológica importante al interior del ser humano.

El término conjugado hace referencia a la alternación con un enlace sencillo, cabe anotar que es un isómero del ácido linoléico.

Los ácidos graso omega son reconocidos como PUFA, existen tres familias los omegas 3, 6 y 9. Sobre estos últimos es poco lo que se ha publicado.

El CLA, básicamente se puede obtener a partir de la bacteria *Butyrivibrio Brosolvens*, como producto intermedio en la obtención del ácido esteárico, o como fermentación de bacterias del rumen de los bovinos, caprinos, entre otros.

Quizá lo más importante o propiedades que se le atribuyen al CLA, es las propiedades anticancerígenas y antitumorales, aparte de otras que aún faltan por investigar.

BIBLIOGRAFIA

ATTI N. Milk production, milk fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content in dairy ewes raised in feedlot or grazing pasture. Science Direct. 2006. Pag. 121- 127.

BADUI, Salvador. Química de los alimentos, Universidad Nacional de México, Alhambra Mexicana. 1982. Pag. 161-166

CHUNG Gyoo Park. Dietary Conjugated Linoleic acid (CLA) in House Fly, *Musca domestica*, with no Adverse Effects on Development. Asia-Pacific Entomol. 3. 2000. Pag. 59-64.

DIEZMA – Iglesias B. Instrumental measurement of the texture of hard-boiled egg yolks enriched with diferente levels of conjugated linoleic acid. Spanish Journal of Agricultural Research 2007. 293-303.

EVANS Mary. Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. Journal of Nutritional Biochemistry 13. 2002. Pag. 508–516

HARRY Lawson. Aceites y Grasas Alimentarios. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1999. Pag. 3-24.

HERNANDEZ Silvia. Alto contenido de Ácido Linoléico Conjugado (CLA) en leche y productos derivados al incorporar semillas de girasol a la dieta vacuna.

Implicaciones sobre el riesgo trombo/aterogénico. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 57 N° 2. 2007. Pag 1-6.

HERVÁS, G. Efecto de la suplementación de la dieta de ovejas lecheras con aceite de soja sobre el rendimiento productivo de los animales y el perfil de ácidos grasos y la composición de CLA de la leche. Dairy Sci. 2006. Pag 1-3

KEMAL A. Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. LWT N° 38. 2005 . Pag. 909–915.

LOFEGO D. P. Effect of dietary Conjugated Linoleic Acid (CLA) supplementation on CLA isomers content and fatty acid composition of dry-cured parma ham. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 145. 2005. Pag. 258–267.

LOOR J.J. Dietary canola or soybean oil with two levels of Conjugated Linoleic Acids (CLA) alter profiles of 18:1 and 18:2 isomers in blood plasma and milk fat from dairy cows. Animal Feed Science and Technology N° 103. 2003. pag. 63–83.

MIR Z.. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. Small Ruminant Research 36. Pag 25-31.

ÖZLEM Tokuog Lu. Conjugated Linoleic Acid (CLA). Cis 9, trans11 and trans 10, cis12 isomer detection in crude and refined corn oils by capillary. *Grasas Y Aceites* N° 59. 2008. Pag. 146-151.

PARK Yeonhwa. Conjugated Linoleic Acid (CLA): Good or bad trans fat?. *Journal of Food Composition and Analysis* 2009. Pag. 1- 9

PRANDINI Aldo. Different level of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy products from Italy. *Journal of Food Composition and Analysis* N° 20. 2007. Pag. 472–479

RANKEN M. D. *Manual de Industrias de los Alimentos*. Tercera edición, Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 2003. Pag. 180, 205- 209.

ROBERT Ringseis. CLA isomers inhibit TNF α -induced eicosanoid release from human vascular smooth muscle cells via a PPAR γ ligand-like action. *Biochimica et Biophysica Acta* N° 1760. 2006. Pag. 290–300.

SERRA A. Conjugated Linoleic Acid (CLA) content of meat from three muscles of Massese suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science* N° 81. 2009. Pag. 396–404.

SIKORSKI Angela. Conjugated Linoleic Acid (CLA) inhibits new vessel growth in the mammalian brain. *Brainresearch* N° 1213. 2008. Pag. 3 5 – 4 0.

SPIROS Zlatanov. CLA content and fatty acid composition of Greek Feta and hard cheeses. *Food Chemistry* N° 78. 2002, pag. 471–477.

SUAREZ Hector, et al. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. Boletín de Instituto de Pesca. 2002. Pag. 101 – 110

SUN Jin Hur. Biological Activities of Conjugated Linoleic Acid (CLA) and effects of CLA on animal products. Science Direct. 2006. pag. 1-9.

WALL Rebecca. Microbial conjugated linoleic acid production - a novel probiotic trait?. Food Science and Techbology. 2008. Pag. 87-99