

**DETERMINACIÓN DE ACIDO LINOLEICO CONJUGADO EN LECHE MATERNA**

**HEIDY LULIETH GUERRA BÁEZ**

**107413**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de ESPECIALISTA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DE ALIMENTOS**

**DIRIGIDO POR:**

**CARLOS FERNANDO NOVOA CASTRO**

**PROFESOR ASOCIADO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**POSGRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**BOGOTÁ**

**2010**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al grupo de investigación en CLA de la Universidad Nacional de Colombia, por su apoyo humano y financiero, especialmente a sus directores Carlos Novoa, Felipe Gutiérrez y a la química Martha Sofía Franco.

A las madres lactantes donantes de leche por su participación activa, completa disposición y compromiso con la recolección de información y leche.

Al Programa Especialización en Ciencias y Tecnología de Alimentos (PECTA) de la Universidad Nacional de Colombia, por la colaboración financiera y apoyo general.

## RESUMEN

Se analizaron 9 muestras de leche madura de madres lactantes de Bogotá - Colombia, para determinar el contenido de *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 o ácido ruménico, isómero mayoritario del grupo CLA (Ácido Linoleico Conjugado) y caracterizar el perfil de ácidos grasos, por la técnica de cromatografía de gases; se relacionó el contenido de ácido *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 con la ingesta de alimentos fuente del grupo CLA. La participación de *cis*-9, *trans*-11 dentro del total de lípidos fue de 0,60 a 0,42% a lo cual le corresponde una concentración de 1,99 a 1,11 mg de ácido graso /100 g de grasa. El contenido de grasa de la leche materna osciló entre 2,67 – 4,33 g. /100 g. leche, los ácidos grasos saturados representaron entre el 41,52 a 75,14%, los monoinsaturados del 31,40 a 35,84% y los poliinsaturados del 15,52 a 25,52% del total de lípidos. Este estudio preliminar sugiere que no hay influencia del consumo de alimentos fuentes de CLA (lácteos y carne de res), con el contenido de *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 en la leche materna.

Palabras claves: ácido linoleico conjugado, ácido ruménico, isómeros del ácido linoleico, leche materna madura, cromatografía de gases.

## ABSTRACT

Nine samples of mature milk were gathered in Bogotá Colombia. The objective of the study was to determine the content of de *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 or rumenic acids and to characterize the profile of fatty acids of the milk by gas chromatography. This study compared the content of *cis*-9, *trans*-11 in maternal milk with the consumption of dairy and meat during lactation. *Cis*-9, *trans*-11 of maternal milk was 0.60 a 0.42% total lipids or 1.99 a 1.11 mg fatty acid /100 g fatty. The fatty content was 2.67 – 4. 33 g. /100 g. The total saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids y polyunsaturated fatty acids of human milk were 41,52 - 75,14%, 31,40 - 35,84% and 15,52 - 25,52%, respectively. This preliminary study didn't suggest influence among consumptions of dairy, meat and content of de *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 in human milk.

Keywords: conjugated linoleic acid, rumenic acids, conjugated linoleic acid isomers, mature human milk, and gas chromatography.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	7
1. MARCO TEÓRICO	8
1.1. LECHE MATERNA	8
1.2. ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA)	9
2. METODOLOGÍA	11
2.1. POBLACIÓN	11
2.2. INGESTA DIETARÍA	11
2.3. RECOLECCIÓN DE LECHE MATERNA	12
2.4. ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS	12
2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12
3. RESULTADOS	13
3.1. CONTENIDO DE GRASA	13
3.2. ÁCIDOS GRASOS	13
3.3. RECORDATORIO DE VEINTICUATRO HORAS	15
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	17
5. CONCLUSIONES	18
6. RECOMENDACIONES	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición de la leche materna madura	8
Tabla 2. Contenido de grasa de la leche materna (g/100g. leche)	13
Tabla 3. Composición de ácidos grasos (%) en leche materna	14
Tabla 4. Concentración de ácidos grasos en leche materna (mg/100g de grasa)	15
Tabla 5. Número de intercambios según grupos de alimentos, consumidos por las madres lactantes	15
Tabla 6. Calorías y porcentaje del valor calórico total aportado por macro nutrientes, correspondiente al recordatorio de 24 horas previa extracción de leche materna	16

## INTRODUCCIÓN

El término ácido linoléico conjugado hace referencia a una serie de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoléico. Las principales fuentes naturales del (CLA) son la carne y leche de animales rumiantes (Haro et al., 2006). Los dos isómeros mayoritarios que se encuentran de forma natural en los alimentos y a los cuales se les atribuye la mayor importancia fisiológica son el *cis*-9, *trans*-11, octadecadienoico, y el *trans*-10, *cis*-12, octadecadienoico. El ácido linoléico conjugado ha despertado gran interés como resultado de los hallazgos encontrados a partir de estudios experimentales *in vitro*, en animales y algunos con resultados inconsistentes en humanos, los cuales reportan propiedades anti cancerígenas, modulación del sistema inmune (O'Shea et al., 2004; Field., 2004), intervención en el metabolismo de glucosa, lípidos y composición corporal (Salvado et al., 2006).

La leche materna de mujeres con un adecuado estado nutricional promueve un óptimo crecimiento, desarrollo y cubre el cien por ciento de los requerimientos nutricionales de los niños hasta los seis meses de edad. Estudios experimentales indican que el organismo humano, principalmente la glándula mamaria puede convertir el ácido vaccénico (*trans*-11 C18:1) en ácido ruménico por acción de la enzima  $\Delta 9$  desaturasa (Turpeinen et al., 2002; Adlof et al., 2000).

El objetivo principal del presente trabajo es determinar el contenido de *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 en leche materna madura, caracterizar el perfil de ácidos grasos y la ingesta dietaria de las madres donantes de leche, 24 horas previas a la extracción de la muestra.

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 LECHE MATERNA

La leche materna es el alimento recomendado para todos los lactantes, incluidos los prematuros y neonatos enfermos. Durante los primeros seis meses de vida el niño es dependiente de una sola fuente de alimento: leche materna, debido a que esta cumple con los requerimientos mayores y específicos de nutrientes esenciales, los cuales a su vez son indispensables para el crecimiento acelerado y la maduración de tejidos. Cuando la leche materna proviene de una madre sana y con adecuado estado nutricional cubre con la totalidad de los requerimientos nutricionales del lactante hasta aproximadamente los 6 meses de vida, ya que además de aportar de forma balanceada macro y micro nutrientes contiene factores bioactivos, hormonales y de crecimiento (Galindo et al., 2004).

La composición de la leche materna tiene variaciones de tipo: individuales, al inicio y fin de toma, periodo de lactancia y según el método de recolección. Según el periodo de lactancia la leche materna se clasifica en: calostro, leche de transición y leche madura, esta última se presenta luego del decimoquinto día; se caracteriza por su menor contenido de proteínas con relación a las dos anteriores y un mayor contenido de grasa y carbohidratos (Galindo et al., 2004).

<b>Proteínas (g/dl)</b>	<b>0.9</b>
<b>Grasa (g/dl)</b>	<b>4.0</b>
Ácidos grasos esenciales	0.4
Ácidos grasos insaturados	1.9
Ácidos grasos saturados	2.2
<b>Lactosa (g/dl)</b>	<b>7.0</b>
<b>Calorías (g/dl)</b>	<b>70</b>

Fuente: Galindo A. Capítulo. Propiedades inmunes y nutricionales de la leche materna. En Temas de alimentación del niño. Medellín: Universidad de Antioquia; 2004

La ingestión escasa de nutrientes durante el embarazo y la lactancia tiene poco efecto sobre la composición de la leche, excepto en lo referente a grasas. La ingestión dietaria no afecta la cantidad de grasa láctea, pero sí influye en la composición de la misma, por ejemplo si la dieta de la madre es deficiente en ácido linoléico, el contenido de este ácido graso en la leche será inadecuado, debido a que no se sintetiza en la glándula mamaria, una situación similar se presenta en otros ácidos grasos polinsaturados (Galindo et al., 2004).

Las células alveolares de la glándula mamaria sintetizan grasa láctea, esta depende de los lípidos circulantes provenientes de la dieta y de los depósitos de grasa. Además, parte de la grasa puede ser sintetizada en la glándula a partir de glucosa y se presenta en forma de ácidos grasos saturados, cuya proporción aumenta si la madre consume una dieta baja en grasas y alta en carbohidratos. En la leche materna la grasa aporta entre el 40 y 50% de las calorías totales, el 98% corresponde a triglicéridos y porcentaje restante a ácidos grasos libres, mono y di glicéridos, fosfolípidos, esfingolipidos y colesterol. En contenido de grasa es prácticamente igual a la de la leche de vaca 4g/dL (Galindo et al., 2004).

Las grasas de la leche materna tienen alta biodisponibilidad porque tienen igual proporción de ácidos grasos saturados e insaturados: 48 y 52% respectivamente. Los ácidos grasos esenciales, linoléico 18:2n6 y linolénico 18:2n6, que se requieren para la mielinización y para evitar la degeneración celular, constituyen el 10% de las grasas de la leche materna. El CLA es un ácido graso poliinsaturado presente en la leche humana en cantidades variables. Su contenido en la leche se haya influenciado por la edad de la madre, régimen alimenticio, edad del neonato, ácidos grasos presentes en la dieta y estación del año (Clifford et al., 1985; Blanc et al., 1981).

## 1.2 ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO

El ácido linoléico conjugado (CLA) es un término genérico que se refiere a una mezcla de isómeros geométricos y posicionales del ácido linoléico (18:2n-6), que está constituido por 18 átomos de carbono y dos dobles enlaces y posee la misma fórmula química que el ácido linoléico (C18:2). Los dobles enlaces en el CLA son conjugados, se encuentran separados por un enlace sencillo, lo que posibilita que el enlace cambie de posición. Los dobles enlaces en los isómeros de CLA pueden estar en las posiciones 7,9; 8,10; 9,11; 10,12 y 11,13, además pueden tener configuración *cis* o *trans* (Haro et al., 2006). Existen dos isómeros de CLA que predominan de forma natural en los tejidos animales el *cis*9, *trans*11 (c9, t11) y el *trans*10, *cis*12 (t10, c12), por lo que han sido objeto de numerosos estudios (Muller et al., 2008).

Las principales fuentes naturales de CLA son los tejidos corporales, principalmente el tejido adiposo de animales rumiantes y otros que se caracterizan por presentar procesos de fermentación digestiva. Puesto que el CLA se encuentra en baja proporción en la alimentación de los rumiantes: grano y forraje, es evidente que estos animales poseen la capacidad de transformar el ácido linoléico en los isómeros de CLA. En el poderoso ambiente reductor del rumen es en donde se lleva a cabo la biohidrogenación del ácido linoléico. El primer paso del proceso es la isomerización y transformación del doble enlace 12 del ácido linoléico, mediante la acción de la isomerasa de las bacterias *Butyvirbio fibrosolvens* y *Megasphaera elsdenii*, lo que da lugar de forma mayoritaria al isómero *cis*9, *trans*11, y en menor proporción a un amplio espectro de isómeros geométricos y posicionales de CLA (Jenkins et al., 2008). El isómero *cis*9, *trans*11 es el más abundante en el tejido adiposo de rumiantes por lo que se le conoce como ácido ruménico (RA). La posterior hidrogenación de este isómero resulta en la producción del *trans* 11 C18:1 o ácido vaccénico (VA) a partir del cual una serie de transformaciones adicionales por reductasas microbianas eliminan los dobles enlaces hasta producir una cadena completamente saturada, lo que conduce a la acumulación de ácido esteárico en el contenido intestinal de los rumiantes (Jenkins et al., 2008). El proceso de biohidrogenación se lleva a cabo de forma incompleta, ya que de otra forma se acumularía solo ácidos grasos saturados. La elevada proporción de RA en leche de rumiantes no proviene únicamente del modelo de flujo de RA desde el rumen, el cual tras su absorción se distribuye a los tejidos, principalmente adiposo y mamario. Se ha demostrado que tanto en animales rumiantes como en el organismo humano principalmente en la glándula mamaria el AV puede convertirse en RA por acción de la enzima  $\Delta^9$  desaturasa (Bauman et al., 1999; Turpeinene et al., 2002; Mosley et al., 2006).

La principal fuente de CLA son los productos de origen rumiante. Sin embargo, el contenido de CLA está condicionado por las características fisiológicas y genéticas propias de cada animal, por el tipo de alimentación y factores tecnológicos asociados a procesos de elaboración y conservación de alimentos. Por lo anterior, el consumo de CLA por parte de la población varía significativamente de acuerdo a los hábitos de alimentación.

Resulta difícil cuantificar la ingesta de CLA, puesto que no dispone de suficientes datos sobre el contenido de los isómeros en los alimentos, además de las variaciones por factores mencionados con antelación. La ingesta de CLA en EEUU se ha estimado entre 102 mg/día y 221 mg/día para consumidores no habituales y habituales de productos de rumiantes respectivamente; mientras que valores homólogos en países como Inglaterra y Australia varían entre los 600-800 mg/día y 1500 mg/día. En términos generales se estima que la ingesta media de CLA en dietas occidentales es de alrededor de 1,5-2g/día aunque se observan oscilaciones entre 0,3 y 2,6 g/día (Martins et al., 2007). En general el 60% de la ingesta total de CLA procede de productos lácteos y el 37% de productos cárnicos, donde la proporción entre *cis*9, *trans*11 y *trans*10, *cis*12 varía de 30:1 a 70:1 (Haro et al., 2006). Se debe tener claridad en el hecho, que si bien el mayor contenido de CLA se encuentra en la carne, el mayor aporte a la dieta lo constituye la leche (Muller et al., 2008). Teniendo en cuenta que la leche materna es la única fuente natural de alimento para el neonato durante aproximadamente los primeros seis meses de vida, la calidad de los lípidos que esta aporte, es de gran importancia para su desarrollo. El CLA se encuentra presenta en la leche humana en un rango de 2,23 a 5,43 mg/g de grasa. El RA es el isómero mayoritario representando más de un 60% de CLA total, seguido de los isómeros *trans*9, *trans*11 y 7,9 *cis*, *trans*. A pesar de los efectos biológicos atribuidos al isómero *trans*10, *cis*12, este no excede el 4% de CLA total de la leche humana (McGuire et al., 1997; Luna et al., 2007).

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 POBLACIÓN

La leche materna fue recolectada de 9 mujeres lactantes de Bogotá – Colombia, que de forma voluntaria y con pleno conocimiento de la investigación donaron su leche y cumplieron con los siguientes criterios de selección: tiempo de posparto mayor a 2 semanas y menor a 6 meses, rango de peso saludable según Índice de Masa Corporal, rango de edad de 18 – 40 años, hijo lactante sin historial de hospitalización, adecuado crecimiento y desarrollo según estándares de crecimiento de la OMS y alimentado de forma exclusiva con leche materna.

### 2.2 INGESTA DIETARÍA

Teniendo en cuenta resultados de diversos estudios, los cuales relacionan el contenido de ácidos grasos de la leche materna con la ingesta dietaría de la madre hasta 24 horas después del consumo (Athena et al., 2008), y otros que refieren en sus resultados la capacidad del ser humano para sintetizar ácido ruménico a partir de ácido vaccénico (Turpeinen et al., 2002); se hace absolutamente pertinente y necesario caracterizar la ingesta dietaría de las madres donantes de leche. La metodología utilizada para recolección de esta información consistió en recordatorio de 24 horas llevado a cabo momentos antes a la obtención de la leche, dando cumplimiento a las siguientes especificaciones: informar a la madre por lo menos con dos días de anticipación la fecha de recolección de la leche, procurando que el día previo fuese lo más cotidiano posible; proporcionar indicaciones a la madre acerca del registro de los alimentos consumidos. Lo anterior con el propósito de obtener información con el menor nivel de error por estimación en las cantidades de los alimentos consumidos o por analizar información de ingesta dietaría que no correspondiera con el patrón de ingesta habitual de la madre.

2.2.1 Caracterización de la ingesta dietaría: el análisis químico indirecto de los recordatorios de 24 horas se llevo a cabo utilizando como fuente de información la Tabla de Composición Química de Alimentos Colombianos 2001, cuando no se encontró información sobre algún alimento se recurrió a otras fuentes en el siguiente orden: Tabla de Composición Química de Alimentos Colombianos 1989, Tabla de Composición Química de Alimentos para América Latina y el Caribe, Codex Alimentarius, Tabla de Composición Química de Alimentos USDA.

Para determinar el número de intercambios de alimentos fuente de ácido linoléico conjugado consumidos por las madres donantes de leche, se tomo por referencia el tamaño de porción definido por las Guías Alimentarias para Población Colombiana ICBF, según grupo de alimentos.

Cabe destacar que este trabajo no tiene por objetivo cuantificar de forma directa o indirecta la ingesta dietaría de CLA, debido a que no se cuenta con un consolidado de datos sobre el contenido de los isómeros en los alimentos a nivel de Colombia o Latinoamérica; algunos países como EEUU, Inglaterra, Australia, entre otros, cuentan con datos aproximados del contenido de CLA. Sin embargo, son muchos los factores que condicionan el contenido de este conjunto de isómeros en los alimentos y la información aun sigue siendo insuficiente.

### **2.3 RECOLECCIÓN DE LA LECHE MATERNA**

Se llevo a cabo una toma de muestra de leche, para lo cual se empleo un extractor electrónico marca MAGMA Referencia 9876. Además de cumplir con las siguientes especificaciones: No haber amamantado o extraído leche de la glándula mamaria donante, en las últimas tres horas previas a la recolección de las muestras de leche materna; el proceso de extracción de leche materna se ejecuto hasta que no fue posible la obtención de volumen alguno de leche; la leche obtenida se almaceno en frascos de vidrio esterilizados y rotulados con el nombre de la madre, fecha y hora de recolección. Inmediatamente se finalice la extracción, almacenar los frascos de leche materna donada a temperatura de refrigeración (4°C), durante un tiempo no mayor a una hora o hasta que las muestras sean dejadas en el laboratorio, lugar donde fueron almacenadas a temperatura de congelación (0°C o menos) hasta la realización del proceso de extracción de grasa y posteriormente cromatografía de gases.

### **2.4 ANÁLISIS DE ÁCIDOS GRASOS**

Se realizó por triplicado de acuerdo con el protocolo de extracción de grasa láctea del Laboratorio de Leches del ICTA – Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad Nacional de Colombia. Los ácidos grasos de éster metílicos fueron analizados por cromatografía de gases bajo las siguientes condiciones: Equipo Agilent 7890 A GC con Agilent 7683 de auto inyección, detector FID Chemstation B.04.01, columna (60 M\* 0.25um, sge Australia); programa de temperatura de 50°C (4 min) -190°C (20°C/min., 12min); gas de arrastre N<sub>2</sub>(2.0 ml/min.). Los FAME (C:4-C:24) fueron identificados por comparación de tiempos de retención con un estándar de CLA (Sigma-Aldrich Chemical co, St. Lovis, MO USA), el 9c,11t C18-2 se identificó con el estándar (Un-Chek Prep, Inc, Elision MN, USA).

### **2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La composición de ácidos grasos se analizó por el programa estadístico SAS 9.0, mediante un ANOVA, medidas estadísticas básicas, test para normalidad, comparaciones múltiples Tukey – Kramer.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 CONTENIDO DE GRASA

MUESTRA	P.	D.E.
A	4.00	0.71
B	3.20	0.30
C	3.30	0.26
D	3.60	0.00
E	4.33	0.15
F	3.53	0.50
G	4,17	0.15
H	3.00	0.10
I	2,67	0.21
<b>P., promedio; D.E., desviación estándar.</b>		

El contenido de grasa de la leche materna (Tabla 2) se encontró en un rango de 2,67 – 4,33 g. /100 g. leche, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las muestras (A, I).

#### 3.2 ÁCIDOS GRASOS

El total de grasa saturada (Tabla 3) de la leche materna se encontró en un rango de 41,52 a 75,14% del total de lípidos, de este grupo de ácidos grasos el mayoritario fue Palmítico 26,6 a 23,23% se observaron diferencias significativas entre las muestras (D, B) comparadas con las demás, seguido de Esteárico 5,87 a 7,36% del cual no se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las muestras.

Los ácidos grasos monoinsaturados (Tabla 3) en leche materna fueron 31,40 a 35,84% del total de lípidos, el ácido graso mayoritario de este grupo fue Oleico 28,43 a 31,95% se observó una diferencia significativa de la muestra I con respecto a las demás, seguido de Palmitoléico 1,69 a 3,64% se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) de las muestras (D, I) comparadas con las demás.

La grasa polinsaturados (Tabla 3) de la leche materna se encontró en un rango de 15,52 a 25,52% del total de lípidos, de este grupo de ácidos grasos el mayoritario fue Linoléico 13,70 a 22,43% del cual se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las muestras (I, H) con (D).

El CLA (Tabla 3) de la leche materna tuvo un rango de 0,60 a 0,42% del total de lípidos, de este grupo el isómero mayoritario fue 9c, 11t con 64,71 a 49,02% se observaron diferencias significativas (P<0.01) entre las muestras (I, D, A) comparadas con las demás.

Donantes	A		B		C		D		E		F		G		H		I		
	P.	D.E.																	
Ácidos grasos																			
C6:0 (Capríico)	0,89	0,36	0,97	0,3	1,02	0,03	1,38	0,21	0,12	0,04	0,06	0,01	0,1	0,01	0,07	0,01	0,09	0,02	
C8:0 (Caprílico)	0,19	0,03	0,23	0,02	0,24	0,01	0,2	0,03	0,19	0,06	0,14	0,01	0,17	0,03	0,17	0,02	0,17	0,02	
C12:0 (Láurico)	6,02	2,46	5,31	0,82	5,03	1,02	4,74	2,5	5,11	1,98	5,43	1,39	5,87	1,69	4,73	1,33	4,38	0,22	
C14:0 (Mirístico)	6,24	1,88	4,97	0,44	4,61	0,55	5,16	1,75	6,35	3,62	6,37	3,16	7,07	2,76	4,85	1,01	4,74	0,12	
C14:1 (Miristoléico)	0,21	0,01	0,15	0,01	0,14	0,01	0,22	0,01	0,16	0,07	0,12	0,05	0,15	0,05	0,1	0,06	0,13	0,01	
C15:0 (Pentadecanoico)	0,32	0,06	0,31	0,07	0,34	0,07	0,36	0,06	0,27	0,09	0,28	0,01	30	0,05	0,3	0,07	0,31	0,12	
C15:1 (Cis-10-pentadecanoico)	0,09	0	0,08	0,02	0,1	0,03	0,1	0	0,07	0,01	0,06	0,01	0,07	0,01	0,07	0,02	0,08	0,01	
C16:0 (Palmitico)	25,71	1,66	23,23	1,42	23,72	1,41	26,6	2,1	24,88	0,82	24,53	0,7	24,89	0,93	24,48	0,85	24,8	0,12	
C16:1 (Palmitoléico)	3,44	0,35	2,73	0,25	2,56	0,26	3,64	0,38	2,37	0,72	2,62	0,49	2,51	0,76	2,15	0,39	1,7	0,02	
C17:0 (Heptadecanoico)	0,36	0,03	0,38	0,07	0,41	0,08	0,38	0,04	0,32	0,04	0,29	0,01	0,3	0,05	0,31	0,05	0,41	0,01	
C17:1 (Cis-10-Heptadecanoico)	0,3	0,02	0,28	0,01	0,3	0,04	0,34	0,05	0,24	0,02	0,22	0,02	0,25	0,02	0,22	0,04	0,26	0,04	
C18:0 (Estearico)	7,04	0,64	6,53	1	7,06	1,1	7,36	0,7	6,85	1,46	5,87	0,44	6,59	1,63	6,44	1,77	7,01	0,08	
C18:1n9t (Eláidico)	0,67	0,13	0,83	0,4	0,94	0,41	0,89	0,15	0,75	0,14	0,48	0,07	0,59	0,25	0,57	0,28	0,8	0,16	
C18:1n9c (Oleico)	31,13	1,93	30,64	0,56	30,44	0,33	31,96	1,91	30,98	1,18	31,1	0,54	31,17	0,88	31,31	1,07	28,43	0,33	
C18:2n6 (Linoléico)	14,08	0,47	19,66	1,13	19,29	0,98	13,71	0,37	17,99	6,27	19,09	5,81	16,76	3,64	20,68	3,34	22,43	0,14	
C18:3n6 (Linoleláidico)	0,14	0,03	0,13	0,02	0,13	0,01	0,15	0,03	0,11	0,06	0,08	0,01	0,1	0,03	0,09	0,06	0,14	0,01	
C18:3n3 (Linoléico)	0,76	0,16	0,95	0,23	1,11	0,25	0,66	0,14	1,02	0,64	1,09	0,61	0,83	0,33	1,23	0,39	1,85	1	
gamma - Linoléico	0,1	0,06	0,16	0,06	0,1	0,01	0,13	0,07	0,12	0,08	0,09	0,02	0,12	0,07	0,11	0,02	0,17	0,01	
C20:0 (Araquídico)	0,14	0,02	0,14	0,02	0,17	0,01	0,15	0,02	0,17	0,04	0,15	0,03	0,15	0,06	0,17	0,04	0,21	0,01	
9c,11t-octadecadienoico	0,35	0,02	0,26	0,06	0,25	0,05	0,33	0,06	0,3	0,07	0,25	0,02	0,3	0,09	0,27	0,13	0,22	0,03	
10t,12c-octadecanoico	0,25	0,04	0,22	0,05	0,19	0,02	0,18	0	0,22	0,01	0,26	0,04	0,26	0,01	0,2	0,02	0,2	0,04	
No identificado	0,25	0,01	0,32	0,06	0,3	0,08	0,21	0,04	0,25	0,05	0,29	0,07	0,24	0,06	0,28	0,07	0,3	0,02	
∑ Ácidos grasos saturados	46,91	0,79	42,07	0,46	42,60	0,48	46,33	0,82	44,26	0,91	43,12	0,64	75,14	0,80	41,52	0,57	42,12	0,08	
∑ Ácidos grasos monoinsaturados	35,84	0,41	34,71	0,21	34,48	0,18	37,15	0,42	34,57	0,36	34,60	0,20	34,74	0,33	34,42	0,31	31,40	0,10	
∑ Ácidos grasos polinsaturados	16,07	0,10	21,84	0,20	21,54	0,18	15,52	0,73	20,18	7,22	21,30	6,61	18,76	4,29	23,03	4,07	25,52	1,26	
∑ CLA	0,60	0,07	0,48	0,17	0,44	0,15	0,51	0,10	0,52	0,13	0,51	0,13	0,56	0,16	0,47	0,22	0,42	0,09	
9c-11t*	58,33	0,05	54,17	0,07	56,82	0,07	64,71	0,05	57,69	0,08	49,02	0,85	53,57	0,04	57,45	0,10	52,38	0,06	

%, área bajo la curva; P., promedio; D.E., desviación estándar; CLA., Sumatoria de los isómeros de ácido linoléico conjugado; 9c-11t\*, porcentaje de representatividad del ácido graso con respecto al CLA.

Del ácido graso C15:1 (Tabla 4) no se referencia concentración debido a que las áreas bajo la curva estaban por debajo del límite de cuantificación. Por lo tanto se puede asegurar que este compuesto está a nivel de trazas, más no es posible otorgarle un valor en concentración definida.

Los rangos de las concentraciones de los ácidos grasos mayoritarios (Tabla 5.) fueron en orden descendente: Oleico 78,42 a 44,46 mg/100g grasa, Palmítico 64,10 a 36,90 mg/100g grasa, Linoléico 48,85 a 20,64 mg/100g, Estearico 18,97 a 11,49 mg/100g grasa, Láurico 17,51 a 7,21 mg/100g grasa y Mirístico 16,71 a 8,7 mg/100g. Los rangos de concentraciones para los isómeros de CLA *cis*9, *trans* 11 y *trans*10, *cis*12 fueron 1,99 a 1,11 y 1,77 a 0,89 mg/100g respectivamente.

Tabla 4. Promedio y desviación estándar de las concentraciones de ácidos grasos en leche materna (mg/100g de grasa)

Donantes	A		B		C		D		E		F		G		H		I	
	P.	D.E.	P.	D.E.	P.	D.E.	P.	D.E.										
Acidos grasos	P.	D.E.	P.	D.E.	P.	D.E.	P.	D.E.										
Capróico	1.20	0.14	1.04	0.11	1.17	0.19	1.06	0.16	0.39	0.04	0.37	0.02	0.35	0.02	0.30	0.03	0.35	0.06
Caprílico	2.93	0.13	2.65	0.39	2.92	0.48	2.41	0.28	2.58	0.19	2.63	0.25	2.37	0.06	2.19	0.17	2.40	0.42
Cáprico	1.20	0.14	1.04	0.11	1.17	0.19	1.06	0.16	0.39	0.04	0.37	0.02	0.35	0.02	0.30	0.03	0.35	0.06
Láurico	17.51	9.42	12.30	6.44	11.58	3.91	7.21	1.36	10.92	4.46	13.94	4.59	12.63	3.67	9.28	2.08	9.72	1.12
Mirístico	16.71	8.19	10.57	5.52	9.64	2.61	7.01	0.48	12.34	7.68	14.59	5.69	14.23	6.49	8.73	1.96	9.50	1.07
Miristoléico	1.15	0.09	0.86	0.20	0.90	0.15	0.85	0.13	0.86	0.15	0.84	0.10	0.81	0.12	0.65	0.16	0.77	0.10
Pentadecanoico	1.29	0.11	1.03	0.25	1.14	0.07	0.93	0.23	0.92	0.14	1.11	0.19	0.99	0.13	0.90	0.20	1.02	0.26
Cis-10 Pentadecanoico	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.												
Palmitico	64.10	14.28	47.44	22.39	47.13	5.11	36.90	11.24	46.34	4.24	57.12	13.54	48.82	5.41	42.83	4.43	48.36	4.99
Palmitoléico	9.39	1.65	6.43	3.37	5.94	1.48	5.77	1.74	5.18	1.78	6.79	1.35	5.63	1.88	4.33	0.49	3.94	0.32
Heptadecanoico	1.66	0.09	1.43	0.33	1.57	0.14	1.21	0.23	1.28	0.03	1.40	0.18	1.24	0.12	1.14	0.18	1.46	0.09
cis10Heptadecenoico	1.54	0.14	1.29	0.34	1.38	0.19	1.15	0.20	1.16	0.03	1.26	0.11	1.16	0.03	1.01	0.14	1.18	0.04
Estéarico	18.97	3.36	14.38	5.55	15.35	1.40	11.49	3.37	14.00	2.14	14.99	2.96	14.19	3.54	12.54	4.12	14.93	1.14
Eláidico	2.48	0.16	2.28	0.47	2.65	0.64	1.99	0.44	2.15	0.21	1.89	0.13	1.88	0.53	1.67	0.63	2.26	0.20
Oleico	78.42	17.56	63.80	32.81	61.43	10.86	44.46	12.96	58.08	3.05	73.41	19.21	61.63	5.37	55.29	5.82	55.91	5.16
Linoleláidico	1.23	0.08	1.05	0.15	1.15	0.17	1.00	0.11	1.01	0.09	1.04	0.07	0.94	0.07	0.86	0.19	1.04	0.12
Linoléico	38.63	10.75	44.02	23.38	41.88	9.01	20.64	4.38	35.90	11.43	48.85	20.02	35.07	4.78	38.62	3.64	46.94	4.34
Gamma Linolénico	1.39	0.22	1.32	0.06	1.35	0.22	1.23	0.27	1.28	0.14	1.33	0.15	1.21	0.14	1.10	0.13	1.33	0.19
Linolénico	3.32	0.77	3.13	0.93	3.55	0.31	2.00	0.17	3.14	1.32	4.01	1.79	2.73	0.56	3.25	0.54	4.99	0.32
Araquídico	3.00	0.31	2.68	0.29	3.00	0.49	2.61	0.34	2.76	0.07	2.89	0.28	2.54	0.15	2.39	0.30	2.67	0.44
9c11t	1.99	0.34	1.34	0.65	1.27	0.18	1.16	0.31	1.37	0.27	1.40	0.24	1.39	0.38	1.16	0.52	1.11	0.08
10t12c	1.77	0.32	1.14	0.47	1.8	0.38	0.96	0.22	1.16	0.22	1.2	0.38	1.19	0.11	0.96	0.2	0.89	0.19
No identificado	2.17	0.04	2.08	0.59	2.15	0.52	1.63	0.20	1.85	0.13	2.17	0.41	1.75	0.09	1.68	0.02	1.90	0.21

P., promedio; D.E., desviación estándar; N.D., No identificado. Tr., trazas.

### 3.3 RECORDATORIO DE VEINTICUATRO HORAS

Tabla 5. Número de intercambios según grupos de alimentos, consumidos por las madres lactantes

GRUPOS DE ALIMENTOS	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Cereales, raíces, tubérculos, plátanos, productos elaborados	4	4	8.5	5	11	5	7	9	9.5
Hortalizas y verduras	1	1	3	1	1	1	1	1.5	1
Frutas	0	2	2	0.3	0	1	3	4	2
Carne, huevo, leguminosas secas y mezclas vegetales	3	3	5	4	1.5	1.5	4	2	3
*Carne de res	0	1	2.5	2	1	1	2	0	1
Lácteos	1.5	1.5	0.5	1.5	2.5	0	3	0.7	3
Grasas	13	7.5	10	3	5	9	4	2	7
Azúcares	6	8	6	4	7	4	15	4	5

\*Representa el número específico de intercambios de carne de res consumido por la madre, este se haya incluido en el ítem anterior (carne, huevo...)

<b>Tabla 6. Calorías y porcentaje del valor calórico total aportado por macro nutrientes, correspondiente al recordatorio de 24 horas previa extracción de leche materna</b>				
<b>Donantes</b>	<b>VCT</b>	<b>%VCT</b>		
	<b>Calorías</b>	<b>Carbohidratos</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Lípidos</b>
<b>A</b>	2237	52	13	35
<b>B</b>	2190	61	14	25
<b>C</b>	3077	62	15	23
<b>D</b>	1984	60	20	20
<b>E</b>	2737	71	14	15
<b>F</b>	1667	60	10	30
<b>G</b>	2579	64	15	21
<b>H</b>	2196	76	10	14
<b>I</b>	2893	63	14	23
<b>VCT, valor calórico total.</b>				

Basados en el recordatorio de 24 horas completado previa extracción de leche (Tablas 5-6). El total de calorías consumidas oscila en el rango de 1667 a 3077, observándose diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre la totalidad de las muestras, del total de calorías consumidas los rangos de aporte por macro nutrientes son: carbohidratos 52 a 76% no se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las muestras (F, D), proteína 10 a 20% no se observaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre las muestras (B, I, E) (D, C) y (F, H), grasa 14 a 35% no se observaron diferencias significativas entre las muestras (C, I). Los grupos de alimentos de mayor consumo según número de intercambios fueron: azúcares 4 a 15, grasas 2 a 13, cereales, raíces, tubérculos... 4 a 9.5, carnes, huevos, leguminosas... 4 a 1.5, frutas 4 a 0, lácteos 3 a 0, vegetales y hortalizas 3 a 1. Con respecto al consumo de alimentos fuente de CLA, se observó que el mayor consumo de carne de res lo tuvieron las muestras (C, D, G), productos lácteos (E, G). Los resultados sugieren con un nivel de confianza del 99% que no hay influencia del consumo de alimentos fuentes de CLA (lácteos y carne de res) durante las 24 horas previas a la extracción de leche, en el contenido de *cis-9, trans-11 C: 18-2* en la leche materna, este mismo fenómeno se observa con el aporte de macro nutrientes de la dieta (carbohidratos, proteína y grasa).



#### 4. DISCUSION DE RESULTADOS

Se encontró que el porcentaje de ácidos grasos saturados de la leche materna oscila entre 41,52 a 75,14 lo cual concuerda con otras investigaciones en las cuales los rangos van desde 35 a 48% (Jing et al., 2009; Galindo et al., 2004). La alta proporción de grasa saturada se asocia a dietas altas en carbohidratos y bajas en grasa (Galindo et al., 2004). El rango de participación de los ácidos grasos monoinsaturados y polinsaturados oscilo entre 31,40 a 35,84% y 15,52 a 25,52% del total de lípidos respectivamente, otras fuentes referencian porcentajes de participación de 52% para ácidos grasos insaturados, o de 31 a 38% para monoinsaturados y de 17,42 a 25,81% para polinsaturados (Jing et al., 2009; Galindo et al., 2004). Los ácidos grasos polinsaturados son indispensables para el desarrollo de las células T del neonato y en general de su sistema inmune (Field et al., 2001; Penagos et al., 2003). Dentro de los ácidos grasos polinsaturados el mayoritario fue el linoléico con una participación de 13,70 a 22,43% del total de lípidos, es decir aproximadamente el 90% del total de ácidos grasos polinsaturados, lo cual concuerda con otras publicaciones (Jing et al., 2009; Galindo et al., 2004). La leche materna contiene cantidades considerables de ácidos linoleico y linolénico y sus metabolitos de cadena larga como el araquidónico y el decosahexanoico; el primero es el principal de la mayoría de los fosfolípidos de la membrana celular, su deficiencia provoca disminución en el crecimiento y lesiones cutáneas; el decosahexanoico es el principal componente de membranas fosfolípídicas de los fotoreceptores retinarios y de la sustancia gris (Galindo et al., 2004).

Los isómeros *cis*9, *trans*11 y *trans*10, *cis*12 tuvieron una participación dentro del total de ácidos grasos de 0,60 a 0,42 y 0.18 a 0.25%, el isómero 9c, 11t presentó un porcentaje de participación de 64,71 a 49,02% dentro del grupo de CLA, otras fuentes reportan una participación del 60 y 4% para *cis*9, *trans*11 y *trans*10, *cis*12 respectivamente (Luna et al., 2007). Las concentraciones de CLA expresadas en términos de mg de ácido graso/100g, grasa láctea fueron de 3,76 a 2,07 otros autores reportan 2,23 a 5,43 mg/g de grasa (McGuire et al., 1997; Luna et al., 2007). Las principales fuentes naturales de CLA son los tejidos corporales, principalmente el tejido adiposo de animales rumiantes y otros que se caracterizan por presentar procesos de fermentación digestiva, en el poderoso ambiente reductor del rumen es en donde se lleva a cabo la biohidrogenación del ácido linoléico; la elevada proporción de RA en leche de rumiantes no proviene únicamente del modelo de flujo de RA desde el rumen, el cual tras su absorción se distribuye a los tejidos, principalmente adiposo y mamario. Se ha demostrado que tanto en animales rumiantes como en el organismo humano principalmente en la glándula mamaria el AV puede convertirse en RA por acción de la enzima  $\Delta^9$  desaturasa (Bauman et al., 1999; Turpeinene et al., 2002; Mosley et al., 2006).

## 5. CONCLUSIONES

El contenido de grasa de la leche materna 2,67 – 4,33 g. /100 g. leche es similar al de la leche de vaca. En las muestras analizadas predominaron los ácidos grasos mono y polinsaturados con rangos participación sobre el total de lípidos del orden de 31,40 a 35,84% y 15,52 a 25,52% respectivamente. El isómero *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 fue el mayoritario del grupo CLA con 64,71 a 49,02% y una participación de 0.22 a 0.35% sobre el total de lípidos, su concentración fue de 1,99 a 1,11 mg/100g grasa. Los ácidos grasos con mayor participación en el contenido de lípidos de la leche materna fueron en orden descendente oleico, palmítico, linoléico, esteárico, láurico y mirístico. En cuanto a la influencia del consumo de alimentos fuente de CLA 24 horas antes a la extracción de leche, en el contenido del isómero de *cis*-9, *trans*-11 C: 18-2 de la leche materna, los resultados sugieren que no hay influencia.

## 6. RECOMENDACIONES

Realizar nuevas investigaciones que permitan concluir si existe una relación directamente proporcional entre el contenido de CLA de la leche materna y la ingesta de fuentes naturales del mismo, o si la relación solo se da cuando las cantidades CLA suministradas en la dieta corresponden a concentraciones altas que solo pueden ser alcanzadas con suplementación o consumo de alimentos enriquecidos. Además, se sugieren investigaciones encaminadas a determinar factores asociados con mayores o menores niveles de biosíntesis de CLA en mujeres lactantes a partir de la enzima  $\Delta^9$  desaturasa y desde luego la influencia de este fenómeno en el contenido de CLA en la leche materna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adlof RO, Duval D, Emken EA. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in human. *Am J Clin Nutr* 2000; 35: 131-135
2. Athena A, Rule D, Charles M, Murrieta M, Bauman D, et al. Human breast milk enrichment in conjugated linoleic acid after consumption of a conjugated linoleic acid rich food product: a pilot study. *Nutrition Research* 2008; 28:437-442
3. Bauman DE, Baumgard LH, Corl BA, Griinari JM. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proc Am Soc Anim Sci.* 1999
4. Blanc B. Biochemical aspects of human milk. Comparison with bovine milk. *Wld Rev Nutr Diet* 1981; 36: 1-89
5. Brenna JT, Varamini B, Jensen RG, Diersen – Schade DA, Boettcher JA. Docosahexanoic and arachidonic acid concentration in human breast milk worldwide. *Am J Clin Nutr.* 2007; 85:1457-1464
6. Chin SF, Liu W, Storkson JM, Ha YL, Pariza MW. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J Food Comp Anal* 1992; 5:185-197
7. Clifford LW: Human milk nutritional properties. En Clifford LW, ed. *Nutrition in pediatrics.* Londres Toronto: Little – Brown 1985: 797 -818.
8. Field CJ, Schley P. evidence for potential mechanisms for the effect of conjugated linoleic acid on tumor metabolism and immune function: lessons from n-3 fatty acids. *Am J Clin Nutr* 2004;79: 1190S-8S.
9. Galindo A. Capítulo. Propiedades inmunes y nutricionales de la leche materna. En *Temas de alimentación del niño.* Medellín: Universidad de Antioquia; 2004
10. Haro AN, Reyes A, Cabrera C. Acido linoléico conjugado: interés actual en nutrición humana: *Med Clin (Barc).* 2006; 127(13):508-15
11. Jenkins TC, Wallace RJ, Moate PJ. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J Anim Sci* 2008; 86:397-412
12. Jing L, Fan Y, Zhiwu Z, Hay Y, Yin A, et al. Evaluating the trans fatty acid, CLA, PUFA, and erucic acid diversity in human milk from five regions in China. *Lipids;* 2009 44: 257 -271
13. Luna P, Jaures M, Fuentes A. Fatty acid and conjugated linoleic acid isomer profiles in human milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology.* 2007; 109: 1160-1166
14. Martins SV, Lopes PA, Alfaia CM, Ribeiro VS, Guerreiro TV. Contents of conjugated linoleic acid isomers in ruminants derived food and estimation of their contribution to daily intake in Portugal. *I Br Nutr* 2007; 98: 1206-1213
15. McGuire MK, Behre RA. Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant formula. *Nutrition Research* 1997; 17:1227-1283

16. Mosley EE, McGuire MK, Williams MA. Cis -9, trans-11 conjugated linoleic acid is synthesized from vaccénico acid in lactating women. *J Nutr* 2006; 136: 2297-2301
17. Muller L.D., Delahoy J.E. Conjugated Linoleic Acid (CLA) Implications for Animal Production and Human Health. *Dairy and Animal Science* 2008; 88: 1-9
18. O'Shea M, Bassaganya J, Mohece I. Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *Am J Clin* 2004; 79(spl):1199S-206S
19. Penagos M, Berron R, García M, Zaragoza J. El sistema inmune del recién nacido. *Alergia, Asma e Inmunología Pediátricas*. 2003; 12: 63-68
20. Salvado J, Marquez F, Bullo M. Conjugated linoleic acid intake en humans: A systematic Review focusing on its effects on body composition, glucose, and lipid metabolism. *Food Science and Nutrition*, 2006; 46:479-488
21. Turpeinen A, Mutanen M, Aro A, Salminen I, Basu S, at. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. *Am J Nutr* 2002; 76:504-10