



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Nutrición Clínica Integral

Estudio de ácidos grasos *trans* de origen industrial en leche materna de mujeres queretanas.

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestría en Nutrición Clínica Integral

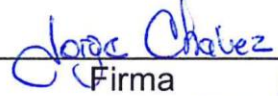
Presenta:
Christian Mayela Bousset Alféres

Dirigido por:
Dra. Karina de la Torre Carbot

Dra. Karina de la Torre Carbot
Presidente


Firma

Dr. Jorge Luis Chávez Servín
Secretario


Firma

Dr. Pedro Alberto Vázquez Landaverde
Vocal


Firma

Mtra. Claudia Azucena Betancourt López
Suplente


Firma

Dr. Roberto Augusto Ferriz Martínez
Suplente


Firma


Firma

Dra. Juana Elizabeth Elton Puente

Director de la Facultad


Firma

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña

Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre 2018

RESUMEN

La grasa presente en la leche materna es la principal fuente de energía para el lactante. Contiene ácidos grasos esenciales, indispensables para el desarrollo del Sistema Nervioso Central y visual del recién nacido; además, puede llegar a contener ácidos grasos *trans* de origen industrial, los cuales pueden interferir con el metabolismo de los ácidos grasos esenciales. El tipo de ácidos grasos presentes en la leche materna puede modificarse por la ingesta de grasas en la dieta de la madre. El objetivo de este estudio es evaluar el contenido de ácidos grasos *trans* de origen industrial presentes en calostro, leche de transición y madura de mujeres de 18 a 45 años del Estado de Querétaro. Se llevó a cabo un estudio longitudinal, observacional y descriptivo, realizado en mujeres en periodo de lactancia que acudieron al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer. Se aplicaron cuestionarios para recolección de datos y se recolectó la muestra de leche durante las tres etapas postparto (calostro, transición y madura). La determinación de ácidos grasos se llevó a cabo mediante cromatografía de gases después de su metilación con metilato de sodio y trifluoruro de boro. En el análisis estadístico, para la comparación de medias se utilizó modelo lineal general y pruebas no paramétricas para los datos que no reflejaron normalidad. Se utilizó regresión lineal simple y correlación de Pearson para medir la relación entre las variables continuas, con un intervalo de confianza (95%) y nivel de significancia ($p < 0.05$). La muestra estuvo constituida por 33 mujeres en periodo de lactancia, las cuales presentaron un consumo de ácidos grasos *trans* (AG t) similar durante las tres etapas. Con respecto a la composición de la leche, el ácido eláídico fue el AG t en mayor concentración en las tres etapas de la leche. No se observaron diferencias en el contenido de AG t en la leche materna de acuerdo al porcentaje de grasa corporal materno ni al IMC. El contenido total de AG t en leche humana se correlacionó negativamente con el contenido de ácido linoleico, DHA y total de ácidos grasos de la serie n-6 en calostro; y con el ácido linoleico en la leche madura. Se requieren más estudios que comparen a nuestra población con otra con hábitos alimenticios diferentes.

Palabras clave: Leche materna, Grasas *trans*, Ácidos grasos *trans* industriales, Ácidos grasos esenciales.

SUMMARY

The fat present in breast milk is the main source of energy for the infant. Contains essential fatty acids, which are contributing for development of the Central and Visual Nervous System of the newborn; In addition, it contains *trans* fatty acids of industrial origin, which can interfere with the metabolism of essential fatty acids. The type of fatty acids present in breast milk can be modified by the ingestion of fats in the mother's diet. The objective of this study is to evaluate the content of *trans* fatty acids of industrial origin present in colostrum, transition milk and mature women aged 18 to 45 years from the State of Querétaro. A longitudinal, observational and descriptive study was carried out. Women during breastfeeding who attended the Specialties Hospital for Children and Women were included. Questionnaires were applied for data collection and the milk sample was collected during the three postpartum stages (colostrum, transition and mature). The determination of fatty acids was carried out by gas chromatography after fatty acids methylation with sodium methylate and boron trifluoride. In the statistical analysis, for the comparison of means, general linear model and nonparametric tests were used for the data that did not reflect normality. Simple linear regression and Pearson correlation were used to measure the relationship between continuous variables, with a confidence interval (95%) and level of significance ($p < 0.05$). The sample consisted of 33 lactating women, who presented a similar *trans* fatty acid (*tFA*) consumption during the three stages. With respect to the composition of milk, elaidic acid was the *tFA* in highest concentration in the three stages of milk. There were no differences in the content of *tFA* in breast milk according to the percentage of maternal body fat or BMI. The total content of *tFA* in human milk was negatively correlated with linoleic acid, DHA and total n-6 fatty acids in colostrum; and with the linoleic acid in the mature milk. More studies are required comparing our population with another one with different eating habits. Keywords: Breast milk, *Trans* fats, Industrial *trans* fatty acids, Essential fatty acids.

Dedicada a mi familia, a mis padres, mis hermanos; y al amor de mi vida,
mi media sandía, que sin su cariño y apoyo no habría logrado este sueño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo y financiamiento para la realización de este proyecto de investigación.

De igual manera, agradezco la apertura y facilidades brindadas por Secretaría de Salud, particularmente agradezco al Dr. Mauricio Rodríguez Amador y a todo el personal del Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

Mi sincero agradecimiento al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), por abrirme las puertas de su laboratorio para la realización de este estudio, con especial agradecimiento al Dr. Pedro Alberto Vázquez Landaverde por su asesoría durante todo el proyecto.

También agradezco a la Maestra en Ciencias Miriam Guadalupe Rodríguez Olvera, a la QFB. Dulce B. Salazar Noriega y a la MNCI Marissa Nallely Nieto Escorcia, por su asesoría y apoyo en el laboratorio. Así como a todos mis sinodales por guiarme en la realización de este proyecto de investigación.

Y a todas las mujeres que participaron en el estudio, que conocen los beneficios de llevar a cabo la lactancia materna y que me brindaron su confianza al permitirme entrar en sus hogares.

TABLA DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	12
2.1 LECHE MATERNA Y CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DE ACUERDO AL PERIODO POSTPARTO	12
2.2 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LA LECHE MATERNA	13
2.3 ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES: SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DEL LACTANTE.	13
2.4 ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> (AGT)	15
2.5 ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> DE ORIGEN NATURAL	16
2.6 ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> DE ORIGEN INDUSTRIAL.....	18
2.7 DIGESTIÓN, ABSORCIÓN, TRANSPORTE Y UTILIZACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS	20
2.8 ABSORCIÓN, DIGESTIÓN, UTILIZACIÓN Y METABOLISMO DE LOS ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i>	21
2.9 BIOSÍNTESIS DEL ÁCIDO ARAQUIDÓNICO (AA) Y DOCOSAHEXAENOICO (DHA)	23
2.10 EFECTOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> DE ORIGEN INDUSTRIAL.	24
2.11 GRASAS <i>TRANS</i> EN LA DIETA DE LA MADRE Y SU RELACIÓN CON LAS CONCENTRACIONES DE ÁCIDOS GRASOS EN SU LECHE. ANTECEDENTES.	25
III. JUSTIFICACIÓN	40
IV. OBJETIVOS	42
V. HIPÓTESIS.....	42
VI. METODOLOGÍA.....	43
6.1 TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	43
6.2 UNIVERSO DE TRABAJO Y OBTENCIÓN DE LA MUESTRA.....	43
6.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	43
6.4 TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
6.5 VARIABLES.....	49
6.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
6.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS DEL ESTUDIO.....	55
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
7.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.	56
7.2 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LA MADRE Y EL LACTANTE	60

7.3 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE AGT DE LAS MADRES LACTANTES.....	61
7.4 ESTUDIO DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LA LECHE	63
7.5 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> EN LA LECHE MATERNA.....	69
7.6 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES EN LA LECHE MATERNA.....	72
7.7 COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LECHE MATERNA, DE ACUERDO AL ESTADO NUTRICIO Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE LA MADRE.	74
7.7.1 Índice de Masa Corporal (IMC).....	74
7.7.2 Porcentaje de grasa corporal	76
7.8 RELACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LA LECHE Y LA INGESTA DE ACUERDO A LA EVALUACIÓN DE SU DIETA.	77
7.8.1 Relación entre el contenido de ácidos grasos <i>trans</i> en la leche y su ingesta materna....	77
7.8.2 Estimación de la ingesta materna de ácidos grasos <i>trans</i> a partir de una fórmula	79
7.8.3 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales en la leche y la ingesta materna de AGt.....	81
7.9 RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES Y ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> EN CALOSTRO....	84
7.10 RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES Y ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> EN LA LECHE DE TRANSICIÓN.	87
7.11 RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES Y ÁCIDOS GRASOS <i>TRANS</i> EN LA LECHE MADURA.	87
VIII. CONCLUSIÓN.....	90
IX. REFERENCIAS.....	92
X. ANEXOS	97
10.1 CUESTIONARIO DE SELECCIÓN	97
10.2 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	98
10.3 HISTORIA CLÍNICO-NUTRICIONAL	101
10.4 ESTUDIO SOCIOECONÓMICO.	103
10.5 RECORDATORIO DE 24 HORAS.....	104

ÍNDICE DE CUADROS

2.1 Cuadro de antecedentes.....	30
6.2 Cuadro de variables.....	53
7.1 Características generales de la muestra.....	56
7.2 Medidas antropométricas de la madre y el lactante	60
7.3 Medidas antropométricas de la madre en las tres etapas de la leche	61
7.4 Consumo energético, de grasas y ácidos grasos <i>trans</i> de origen industrial de mujeres en etapa de lactancia.....	62
7.5 Ácidos grasos identificados y sus tiempos de retención.....	63
7.6 Composición de leche materna.....	67
7.7 Contenido de ácidos grasos <i>trans</i> de origen industrial en calostro, leche de transición y leche madura.....	69
7.8 Contenido de ácidos grasos esenciales y LCPUFA en calostro, leche de transición y leche madura.....	72
7.9 Comparación del contenido de ácidos grasos <i>trans</i> industriales y ácidos grasos esenciales en la leche materna con el estado nutricional materno	74
7.10 Comparación del contenido de ácidos grasos <i>trans</i> industriales en la leche materna de acuerdo al porcentaje de grasa corporal de la madre.....	76
7.11 Relación entre el contenido de ácidos grasos <i>trans</i> en la leche y su ingesta en la dieta materna.....	78
7.12 Relación entre el contenido de ácidos grasos <i>trans</i> en la leche y su estimación de ingesta materna por la fórmula de Craig-Schmidt.....	80
7.13 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales en la leche y la ingesta materna de ácidos grasos <i>trans</i> (Fórmula de Craig-Schmidt).....	81
7.14 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) y ácidos grasos <i>trans</i> en el calostro.....	84
7.15 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) y ácidos grasos <i>trans</i> en la leche de transición.....	87
7.16 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) y ácidos grasos <i>trans</i> en la leche madura.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1 Estructura geométrica del ácido oleico (cis) y el ácido elaídico (<i>trans</i>)	16
2.2 Principales alimentos que aportan ácidos grasos <i>trans</i> en la alimentación de los adultos mexicanos.....	18
2.3 Metabolismo y utilización de los ácidos grasos.....	21
2.4 Biosíntesis del ácido araquidónico y docosahexaenoico.....	23
7.1 Estado civil	56
7.2 Ocupación.....	57
7.3 Vía de nacimiento del ultimo hijo.....	57
7.4 Primera alimentación del bebé.....	58
7.5 Apego temprano.....	58
7.6 Alojamiento conjunto.....	59
7.7 Nivel socioeconómico.....	59
7.8 Cronograma de leche materna.....	65
7.9 Ácido petroselaídico y vaccénico.....	66
7.10 Relación entre el contenido de ácidos graso docosahexaenoico y ácido elaídico en el calostro.....	85

I. INTRODUCCIÓN

La leche materna es el alimento ideal para el recién nacido, contiene el balance adecuado de nutrimentos y componentes esenciales que favorecen el crecimiento y desarrollo del lactante (Lozano de la Torre, 2010; Kim, Kim, Choi, Kim, & Cho, 2016; Deng et al., 2018). Su composición de macro y micronutrimentos no es estática, cambia de acuerdo a diversos factores (García-López, 2011).

La grasa presente en la leche materna representa para el lactante su principal fuente de energía (Marín, Sanjurjo, Sager, Margheritis, & Alaniz, 2009; Wan, Wang, Xu, Geng, & Zhang, 2010; Vásquez-Garibay, 2016). Está conformada por ácidos grasos saturados e insaturados (Marín et al., 2009); dentro de éstos últimos se encuentran los ácidos grasos esenciales, que tienen una importante función en el desarrollo del sistema nervioso central y visual del lactante (Marín et al., 2009; García-López, 2011). De igual forma, puede contener AG t en bajas concentraciones, que son ácidos grasos insaturados con al menos un doble enlace en la configuración *trans* (Valenzuela, 2008; Fernández-Michel, García-Díaz, Alanís-Guzmán y Ramos-Clamont, 2008). Las concentraciones de ácidos grasos en la leche materna pueden modificarse por la ingesta de lípidos de la madre (Marín et al., 2009; Lozano de la Torre, 2010; García-López, 2011; de Souza Santos da Costa et al., 2016).

Los AG t presentes en la dieta materna pueden provenir de dos fuentes: natural e industrial. Los AG t de origen industrial son el resultado de un proceso de hidrogenación y son muy utilizados por la industria alimentaria (Fernández-Michel et al., 2008; Castro-martínez, Bolado-garcía, Landa-anell, Liceaga-cravioto y Carlos, 2010; Ballesteros-Vásquez, Valenzuela-Calvillo, E. Artalejo-Ochoa y Robles-Sardin, 2012). En México, el consumo promedio de AG t es superior al consumo máximo recomendado (Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group, 2014).

Se ha sugerido que los AG t de origen industrial contenidos en leche materna, interfieren con el metabolismo de los ácidos grasos esenciales, afectando

el desarrollo del recién nacido. (Villalpando, Ramírez, Bernal y Cruz, 2007; Manzur, Alvear y Alayón, 2009; Silencio Barrita et al., 2012)

Durante los primeros seis meses de vida, el lactante requiere una gran cantidad de ácidos grasos esenciales, debido a que la velocidad de transformación de los precursores en el hígado, es insuficiente para cubrir sus requerimientos metabólicos, por lo que la madre es quien le aporta los ácidos grasos esenciales a través de la lactancia materna (Vega et al., 2012).

El consumo elevado de grasas *trans* de origen industrial en México podría alterar las concentraciones de ácidos grasos en la leche materna y ubicar a la población mexicana dentro de aquellas con mayor cantidad de grasas *trans* en su leche; y por lo tanto en riesgo de presentar efectos negativos sobre el desarrollo del lactante (Silencio Barrita et al., 2012).

II. REVISION DE LA LITERATURA

2.1 Leche materna y cambios en la composición de acuerdo al periodo postparto

La leche materna es un fluido vivo y cambiante, que a medida que el niño crece y se desarrolla, modifica su composición para adaptarse a sus necesidades nutrimentales e inmunológicas (García-López, 2011).

Se divide en 3 etapas en relación al periodo postparto: calostro, leche de transición y madura.

El calostro se produce durante los 3 a 4 días posteriores al parto. Es un líquido de color amarillento por la presencia de carotenos (García-López, 2011), que es 10 veces más alto que en la leche madura (7.57 mg/L en calostro y 0.3mg/L en leche madura) (Vásquez-Garibay, 2016), tiene poco volumen y una alta densidad. Contiene una mayor concentración de proteínas, vitaminas liposolubles, sodio, zinc, lactoferrina, factor de crecimiento y lactobacilos Bifidus, que la leche madura. Contiene una menor cantidad de grasas, vitaminas hidrosolubles y lactosa. Su carga calórica es de aproximadamente 670 kcal/L.

La leche de transición, es la que se produce en una etapa posterior a la producción de calostro y normalmente se presenta entre el 4º y 15º día postparto. El volumen de la leche y las concentraciones de lactosa, grasas y vitaminas liposolubles van aumentando progresivamente; mientras que las proteínas, inmunoglobulinas y vitaminas liposolubles disminuyen su concentración.

La producción de leche madura comienza a partir del 15º día posterior al parto. Los principales componentes de la leche madura son: agua, hidratos de carbono, proteínas, vitaminas y minerales. Su carga calórica es en promedio 750 kcal/L, las cuales corresponden principalmente a los hidratos de carbono y a las grasas (García-López, 2011).

2.2 Composición de ácidos grasos en la leche materna

La leche materna contiene de 2 a 4.5 g de grasa por cada 100 ml. (Manzur et al., 2009; García-López, 2011). Lo que constituye aproximadamente el 50% de la energía de la leche (Samur, Topcu, & Turan, 2009; Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017; Perrin, Pawlak, Dean, Christis, & Friend, 2018; Mazzocchi et al., 2018). Está compuesta en un 98% por triglicéridos (Marín et al., 2009; Deng et al., 2018; Mazzocchi et al., 2018), en donde el ácido oleico (18:1, n 9, 32.8%) y el ácido palmítico (16:0, 22.6%) son los más abundantes. Los ácidos grasos saturados constituyen el 42 a 47% y los insaturados el 53 a 58%. (Macías, Rodríguez, & Ronayne de Ferrer, 2006; Marín et al., 2009)

Las concentraciones de grasa y la composición de ácidos grasos en la leche materna son muy variables y susceptibles a cambios, interindividuales de una mujer a otra e incluso en la misma madre. Y se modifican por la ingesta de grasas en su dieta y por lo tanto, por la alimentación de cada región (Samur et al., 2009; Manzur et al., 2009; Marín et al., 2009; Wan et al., 2010; García-López, 2011; Kuhnt, Degen, & Jahreis, 2015; Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017; Deng et al., 2018; Perrin et al., 2018; Mazzocchi et al., 2018).

Los ácidos grasos presentes en la leche materna pueden provenir de la dieta materna, de la síntesis de la glándula mamaria y de la movilización de los depósitos de grasa (Samur et al., 2009; Wan et al., 2010). Aproximadamente el 30% de la grasa de la leche materna se deriva de la dieta, mientras que alrededor del 60-70% es el resultado de la síntesis tisular y de los depósitos de grasa maternos. (Macías et al., 2006; de Souza Santos da Costa et al., 2016; Deng et al., 2018)

2.3 Ácidos grasos esenciales: su importancia en el desarrollo del lactante.

Como parte importante de las grasas insaturadas, la leche contiene ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, cuyos precursores son el ácido linolénico (AAL, 18:3n-3); y el ácido linoléico (AL, 18:2n-6), tercer ácido graso más abundante

en la leche materna (13.6%) (García-López, 2011). Ambos se conocen como ácidos grasos esenciales, ya que no pueden ser sintetizados por el organismo, obteniéndose de la dieta de la madre (Marín et al., 2009; García-López, 2011; Nishimura et al., 2014). A partir de ellos se forman ácidos grasos polinsaturados (PUFAs) como el ácido araquidónico (AA; C 20:4) y el ácido docosaexaenoico (DHA; C 22:6) (Marín et al., 2009; García-López, 2011).

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LCPUFA) en la leche materna se explica sólo en un 30% por la dieta materna (Nishimura et al., 2014).

Los LCPUFA son benéficos para el organismo del bebé, debido a su participación en el crecimiento y maduración del sistema nervioso central y en el desarrollo de su sistema visual-sensorial (Marín et al., 2009; García-López, 2011; Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017; Deng et al., 2018). Éstos ácidos grasos conforman más del 30% de los fosfolípidos que integran las membranas celulares del sistema nervioso y más del 50% de los ácidos grasos presentes en la retina del ojo, por lo que alteraciones en su concentración ocasionarían daños en el desarrollo cognitivo y visual del recién nacido (Vega et al., 2012).

El consumo de DHA en los infantes es esencial para un buen desarrollo. Son varios los estudios que demuestran los beneficios en el sistema nervioso central de un adecuado aporte de DHA en el lactante. Un estudio llevado a cabo por Helland y cols., en Noruega, en 2003, evaluó el desarrollo mental de niños de 4 años de edad, cuyas madres habían sido suplementadas durante el embarazo y la lactancia, ya sea con aceite de hígado de bacalao (con DHA) o aceite de maíz (sin DHA). Se observó que los niños de madres suplementadas con aceite de hígado de bacalao, con un elevado contenido de DHA, tuvieron un puntaje mayor en el test de procesamiento mental (escala de Kaufman-ABC), en comparación con los hijos de madres suplementadas con aceite de maíz (sin DHA) (Helland, Smith, Saarem, Saugstad, & Drevon, 2003).

De igual forma, en 2010, Jensen y cols., suplementaron durante los primeros 4 meses postparto a mujeres estadounidenses, ya sea con aceite de alga (alto en DHA: 200mg/día) o aceite vegetal (sin DHA). Cinco años después se observó que los niños cuyas madres habían sido suplementadas con DHA mostraron mayores habilidades cognitivas, neuropsicológicas y de atención de forma no verbal (escala de Leiter) que los niños que no tuvieron el aporte de DHA (Jensen et al., 2010).

En cuanto al efecto positivo que tienen los ácidos grasos esenciales en el desarrollo visual del lactante, los estudios de Birch en 2005 y 2010, mostraron que los niños alimentados con fórmulas infantiles suplementadas con DHA tuvieron una agudeza visual mayor a las 6, 17, 26 y 52 semanas (Birch et al., 2005), y que, por otro lado, los niños alimentados con fórmulas sin DHA (0% DHA) presentaron menor agudeza visual a las 52 semanas (Birch et al., 2010).

2.4 Ácidos grasos *trans* (AG t)

Como parte de la fracción lipídica, la leche materna puede contener AG t (naturales e industriales), los cuales constituyen en promedio del 2 al 5% del total de ácidos grasos (Larqué, Zamora, & Gil, 2001; Valenzuela, 2008).

El cuerpo humano no sintetiza AG t , por lo que su presencia en la leche materna está relacionada con la ingesta materna (Samur et al., 2009).

En la dieta, las grasas *trans* se encuentran en una gran variedad de alimentos de consumo frecuente. (Valenzuela, 2008; Ballesteros-Vásquez et al., 2012). Instituciones como la Organización Mundial de la Salud y la Secretaría de Salud, recomiendan un consumo máximo de grasas *trans* totales. Se recomienda un consumo menor al 1% con respecto a la ingesta calórica total. (Secretaría de Salud. Subdirección de Nutrición., 2011; Kuhnt et al., 2015; de Souza Santos da Costa et al., 2016; Downs et al., 2017). Sin embargo, de acuerdo a un informe del Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group, 2014, el

consumo promedio de grasas *trans* en México es del 3.6% de la energía total, considerándose como uno de los países con mayor ingesta a nivel mundial (Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group, 2014), tomando en cuenta que la ingesta promedio a nivel internacional es del 1.4% del consumo calórico total (Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group, 2014; Downs et al., 2017).

Existen dos fuentes de AG_t: de origen natural e industrial (Valenzuela, 2008; Ballesteros-Vásquez et al., 2012; de Souza Santos da Costa et al., 2016). En la **figura 2.1** se observa la diferencia en la estructura geométrica de un ácido graso *cis* (ácido oleico) y un AG_t (ácido elaídico).

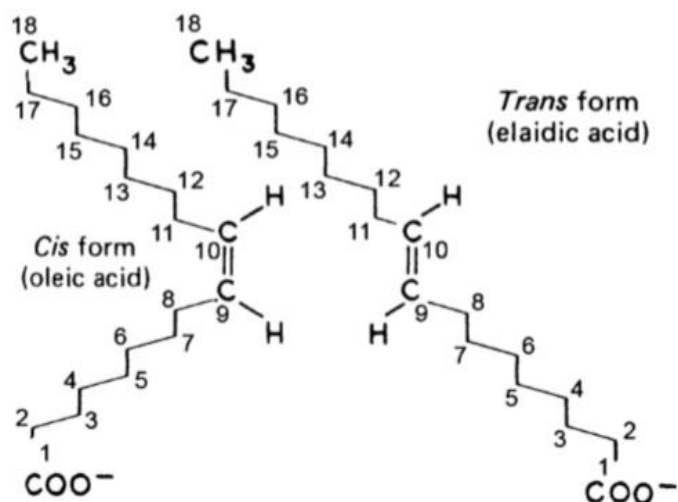


Figura 2.1 Estructura geométrica del ácido oleico (*cis*) y el ácido elaídico (*trans*). Tomado de Kummerow, 2009.

2.5 Ácidos grasos *trans* de origen natural

Los AG_t de origen natural son formados en el rumen de animales poligástricos como vacas, cabras, etc. (Kummerow, 2009; Hyseni et al., 2017). Por medio de un proceso de hidrogenación producido por las bacterias isomerasas gástricas (*Butyrivibrio fibrisolvens* y *Propionibacterium acnes*), éstas cambian los dobles enlaces *cis* de las grasas insaturadas a la forma *trans*. Los AG_t son

absorbidos por su sistema digestivo e incorporados a los músculos y a la leche, por lo que se pueden encontrar en pequeñas cantidades en la carne de éstos animales y en su leche. (Manzur et al., 2009; Ballesteros-Vásquez et al., 2012; Krešić, Dujmović, Mandić, & Delaš, 2013; Kuhnt, Degen, & Jahreis, 2015; de Souza Santos da Costa et al., 2016). El 8% de la grasa de los alimentos de origen animal corresponde a los AG t naturales (Kuhnt et al., 2015). El más abundante en los alimentos de origen animal es el ácido vaccénico (18:1 t 11); sin embargo, también contienen pequeñas cantidades de ácido linoleico conjugado (CLA: 18:2 c 9, t 11) (Hauff & Vetter, 2009; de Souza Santos da Costa et al., 2016; Mazzocchi et al., 2018). Se estima que del total de grasas *trans* de la dieta, los provenientes de origen natural corresponden al 5% (Manzur et al., 2009; Ballesteros-Vásquez et al., 2012).

Los AG t de origen natural que forman parte de la fracción lipídica de la leche materna son: ácido vaccénico (18:1 t 11) e isómeros de CLA (Ruménico [C18:2 c 9, t 11], C18:2 c 11, t 13, C18:2 t 10, c 12 y C18:2 t 9, t 11) (Duran & Masson., 2010; De Souza Santos da Costa et al., 2016).

Estudios recientes han observado que los AG t naturales ofrecen un efecto benéfico para el organismo. Niveles elevados de ácido vaccénico (11 t -18:1) en la leche, se han relacionado con menores manifestaciones atópicas y una incidencia más baja de dermatitis atópica en los niños. En el cuerpo, el ácido vaccénico sufre una conversión endógena a ácido ruménico (9 c is, 11 t -18:2), en el cual también se han observado propiedades benéficas (Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017; Mazzocchi et al., 2018). Por otro lado, el ácido vaccénico es precursor del CLA (9 c ,11 t -18:2), en el que se han observado propiedades benéficas como la disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Kummerow, 2009) y cáncer, regulación del sistema inmunológico y la respuesta inflamatoria. (Kuhnt et al., 2015).

2.6 Ácidos grasos *trans* de origen industrial

Por otro lado, los AG*t* de origen industrial son el resultado de un proceso de hidrogenación de aceites vegetales, como el de palma, soya, canola y girasol que se lleva a cabo en la industria alimentaria, cuya finalidad es conseguir una mayor estabilidad y vida de anaquel, así como la disminución de costos de estos productos y la generación de características organolépticas y de texturas deseables para el consumidor (Castro-Martínez et al., 2010; Ballesteros-Vásquez et al., 2012; Hyseni et al., 2017)

El consumo de AG*t* industriales en la población mexicana es elevado, debido a que una gran variedad de alimentos de consumo frecuente los contienen. Dentro de los principales se encuentran: pan y galletas, queso, antojitos de maíz, papas fritas, comida rápida, grasas comestibles y otros. Los principales alimentos que aportan AG*t* se presentan en porcentaje en la **figura 2.2**. (Castro-martínez et al., 2010; Secretaría de Salud. Subdirección de Nutrición., 2011).

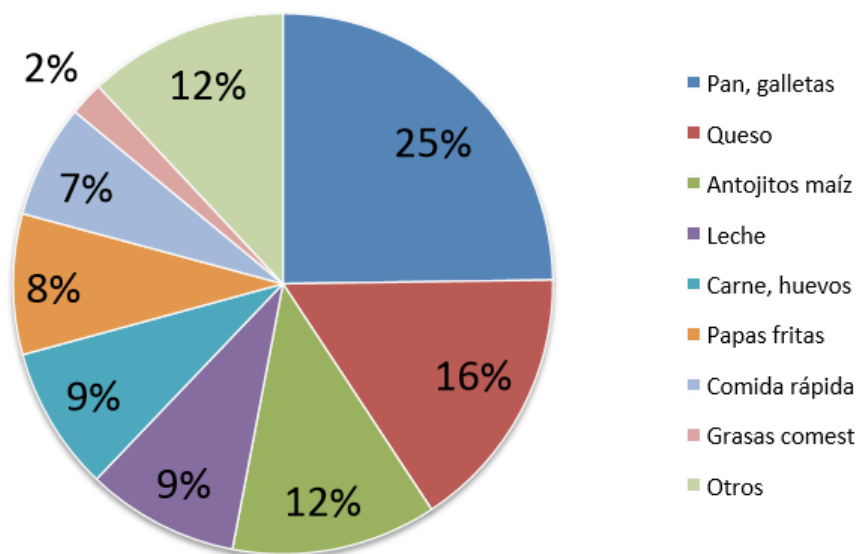


Figura 2.2 Principales alimentos que aportan ácidos grasos *trans* en la alimentación de los adultos mexicanos. (Tomada de Secretaría de Salud. Subdirección de Nutrición., 2011).

Los AG t de origen industrial son ácidos grasos insaturados, los cuales pueden ser monoinsaturados, como los isómeros de:

- C12:1 (12:1 $t7$)
- C14:1 (14:1 $t9$)
- C15:1 (15:1 $t10$) (Hauff & Vetter, 2009)
- C16:1 (16:1 $t8$; 16:1 $t9$ [ácido palmitoelaídico]; 16:1 $t10$; 16:1 $t11$; 16:1 $t12$ y 16:1 $t14$)
- C18:1 (18:1 $t4$; 18:1 $t5$; 18:1 $t6$ [ácido petroselaídico]; 18:1 $t7$ y 18:1 $t8$; 18:1 $t9$ [ácido elaídico]; 18:1 $t10$; 18:1 $t12$; 18:1 $t13$; 18:1 $t14$; 18:1 $t15$; 18:1 $t16$).

O bien, pueden ser poliinsaturados, como los isómeros:

- C18:2 (18:2 $t9,t12$ [ácido linoelaídico] (Hauff & Vetter, 2009; Daud, Mohd-Esa, Azlan, & Chan, 2013; Ratnayake et al., 2014; de Souza Santos da Costa et al., 2016; Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017); 18:2 $c9,t12$; 18:2 $t9,c12$; 18:2 $c9,t13$; 18:2 $t8,c13$; 18:2 $t10,c15$; 18:2 $t9,c15$; 18:2 $c5,t9$)
- C18:3 (18:3 $t9,c12,t15$; 18:3 $c9,t12,t15$; 18:3 $c9,c12,t15$, 18:3 $t9,c12,c15$) (Ratnayake et al., 2014).

Los AG t de origen industrial representan más del 50% del contenido de los aceites vegetales parcialmente hidrogenados utilizados en los productos industriales (Kuhnt et al., 2015); y el 80 al 90% del total de AG t presentes en la dieta de una persona (Larqué et al., 2001). El AG t de fuente industrial más abundante, es el ácido elaídico (18:1 $t9$) (Villalpando et al., 2007; Hauff & Vetter, 2009; Krešić et al., 2013), seguido del isómero C18:1 $t10$ (Hauff & Vetter, 2009).

2.7 Digestión, absorción, transporte y utilización de los Ácidos Grasos

La materia lipídica que se encuentra en los alimentos es triturada por los dientes y mezclada con la lipasa lingual, posteriormente pasa al estómago en donde es hidrolizada por la lipasa gástrica y después por la lipasa pancreática en el intestino delgado. Una vez ahí, los ácidos grasos liberados son mezclados con sales biliares y lecitina, y forman micelas. Posteriormente, ingresan a los enterocitos, en donde los ácidos grasos de más de 14 carbonos, como lo son los ácidos grasos esenciales y los AG ω , se esterifican para formar triglicéridos. Éstos pasan a la circulación sanguínea a través del sistema linfático en forma de quilomicrones. Enseguida, los triglicéridos de los quilomicrones y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL; lipoproteína que transporta los triglicéridos sintetizados en el hígado), son hidrolizados por la enzima lipoproteín lipasa, que se encuentra en la pared interna de los vasos sanguíneos, produciendo ácidos grasos libres. Los ácidos grasos libres son utilizados integrándose a los triglicéridos del tejido adiposo, los cuales bloquean la expresión génica de enzimas involucradas en la lipogénesis; en el tejido muscular aumentan la oxidación de ácidos grasos y disminuyen la acumulación de triglicéridos; en el hígado las partículas residuales de los quilomicrones son unidos a los triglicéridos, inhiben la síntesis de lípidos y estimulan la oxidación de ácidos grasos (Rodríguez-Cruz, Tovar, Prado, & Torres, 2005; Miguel Soca, 2009; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Fundación Iberoamericana de Nutrición, 2012), mientras que los remanentes de las VLDL por medio de la lipasa hepática pueden convertirse en lipoproteínas de baja densidad (LDL) o ser almacenados en el hígado (Miguel Soca, 2009); y en la glándula mamaria son utilizados para la síntesis de otros ácidos grasos que van a ser incorporados a la leche. **(Figura 2.3)** (Rodríguez-Cruz et al., 2005; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Fundación Iberoamericana de Nutrición, 2012)

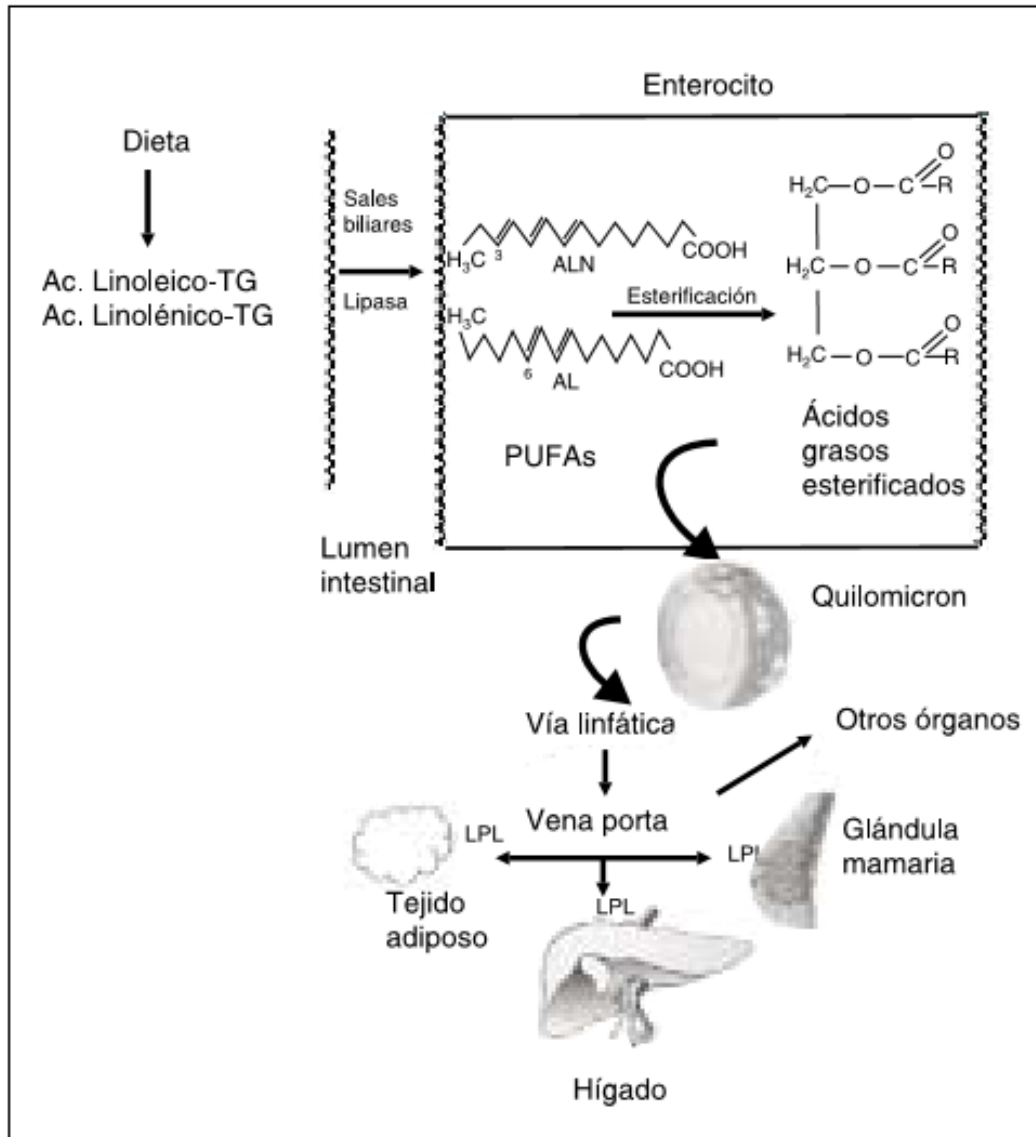


Figura 2.3 Metabolismo y utilización de los ácidos grasos. (Tomada de Rodríguez-Cruz et al., 2005)

LPL: Enzima lipoproteína lipasa; AL: Ácido linoleico; ALN: Ácido linolénico; TG: Triglicéridos.

2.8 Absorción, digestión, utilización y metabolismo de los Ácidos Grasos *trans*

La digestión y absorción de los AG t se lleva a cabo de la misma forma que en los ácidos grasos insaturados con configuración *cis*. La absorción de los AG t monoinsaturados C18:1 t es de aproximadamente el 95% de los consumidos en los

alimentos. Una vez absorbidos, los AG t son integrados rápidamente al tejido adiposo, sin embargo, los ácidos grasos monoinsaturados ingresan con mayor facilidad en comparación a los ácidos grasos poliinsaturados C18:3 t . Su acumulación en los tejidos depende de las concentraciones presentes en la dieta (Fernández-Michel et al., 2008; Valenzuela, 2008; Manzur et al., 2009; Castro-martínez et al., 2010; Ballesteros-Vásquez et al., 2012).

Los AG t también pueden unirse a los fosfolípidos de las membranas celulares, en la posición Sn-1 de los triglicéridos (Fernández-Michel et al., 2008; Valenzuela, 2008), ocupando el lugar de los ácidos grasos saturados debido a las similitudes en su estructura (Valenzuela, 2008). La acumulación de AG t en las membranas eleva el punto de fusión de los fosfolípidos y disminuye la fluidez de la membrana, lo que afecta sus funciones enzimáticas, de receptores, canales iónicos, etc. (Fernández-Michel et al., 2008; Valenzuela, 2008; Manzur et al., 2009). Y al volverse rígida la membrana, la unión entre el receptor y ligando puede dificultarse o no llevarse a cabo (Manzur et al., 2009).

Por otro lado, algunos AG t sufren una bioconversión dentro del organismo, especialmente en el hígado, intestino y glándula mamaria (Fernández-Michel et al., 2008). El 20% del AG t natural, vaccénico, es transformado a ácido ruménico por medio de la enzima $\Delta 9$ desaturasa, mientras que el 3.2% es convertido a ácido palmítico (Fernández-Michel et al., 2008; Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017). En cuanto a los AG t industriales, estudios en ratones reportan una desaturación del ácido elaídico al ácido 18:2 c5 t 9 (Fernández-Michel et al., 2008).

Sin embargo, el destino principal de los AG t dentro del organismo es la β -oxidación. Su metabolismo se realiza a través de las mismas rutas metabólicas y con la misma proporción que los ácidos grasos saturados. (Fernández-Michel et al., 2008; Valenzuela, 2008; Castro-martínez et al., 2010). El ácido elaídico se oxida de la misma manera que sus isómeros *cis*, de forma casi completa. Por el contrario del ácido vaccénico, que únicamente se oxida un 20%. De igual forma, los isómeros 18:2 t también sufren de una oxidación incompleta, ocasionando que se acumulen en el organismo isómeros 16:1 t y 14:1 t (Fernández-Michel et al., 2008).

2.9 Biosíntesis del ácido araquidónico (AA) y docosahexaenoico (DHA)

En la **figura 2.4** se muestra la biosíntesis de los ácidos grasos poliinsaturados (AA y DHA), la cual se lleva a cabo en los microsomas del retículo endoplásmico de los hepatocitos, mediante una secuencia de desaturaciones y elongaciones que son dependientes de malonil coenzima A (CoA). El ácido araquidónico se sintetiza a partir del ácido linoleico y el ácido Docosahexaenoico a partir del ácido Linolénico. Las enzimas responsables de la desaturación para la biosíntesis de éstos ácidos grasos son la $\Delta 5$ y $\Delta 6$ desaturasas. (Rodríguez-Cruz et al., 2005)

Se ha comprobado la presencia de las enzimas $\Delta 5$ y $\Delta 6$ desaturasas en la glándula mamaria de roedores, lo que podría revelar que el tejido mamario tiene la capacidad de sintetizar AA y DHA (Rodríguez-Cruz et al., 2005).

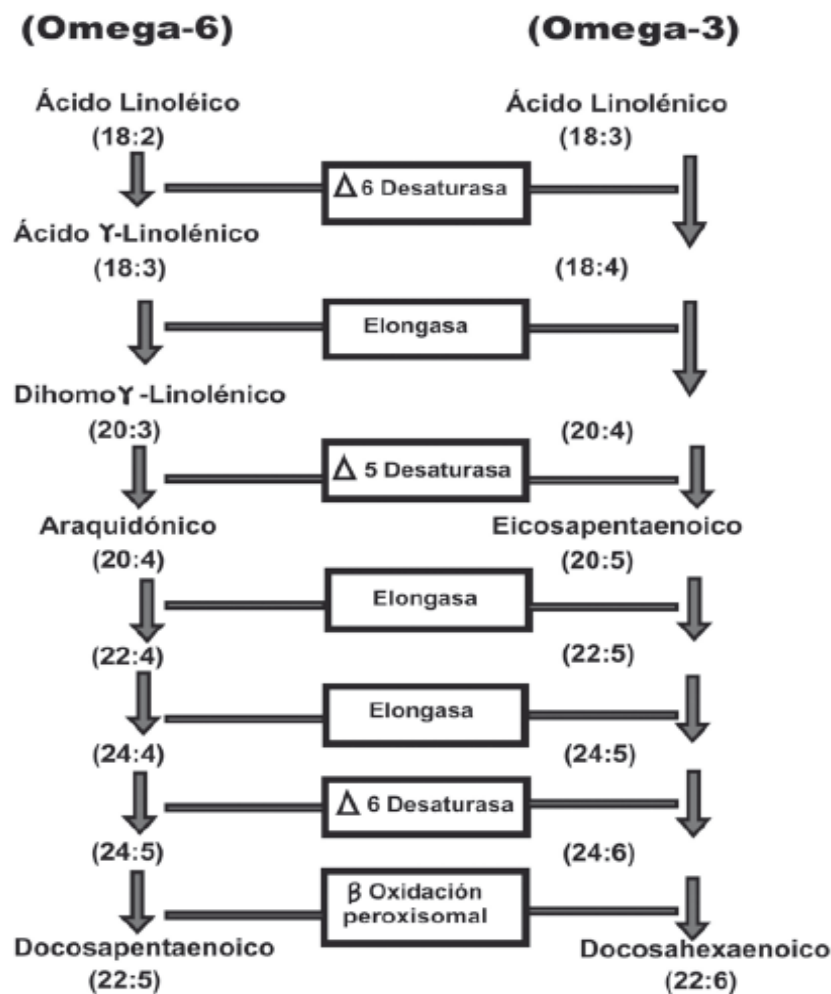


Figura 2.4 Biosíntesis del ácido araquidónico y Docosahexaenoico.

2.10 Efectos de los ácidos grasos *trans* de origen industrial.

Existe evidencia de que los AG t de origen industrial interfieren con el metabolismo de los ácidos grasos esenciales, debido a que compiten por las mismas enzimas que los desaturan ($\Delta 5$ y $\Delta 6$ desaturasas) (Villalpando et al., 2007; Kummerow, 2009; Manzur et al., 2009; Silencio Barrita et al., 2012; Krešić et al., 2013), afectando el desarrollo cognitivo y visual en el caso de los neonatos (Fernández-Michel et al., 2008; de Souza Santos da Costa et al., 2016). Estudios refieren que el contenido de AG t en la leche materna es inversamente proporcional a las concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga presentes en ella (LCPUFA) (de Souza Santos da Costa et al., 2016), por lo que la presencia de AG t en leche ocasiona un aporte inadecuado de ácidos grasos esenciales. Un aporte inadecuado de DHA en la alimentación del lactante, podría disminuir su coeficiente intelectual y causar disfunción permanente de la retina. (Vega et al., 2012)

Estudios como el realizado en Croacia, en el año 2013 por Krešić y cols., evaluaron la relación entre los AG t y los ácidos grasos esenciales contenidos en la leche humana. Observaron una correlación inversa entre el contenido total de AG t en la leche y los niveles de ácido araquidónico (C20:4n6), ácido linoleico (C18:2n6c), α -linolénico (C18:3n3), EPA (C20:5n3) y DHA (C22:6n3) en la leche madura (Krešić et al., 2013).

De igual forma, en 2016, de Souza Santos da Costa y cols., analizaron el efecto de los AG t presentes en la leche de mujeres adolescentes brasileñas. Y observaron que en el calostro, las concentraciones totales de LCPUFA n-3 se correlacionaron inversamente con el total de AG t en la leche (De Souza Santos da Costa et al., 2016).

Además de las complicaciones en el lactante, las grasas *trans* tienen efectos negativos en la salud del adulto y por lo tanto en la madre. Pueden ocasionar: alteración del perfil de lípidos (aumento de las concentraciones séricas de colesterol LDL y disminución de HDL), resistencia a la insulina y enfermedad

cardiovascular (Kummerow, 2009; Hauff & Vetter, 2009; Ballesteros-Vásquez et al., 2012; Ratnayake et al., 2014; Kuhnt, Degen, & Jahreis, 2015; Downs et al., 2017). Un consumo mayor al 2% (del consumo calórico total/día) de ácidos grasos *trans* de origen industrial, aumenta el riesgo de cardiopatía isquémica en más del 20% (Kuhnt et al., 2015). También se ha relacionado con algunos tipos de cáncer (Ballesteros-Vásquez et al., 2012; Krešić et al., 2013; Hyseni et al., 2017).

2.11 Grasas *trans* en la dieta de la madre y su relación con las concentraciones de ácidos grasos en su leche. Antecedentes.

La concentración de AG t en la leche materna, tiene relación con el tipo de alimentación y ubicación geográfica de la madre (Larqué et al., 2001; Manzur et al., 2009; Krešić et al., 2013; Kim et al., 2016).

Como se observó en un estudio realizado en Malasia en el año 2013, en el que se analizó la dieta y la leche de mujeres en periodo de lactancia. Se cuantificaron cinco isómeros de AG t en la leche materna por cromatografía de gases (ácido palmitoelaídico (16: 1 t 9), ácido petroselaídico (18: 1 t 6), ácido elaídico (18: 1 t 9), ácido vaccénico (18: 1 t 11) y ácido linoelaídico (18: 2 t 9,12)). Los datos mostraron que la ingesta promedio de AG t entre las madres lactantes fue de 1.27g / día y se comparó con la ingesta de otras poblaciones. La ingesta de grasas *trans* de las madres lactantes de Malasia fue inferior que la dieta de mujeres lactantes en Turquía (2.16g / día), Canadá (2.2g / día) y EE.UU. (> 4.5g / día). De igual forma, las concentraciones de AG t (2.94%) en la leche materna fueron diferentes a las observadas en Irán (11.3%), Canadá (7.1%) y Kuwait (2.8%). El AG t de mayor concentración en la leche de mujeres de Malasia fue el ácido linoelaídico (1.44±0.60%). (Daud, Mohd-Esa, Azlan y Chan, 2013)

Otra población estudiada fue la de Turquía: en 2009 Samur y colaboradores, evaluaron la composición de la leche madura de mujeres en etapa de lactancia. Los AG t representaron el 2.13 ± 1.03% del total de ácidos grasos, cuyo isómero principal fue el C18:1 t con 1.96 ± 1.03%. El total de AG t encontrados en

leche fue comparado con el de mujeres en Polonia (2.7%), Italia (Roma) (2.7%), Alemania (2.4%), República Checa (2.1%) y Francia (2%), encontrando valores similares a los observados en las mujeres Turcas. Por otro lado, la estimación en el consumo de AG t fue de 2.16 ± 2.01 g/día (0.06-4.75% de la ingesta calórica total). Los autores observaron que las mujeres con concentraciones mayores de AG t en su leche tenían un consumo significativo de productos ricos en estos ácidos grasos. Sin embargo, no se encontró una correlación significativa entre el contenido de AG t en la leche y su presencia en la dieta materna (Samur et al., 2009).

Con el objetivo de evaluar la influencia de la dieta materna sobre el contenido de ácidos grasos en la leche humana, en 2013, Krešić y cols, llevaron a cabo un estudio con mujeres de Croacia (las cuales llevan una dieta mediterránea). Su ingesta de AG t fue de 2g/día (lo cual representó <1% de la ingesta calórica total). Este consumo fue similar al de otros países cercanos al Mediterráneo como España, Grecia, Italia y Portugal, en los que la ingesta fue de 1.4g a 2.1g (0.5%-0.7% del valor calórico total (VCT)); pero menor al de Alemania, Suecia, Dinamarca y Francia que fue de 2.1g a 2.8g (0.7-1.3% VCT); y al de los Países Bajos e Islandia, que fue el más elevado con un consumo de 4.3g a 5.4g (1.6%-2% VCT). En la leche materna, el promedio de AG t fue de 2.3%, similar al de otros países europeos como Polonia (2.7%), Italia (2.7%), República Checa (2.1%), Francia (2%) y Turquía (2.1%). Sin embargo, muy inferior al de países como Canadá y Estados Unidos, cuyo contenido de AG t fue del 7%. El total de AG t en la leche de las mujeres croatas mostró una correlación negativa y significativa entre los niveles de ácido araquidónico (C20:4n6), linoleico (C18:2n6c), α -linolénico (C18:3n3), eicosapentanoico (C20:5n3) y docosahexaenoico (C22:6n3). (Krešić et al., 2013)

Más adelante, en 2017, Gómez-Cortés y de la Fuente, analizaron la leche de mujeres de Nigeria, África. En las que se valoró las diferencias en la composición de ácidos grasos de mujeres de zonas urbanas y rurales (etnia Fulani). Cada una con estilos de vida y alimentación diferentes. No se encontraron diferencias significativas en los niveles de ácido vaccénico (18:1 t 11) y linoeláidico (C18:2 t 9, t 12); tampoco en las concentraciones de ácido linoleico (C18:2n6c) y

araquidónico (C20:4n6). Sin embargo, a excepción del ácido vaccénico (18:1n7), todos los porcentajes de AGt monoinsaturados (18:1), el ácido eicosapentanoico (EPA: C20:5n3), docosapentanoico (DPA: C22:5n6) y docosahexaenoico (DHA: C22:6n3) fueron significativamente mayores en las madres de zonas urbanas, lo que sugiere un consumo mayor tanto de grasas *trans* como de alimentos ricos en EPA, DPA y DHA (Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017).

En 2018, Deng y cols. estudiaron la leche materna de mujeres de tres distritos de China con diferentes hábitos alimenticios. La ingesta de grasas se correlacionó negativamente con el ácido linoleico (C18:2n-6) y PUFA (ácidos grasos poliinsaturados). Mientras que el consumo de carne fue positivamente correlacionado con el contenido de ácidos grasos saturados y n-6 LCPUFA. Con respecto al consumo de AGt, la población China presentó una ingesta entre 0.16% y 0.34% del valor calórico total. Significativamente inferior al consumo máximo recomendado por la OMS y a la ingesta de países occidentales. El contenido total de AGt en la leche fue de 0.436% a 0.866% (Deng et al., 2018).

Perrin y cols, en 2018, evaluaron la composición de la leche materna de mujeres estadounidenses, las cuales llevaban diferentes tipos de alimentación (vegana, vegetariana y omnívora). El promedio de grasas *trans* en los tres grupos fue menor al 1.1%. Las mujeres veganas mostraron valores significativamente menores de AGt, en comparación con las madres vegetarianas y omnívoras. En la leche de las mujeres veganas se observó un porcentaje mayor de AGt C16:1t, mientras que en las vegetarianas y omnívoras mayor concentración de C18:1t (Perrin et al., 2018).

El estudio de Ratnayake y cols., en 2014; analizó la composición de AGt en la leche de mujeres canadienses, posterior a la aprobación de una ley sobre la regulación de las grasas *trans* en los productos alimenticios que entró en vigor en 2005. De 1992 a 2011 hubo una reducción significativa del contenido de grasas *trans* en la leche materna (74%); 7.2g/100g de ácidos grasos de la leche en 1992 (Ratnayake et al., 2014), 7.1g/100g en 1998, 5.3g/100g en promedio del 2004 al 2006 (Friesen & Innis, 2006) y 1.9g/100g en 2011. Los AGt más abundantes en la

leche de las mujeres de Canadá, tanto en 1992 como en 2011, fueron los isómeros de C18:1*t* (que incluían todos los isómeros *trans* 18:1 del $\Delta 4t$ a $\Delta 16t$). Se estimó el consumo de AG*t* en la dieta materna, obteniéndose una ingesta de 10.6g/día (4% VCT) en 1992 y de 2.3g/día (0.9% VCT), 1.3g/día (0.5% VCT) y 0.8g/día (0.3% VCT), en 2009, 2010 y 2011, respectivamente. Lo que demuestra que la composición de AG*t* en la leche humana refleja la dieta de la mujer lactante (Ratnayake et al., 2014).

Por otro lado, se han realizado estudios en mujeres latinas, como el llevado a cabo en Chile por Duran y Masson en 2010, en donde se analizó la materia grasa de la leche materna de 10 nodrizas y se observó que los AG*t* de origen industrial correspondieron al 3.6% del total de ácidos grasos. El AG*t* más abundante en las mujeres chilenas fue el ácido elaídico (C18:1 *t9*) con un 1.9% (Duran y Masson., 2010).

Posteriormente, De Souza Santos da Costa y cols. en 2016, realizaron un estudio con mujeres adolescentes Brasileñas. Se determinó el consumo de grasas *trans* y se cuantificó el contenido de ácidos grasos en su leche. Las mujeres brasileñas mostraron un consumo de 1.23% de grasas *trans* en relación al valor calórico total, el cual fue comparado con la ingesta de mujeres americanas (2.8%) y de Costa Rica (4.35%). En la leche, el AG*t* de origen industrial más abundante fue el ácido elaídico (C18:1 *t9*) (0.39% en calostro y 0.26% en leche madura). No se encontró relación entre el contenido de ácido elaídico (C18:1 *t9*) y n-3 LCPUFA (ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga). Sin embargo, en el calostro las concentraciones de n-3 LCPUFA fueron inversamente correlacionadas con el total de AG*t* en la leche.(de Souza Santos da Costa et al., 2016)

Existen algunos estudios realizados en México que analizan la composición de ácidos grasos en la leche materna. Sin embargo, no se encontró ninguno que estudie el contenido de AG*t* y lo relacione con la dieta materna, ni con las concentraciones de ácidos grasos esenciales en la leche.

Del Prado y cols, en 2001, llevaron a cabo un estudio con 10 mujeres lactantes mexicanas, para evaluar la contribución de la dieta y de la síntesis endógena en el contenido de ácido araquidónico en la leche de mujeres que tenían una dieta baja en grasa (17% de la energía total), las cuales recibieron una suplementación de ácido linoleico. Se determinó el contenido de ácido linoleico (18:2n6; 27.3%) y de ácido araquidónico (20:4n6; 0.4%) después de la suplementación. Y se concluyó que el 70% del ácido linoleico y el 90% del ácido araquidónico secretados en la leche, no son derivados de la dieta. Por otro lado, se identificó el AGt 18:1t, el cual representó el 2.3% del total de ácidos grasos (Del Prado et al., 2001)

En cuanto a las concentraciones de DHA, Imhoff-Kunsch (2010) realizó un estudio en México en el que suplementó con DHA o placebo a 174 mujeres desde la mitad de su embarazo hasta el parto, con la finalidad de determinar si ésta suplementación influía en la composición de ácidos grasos en la leche al mes postparto. Y determinaron que las concentraciones de DHA y ácido linolénico fueron significativamente mayores en el grupo suplementado con DHA (DHA: 0.20% (suplementado) vs 0.17% (placebo); ácido linolénico: 1.38% (suplementado) vs 1.24% (placebo)). No se estudiaron AGt en estas muestras (Imhoff-kunsch, Stein, Villalpando, Martorell, & Ramakrishnan, 2010).

En 2012, Silencio-Barrita y cols., realizaron un estudio en población mexicana donde se determinó el contenido de ácidos grasos en calostro y leche madura; en especial de ácidos grasos esenciales. En cuanto a las concentraciones de AGt, éstas aumentaron en la leche madura, encontrándose en mayor cantidad el ácido elaídico (C18:1 t9) (25.4mg/100ml). Cabe señalar que este estudio no realizó una relación estadística entre los niveles de grasas *trans* en la leche y las concentraciones de ácidos grasos esenciales. Por otro lado, tampoco evaluó la ingesta de grasas *trans* de la madre ni su relación con las concentraciones de ácidos grasos en su leche (Silencio Barrita et al., 2012).

2.1 Cuadro de Antecedentes

Autor / Año / País o región	Título	Metodología	Hallazgos
Daud,A.Z.; Mohd-Esa,N.; Azlan,A.; Chan,Y.M / 2013 / Malasia	The <i>trans</i> fatty acid content in human milk and its association with maternal diet among lactating mothers in Malaysia	Estudio transversal. N=101 mujeres. Se estudiaron cinco isómeros de AGt: ácido palmítico (16:1 t9), ácido petroselaídico (18:1 t6), ácido eláídico (18:1 t9), ácido vaccénico (18:1t11) y ácido linoeláídico (18:2 t9,t12), por cromatografía de gases	<p>Ácido palmítico (16:1 t9): 0.46±0.28%</p> <p>Ácido petroselaídico (18:1 t6): 0.66±0.65%</p> <p>Ácido eláídico (18:1 t9): 0.22±0.16%</p> <p>Ácido vaccénico (18:1t11): 0.15±0.12%</p> <p>Ácido linoeláídico (18:2 t9,t12): 1.44±0.60%</p> <p>El contenido de AGt fue de 2.94±0.96 % del total de ácidos grasos. Menor que en Irán (11.3%), Canadá (7.1%) y Kuwait (2.8%).</p> <p>El ácido graso más abundante fue el ácido linoeláídico (18:2 t9,t12) (1.44±0.60% del total de ácidos grasos).</p>
Samur, G., Topcu, A., y Turan, S. / 2009 / Turquía	<i>Trans</i> fatty acids and fatty acid composition of mature breast milk in turkish women and their association with maternal diet's	50 madres, en las que se analizó la composición de la leche a las 12-16 semanas postparto, por cromatografía de gas-líquido. Para la evaluación de su dieta se realizaron 3 recordatorios de alimentos.	<p>Principales ácidos grasos en la leche:</p> <p>Oleico (18:1c; 27.3%). Palmítico (16:0; 20.9%)</p> <p>Linoleico (18:2n-6; 24.3%).</p> <p>AGS: 40.7%, de los cuales 51.4% correspondió al ácido palmítico.</p> <p>MUFAs: 30.8%, de los cuales 88.6% representó al ácido oleico.</p> <p>PUFAs: 26.9%, de los cuales 90.3% fue ácido linoleico.</p> <p>n-6: 25.98 ± 0.79%</p> <p>n-3: 0.82 ± 0.14%</p> <p>n-6/n-3: 32.08 ± 8.46</p> <p>Los AGt estudiados fueron los isómeros 16:1t, 18:1t, 18:2t y el total de AGt.</p> <p>AGt 2.13 ± 1.03% (0.4-5.0%).</p> <p>Grupo isómero principal en la leche madura:</p> <p>18:1t (1.96 ± 1.03%)</p> <p>18:2t 0.15 ± 0.06%</p>

			<p>16:1t: detectado en muy bajas concentraciones y no se detectó en todas las mamás.</p> <p>Con respecto a la dieta:</p> <p>Hidratos de Carbono: 50.7%</p> <p>Proteínas: 14.8%</p> <p>Lípidos: 34.5%</p> <p>AGS: 31.6%, MUFAs: 43.4%, PUFAs: 18% del total de ingesta energética diaria.</p> <p>La estimación de ingesta de AGt fue de 2.16 ± 2.01 g/día ($1.12 \pm 1.09\%$ del VCT).</p> <p>Las madres con altos niveles de AGt en su leche consumían significativamente productos ricos en AGt. Sin embargo, la correlación entre los AGt en la leche y en la dieta no fue estadísticamente significativa.</p>
KREŠIĆ, G. y cols. / 2013 / Croacia	Dietary and breast milk <i>trans</i> fatty acids seen in Croatian breastfeeding women from Adriatic region	83 mujeres en periodo de lactancia, de 18 a 40 años. Para el análisis de su dieta se realizaron dos r24hrs. Mientras que para el estudio de la composición de la leche madura (3 meses) se extrajeron 5 ml para ser analizada por cromatografía de gases.	<p>Su dieta fue hipocalórica (a los 3 meses postparto)-77% del IDR</p> <p>Proteínas 14.5%</p> <p>HC 50.4%</p> <p>Lípidos 35.1%</p> <p>Ingesta de AGt: 2g/día (<1% VCT y 2.5% del total de la ingesta de grasa). La mayor fuente de AGT fue panadería, confitería y alimentos fritos (35.4%), seguido de productos lácteos (21.7%) y margarina (19.9%).</p> <p>Composición de la leche:</p> <p>AGE: 17.5%, predominando el ácido linoleico (18:2n6) ($16.3 \pm 0.6\%$).</p> <p>La relación n-6:n:3 fue de 11:1 (rango recomendado: 5 a 15).</p> <p>AA (20:4n6) (0.4%): fue más bajo que el reportado por un metaanálisis de datos globales (0.5%).</p> <p>DHA (22:6n3) (0.2%): Fue 1% más bajo que el promedio mundial.</p>

			<p>A-Linolénico (18:3 n-3) 1.4% EPA (20:5 n-3) 0.1% Total de AGE: 17.5 ± 0.4% Oleico (C18:1 n-9) 43.0 ± 2.0% Los AGt analizados fueron los isómeros 16:1, 18:1 y la suma de éstos (AGt totales). El promedio de AGt en la leche fue de 2.3% del total de ácidos grasos. C18:1 <i>Trans</i> 2.3 ± 0.2% C16:1 <i>Trans</i> 0.1% Una fuerte correlación negativa y significativa entre los niveles de AA; débil pero significativa en los niveles de linoleico y alfa linolénico; y muy débil pero igual significativa entre los niveles de EPA y DHA; y el total de AGt en la leche. Correlación inversa entre AGt y LCPUFA.</p>
<p>Gómez-Cortés, P. y De la Fuente, M.A. / 2017 / Nigeria, África</p>	<p>Classification of human milks based on their <i>trans</i> 18:1 fatty acid profile and effect of maternal diet</p>	<p>60 madres lactantes; 30 de zona rural (etnia Fulani), con dieta basada en productos lácteos, con estilo de vida activo; y 30 de zona urbana, más sedentarias y con alta ingesta calórica. Se determinó el perfil de ácidos grasos en la leche materna (una sola muestra) por cromatografía de gases.</p>	<p>Los AGt analizados fueron: Rural / Urbana Palmitoeláidico [16:1 t9] (0.02 / 0.02%) 18:1 t(6 [petroselaídico], 7, 8) (0.05 / 0.10%) Eláidico [18:1 t9] (0.07 / 0.14%) 18:1 t10 (0.05 / 0.12%) Vaccénico [18:1 t11] (0.17 / 0.20%) 18:1 t12 (0.01 / 0.04%) 18:1 (t13,14) (0.04 / 0.07%) Total de 18:1 t (0.38 / 0.67%) Total de AGt monoinsaturados: 0.46 / 0.75% 18:2 c9t12 (0.04 / 0.06%) 18:2 t9c12 (0.02 / 0.03%) 18:2 t11c15 (0.04 / 0.04%) CLA: Ruménico [18:2 c9,t11] (0.090 / 0.076%) 18:2 t9,c11 (0.003 / 0.004%)</p>

			<p>18:2 <i>t</i>11,<i>c</i>13 (0.006 / 0.001%) 18:2 <i>c</i>9,<i>c</i>11 18:2 <i>t</i>11,<i>t</i>13 (0.035 / 0.030%) Sumatoria de CLA (0.14 / 0.12%) A excepción del ácido vaccénico (18:1 <i>t</i>11), todos los porcentajes de AG<i>t</i> 18:1 fueron significativamente mayores en las mujeres urbanas ($p < 0.05$), lo que podría sugerir un mayor consumo de AG<i>t</i>. El porcentaje de AG<i>t</i> 18:2 en la leche humana fue bajo. Hubo una relación significativa entre el ácido vaccénico (18:1 <i>t</i>11) y ruménico (18:2 <i>c</i>9,<i>t</i>11), debido a que aproximadamente el 20% del ácido vaccénico es convertido a ruménico por la delta-9 desaturasa en tejidos humanos. Los AGS correspondieron al 50% del total de FAME. Los mayores fueron laurico (12:0), mirístico (14:0) y palmítico (16:0). Y no se observaron diferencias significativas entre las mujeres rurales y urbanas. Los ácidos grasos monoinsaturados <i>cis</i> ocuparon el 29% del total de la grasa. Y el ácido oleico (<i>cis</i>9-18:1) fue el más abundante. El ácido vaccénico fue el AG<i>t</i> monoinsaturado más prominente en las mujeres rurales (0.17% del total de FAME), sin embargo, estos niveles no fueron significativamente diferentes a los encontrados en las mujeres urbanas (0.20%). Tampoco hubo diferencias entre los niveles de AGE (linoleico y α-linolenico) en ambos grupos. Sus niveles fueron 13% para linoleico (18:2 n-6); y 0.6% para α-linolenico (18:3 n-3). Araquidónico: no hubo diferencias (0.44% rural y 0.39% urbana).</p>
--	--	--	--

			EPA (C20:5 n-3), DPA (C22:5 n-3) y DHA fueron significativamente mayores en las mujeres urbanas (0.27% madres urbanas; 0.13% madres rurales).
Deng, L., y cols. / 2018 / China	Fatty acids positional distribution in human colostrum and mature milk of women living in Inner Mongolia, North Jiangsu and Guangxi district of China	65 mujeres de 22 a 41 años, de 3 distritos de China. Se analizó el calostro y la leche madura por cromatografía de gases. Se estimó su ingesta energética y de macronutrientes, mediante un R24hrs.	<p>En la leche se estudiaron los AGt monoinsaturados:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Palmitoeláidico (16:1 t9) -Eláidico (18:1 t9) -Vaccénico (18:1 t11) -Suma de <i>trans</i>-MUFA <p>Y poliinsaturados:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Linoeláidico (18:2 t9,t12) -18:2 c9,t12 -18:2 t9,c12 -Suma de <i>trans</i>-PUFA -Total de AGt <p>Los AGt representaron 0.436-0.866% del total de ácidos grasos. Observándose un incremento de calostro (0.655%) a leche madura (0.773%). El CLA (18:2 c9,t11) representó el 0.216-0.352% del total de ácidos grasos.</p> <p>N-6 PUFA incrementaron de 20.454% a 22.005%. N-3 PUFA incrementaron de 2.983% a 3.917%. LC-PUFA disminuyeron de calostro a leche madura. La proporción de n-6 a n-3 PUFA aumentó de 7.370 a 8.691 durante la lactancia.</p> <p>Por otro lado, en el análisis de su dieta, se observó que las proteínas en la dieta fueron positivamente relacionadas con contenido de ácido palmítico (C16:0) en la leche, pero negativamente correlacionadas con el contenido de PUFA. De igual forma, hubo una correlación negativa entre la ingesta de grasas y las proporciones de ácido linoleico (C18:2n-6) y PUFA. Los hidratos de carbono fueron negativamente correlacionados con el ácido palmítico (C16:0).</p>

			La ingesta de cereales fue positivamente correlacionada con el contenido de ácido linolénico (C18:3n-3), pero negativamente correlacionado con el ácido linoleico (C18:2n-6). La ingesta de carne fue positivamente correlacionada con AGS y n-6 LC-PUFA, pero negativamente correlacionado con PUFA ($p < 0.05$).
Perrin, MT., y cols. / 2018 / EUA.	A cross-sectional study of fatty acids and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in human milk from lactating women following vegan, vegetarian, and omnivore diets	<p>Estudio transversal. N=74 mujeres >18 años, reclutadas a las 2 semanas o más postparto. Las mujeres fueron clasificadas en grupos:</p> <p>*Veganas (n=26): nunca consumen carne y nunca o rara vez (<1 vez por mes) consumen otros productos animales.</p> <p>*Vegetarianas (n=22): nunca o rara vez (<1 vez por mes) consumen carne y algunas veces (1-4 veces por mes) o a menudo (>1 vez por semana) consumen otros productos animales.</p> <p>*Omnívoras (n=26): consumen carne algunas veces (1-4 veces por mes) o a menudo (>1 vez por semana).</p> <p>La leche fue analizada por medio de un cromatógrafo de</p>	<p>En la composición de la leche:</p> <p>Los AGt estudiados fueron:</p> <p>C14:1 <i>trans</i>: presente únicamente en vegetarianos.</p> <p>C16:1 <i>trans</i>: sin diferencias entre los grupos.</p> <p>C18:1 <i>trans</i>: significativamente mayor en omnívoros (0.62%).</p> <p>C18:2 <i>trans</i>: Mayor en omnívoros (0.15%).</p> <p>La concentración total de AGt en la leche fue de 0.44% en las mujeres veganas, este valor fue significativamente más bajo que en las mujeres vegetarianas (0.66%) y omnívoras (1.09%).</p> <p>Hubo diferencias significativas en la composición de grasa saturada, insaturada y grasas <i>trans</i> por tipo de dieta.</p> <p>Fueron significativamente diferentes por grupo de dieta: El ácido palmítico (C16:0), ácido palmitoleico (C16:1, <i>cis</i>); ácido esteárico (C18:0); ácido oleico (C18:1, <i>cis</i>); and ácido linolénico (C18:3, <i>cis</i> n-3).</p> <p>DHA indetectable en 11 mujeres y EPA en 39 mujeres. 82% de todas las participantes tenían una concentración de DHA <0.3%, sin diferencias entre los grupos.</p> <p>No hubo diferencias en el total de omega-6 (LA, gamma linolénico, dihomogamma linolénico y AA), pero sí en el ácido gamma linolénico.</p>

		gases y el factor BDNF por una prueba ELISA.	La proporción de LA a ALA fue significativamente menor en las veganas. El uso del suplemento DHA/EPA fue un significativo predictor positivo para ALA, DHA y total de omega-3. Y un significativo predictor negativo para la proporción n-6:n-3.
Ratnayake, N. / 2014 / Canadá	Mandatory <i>trans</i> fat labeling regulations and nationwide product reformulations to reduce <i>trans</i> fatty acid content in foods contributed to lowered concentrations of <i>trans</i> fat in Canadian women's breast milk samples collected in 2009–2011	639 muestras de leche recolectadas durante 3 años. Se analizó la composición de ácidos grasos por medio de cromatografía de gases. Los resultados se compararon con un estudio anterior, realizado con mujeres canadienses en 1992.	Se analizaron los AGt 18:1t (suma de los isómeros <i>trans</i> 18:1 del $\Delta 4t$ a $\Delta 16t$), 18:2t, 18:3t y el total de AGt presentes en la leche. Los AGt totales disminuyeron significativamente en la leche materna de 1992 (7.2g/100g) a 2011 (1.9g/100g). Durante el tiempo que duro el estudio, los AGt también disminuyeron significativamente de 2009 a 2011. 2009: 2.7g/100g 2010: 2.2 g/100g 2011: 1.9 g/100g Del 2009 al 2011 los AGt disminuyeron un 30% y de 1992 a 2011 un 74%. Tanto en 1992, como en 2009, 2010 y 2011, el AGt más abundante fue el C18:1 <i>trans</i> (suma de los isómeros <i>trans</i> 18:1 del $\Delta 4t$ a $\Delta 16t$). Se estimó el consumo de AGt de las mujeres de 1992 que fue de 10.6g/día (4% del VCT). Por otro lado, en el estudio de 2009 a 2011, el consumo de las mujeres fue de 2.3g, 1.3g y 0.8g/día (2009, 2010, 2011), lo que representa el 0.9%, 0.5% y 0.3% del VCT, respectivamente.
Duran, S., Masson L. / 2010 / Chile	Aporte de ácidos grasos <i>trans</i> , ácido linoleico conjugado y ácido docosaheptaenoico, en la	Estudio descriptivo de 10 nodrizas. La materia grasa se analizó por cromatografía de gas-líquido, el resultado se	Los AGt estudiados fueron: -Elaídico (C18:1 $\Delta 9$): 1.94% -C18:1 $\Delta 10$: 1.10% -Vaccénico (C18:1 $\Delta 11$): 0.63%

	grasa de leche materna de nodrizas chilenas.	comparó con una encuesta alimentaria.	<p>-C18:2 <i>t</i>: 0.32%</p> <p>CLA:</p> <p>-Ruménico (C18:2 <i>c</i>9,<i>t</i>11): 0.26%</p> <p>-C18:2 <i>c</i>11,<i>t</i>13: 0.02%</p> <p>-C18:2 <i>t</i>10,<i>c</i>12: 0.12%</p> <p>-18:2 <i>t</i>9,<i>t</i>11: 0.42%</p> <p>-Total de CLA e isómeros: 0.83%</p> <p>Los AG<i>t</i> de origen industrial correspondieron al 3,6% del total de ácidos grasos, siendo el principal el ácido elaídico con un 1,9%.</p>
De Souza Santos da Costa, R., y cols. / 2016 / Brasil	<i>Trans</i> fatty acids in colostrum, mature milk and diet of lactating adolescents	Estudio realizado por 3 años: Se incluyeron 54 adolescentes lactantes (15-19 años). Se estimó la ingesta energética y de lípidos mediante encuestas alimentarias (FCA y R24hrs). Y se analizó la composición de calostro y leche madura (3 meses) por cromatografía de gases.	<p>Las mujeres brasileñas tuvieron un consumo de 2169.4 ± 134.30 kcal/día. Y una ingesta de 23.75 ± 0.76% de lípidos y de AG<i>t</i> de 3.07g, lo que corresponde al 1.23% del VCT (18:1<i>t</i>= 2.94 ± 0.51g (1.21%); 18:2<i>t</i>= 0.13 ± 0.03g (0.5%)).</p> <p>En la leche se observó un aumento significativo de AGS de calostro a madura.</p> <p>Los AG<i>t</i> estudiados en la leche fueron:</p> <p>-Total de isómeros 16:1<i>t</i></p> <p>-16:1 <i>t</i>9</p> <p>-16:1 <i>t</i>11</p> <p>-Total de isómeros 18:1<i>t</i></p> <p>-Elaídico (18:1 <i>t</i>9)</p> <p>-18:1 <i>t</i>10</p> <p>-Vaccénico (18:1 <i>t</i>11)</p> <p>-18:1 <i>t</i>13 y <i>t</i>14</p> <p>-18:1 <i>t</i>6 y <i>t</i>8</p> <p>-Total de isómeros 18:2<i>t</i></p> <p>-Linoelaídico (18:2 <i>t</i>9,<i>t</i>12)</p> <p>-Total de CLA</p> <p>-Ruménico (18:2 <i>c</i>9,<i>t</i>11)</p> <p>-18:2 <i>t</i>9,<i>t</i>11</p> <p>-18:2 <i>t</i>10,<i>c</i>12</p>

			<p>-Índice elaídico/vaccénico -Índice 18:1 ω10/ vaccénico.</p> <p>Hubo una reducción significativa del contenido de AGt, total de n-3, ácido araquidónico y DHA (de calostro a madura).</p> <p>El ácido linoleico fue el AGE más abundante, el cual aumentó significativamente de calostro a leche madura.</p> <p>No hubo relación entre el ácido elaídico ni vaccénico y n-3 LCPUFA. Sin embargo, las concentraciones de n-3 LCPUFA en calostro fueron inversamente correlacionadas con el total de AGt.</p>
Del Prado y cols. / 2001 / México	Contribution of dietary and newly formed arachidonic acid to human milk lipids in women eating a low-fat diet	<p>N= 10 mujeres lactantes mexicanas.</p> <p>Objetivo: evaluar la contribución de la dieta y de la síntesis endógena en el contenido de ácido araquidónico.</p> <p>Las mujeres presentaban una dieta baja en grasa (<17%) y fueron suplementadas con ácido linoleico.</p>	<p>Se determinó el contenido de ácido linoleico (18:2n6; 27.3%) y de ácido araquidónico (20:4n6; 0.4%) después de la suplementación. Y se concluyó que el 70% del ácido linoleico y el 90% del ácido araquidónico secretados en la leche, no son derivados de la dieta.</p> <p>Por otro lado, se identificó el AGt 18:1t, el cual representó el 2.3% del total de ácidos grasos</p>
Imhoff-kunsch y cols. / 2010 / México	Docosahexaenoic Acid Supplementation from Mid-Pregnancy to Parturition Influenced Breast Milk Fatty Acid Concentrations at 1 Month	<p>Estudio doble ciego, aleatorizado. N= 174 mujeres de 18 a 22 semanas de gestación.</p> <p>Se suplementó con DHA o placebo desde la mitad de su embarazo hasta el parto, con la finalidad de determinar si ésta suplementación influía en</p>	<p>Determinaron que las concentraciones de DHA y ácido linolénico fueron significativamente mayores en el grupo suplementado con DHA (DHA: 0.20% (suplementado) vs 0.17% (placebo); ácido linolénico: 1.38% (suplementado) vs 1.24% (placebo)).</p> <p>No se estudiaron AGt en estas muestras</p>

	Postpartum in Mexican Women	la composición de ácidos grasos en la leche al mes postparto.	
Silencio-Barrita y cols. / 2012 / México	Ácidos grasos en el calostro y en la leche madura de mujeres mexicanas.	Se determinó el contenido de ácidos grasos en calostro y leche madura. En especial de ácidos grasos esenciales.	Los AGt analizados fueron: Ácido elaídico (18:1 t9) y Ácido linoelaídico (18:2 t9,t12) Las concentraciones de AGt aumentaron en la leche madura, encontrándose en mayor cantidad el ácido elaídico (8.9mg/100ml en calostro y 25.4mg/100ml en leche madura).

III. JUSTIFICACIÓN

La leche materna proporciona beneficios inmunológicos y provee todos los nutrimentos para el crecimiento y desarrollo del neonato, por lo que es considerada el mejor alimento para el lactante durante los primeros 6 meses de vida. La OMS recomienda la alimentación al seno materno de forma exclusiva desde la primera hora de vida hasta los 6 meses, y de forma complementaria por lo menos hasta los 2 años (Jarpa, Cerda, Terrazas, & Cano, 2015; Oribe et al., 2015; González de Cosío & Hernández, 2016).

La leche materna contiene lípidos, los cuales le proporcionan la mayor parte del requerimiento energético al recién nacido (Marín et al., 2009; Wan et al., 2010; Vásquez-Garibay, 2016). La composición de los lípidos de la leche incluye ácidos grasos saturados e insaturados, dentro de estos últimos se encuentran los ácidos grasos esenciales, los cuales son importantes para el adecuado desarrollo visual y del sistema nervioso central del neonato (Marín et al., 2009; García-López, 2011). Además, durante los primeros seis meses de vida, la velocidad de transformación de los precursores en el hígado del lactante es baja, por lo que no es suficiente para cubrir sus requerimientos, los cuales son proporcionados por la madre a través de su leche (Vega et al., 2012).

De igual forma, la grasa de la leche puede contener AG t , los cuales pueden ser naturales o industriales (Valenzuela, 2008).

La composición de ácidos grasos de la leche materna puede afectarse por el consumo de grasas de la madre. Por lo que dietas con un alto contenido de AG t de origen industrial podrían aumentar el contenido de éstos en la leche materna. (Marín et al., 2009; Lozano de la Torre, 2010; García-López, 2011; de Souza Santos da Costa et al., 2016). Los AG t industriales tienen un efecto perjudicial sobre la salud, por el contrario de los AG t naturales, los cuales han mostrado un efecto benéfico para el organismo (Kummerow, 2009; Kuhnt et al., 2015; Gómez-Cortés & de la Fuente, 2017; Mazzocchi et al., 2018).

Estudios demuestran que los AG*t* de origen industrial contenidos en leche materna, interfieren con el metabolismo de los ácidos grasos esenciales, afectando el desarrollo del recién nacido (Villalpando et al., 2007; Manzur et al., 2009; Silencio Barrita et al., 2012).

El consumo elevado de grasas *trans* de origen industrial en México podría alterar las concentraciones de ácidos grasos en la leche materna. Y ubicar a la población mexicana dentro de aquellas con mayor cantidad de grasas *trans* en su leche; y por lo tanto en riesgo de presentar efectos negativos sobre el desarrollo cognitivo y visual del lactante (Silencio Barrita et al., 2012).

En México existen pocos estudios en relación al contenido de ácidos grasos en la leche humana, y no hay estudios que relacionen la composición de AG*t* de origen industrial en la leche materna con el consumo en la dieta de la madre mexicana, y con las concentraciones de ácidos grasos esenciales en la leche.

Son necesarios más estudios sobre la composición de AG*t* en la leche materna; y sobre la relación de éstos con el consumo de alimentos con alto contenido de grasas *trans* en nuestra población, debido a la alta ingesta de éstos en las mujeres mexicanas, consecuencia de la transición alimentaria que ha sufrido nuestro país en las últimas décadas.(Fernández-Michel et al., 2008) y a los efectos que podrían tener sobre la salud del neonato.

Este estudio contribuirá a conocer la presencia de AG*t* de origen industrial en la leche materna de mujeres queretanas, y a observar su relación con las grasas *trans* provenientes de la dieta de la madre, así como la relación que tiene con la concentración de ácidos grasos esenciales.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el contenido de ácidos grasos *trans* de origen industrial presentes en calostro, leche de transición y madura de mujeres de 18 a 45 años del Estado de Querétaro.

Objetivos específicos

-Determinar la cantidad de ácidos grasos *trans* de origen industrial (elaídico, linoelaídico y petroselaídico) y ácidos grasos esenciales (ácido docosaenoico, ácido eicosapentaenoico, ácido linoleico, linolénico y gamma linolénico); en la leche materna de mujeres del estado de Querétaro.

-Estimar el consumo de ácidos grasos *trans* de origen industrial en la población estudiada.

-Relacionar el contenido de ácidos grasos *trans* de origen industrial presentes en la leche materna con la ingesta en la dieta de la madre.

-Relacionar el contenido de ácidos grasos *trans* de origen industrial con las concentraciones de ácidos grasos esenciales en la leche materna.

V. HIPÓTESIS

La leche materna de mujeres queretanas contendrá concentraciones mayores al 1% de ácidos grasos *trans* de origen industrial.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Tipo y diseño de estudio

Se realizó un estudio observacional, longitudinal y descriptivo.

6.2 Universo de trabajo y obtención de la muestra

La población fueron mujeres en periodo de lactancia que acudieron al Hospital de especialidades del Niño y la Mujer para labor de parto.

El tipo de muestra fue no probabilística por conveniencia.

La muestra estuvo constituida por mujeres lactantes que acudieron a dicho hospital en el periodo de Noviembre de 2017 a Marzo de 2018, que cumplieron con los criterios de inclusión y que aceptaron y firmaron el consentimiento informado.

6.3 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Mujeres clínicamente sanas.
- Que hayan dado a luz a un solo neonato en un periodo de 5 días o menor.
- Que se encontraran dando lactancia materna.
- Con edad entre 18 y 45 años.
- Que aceptaran participar en el estudio y que firmaran el consentimiento informado

Criterios de exclusión

- Haber tenido terapia con medicamento en los últimos siete días (Ciclofosfamida, Ciclosporina, Doxorubicina, Metotrexate, Fluoxetina,

Clorpromazina, Haloperidol, Amiodarona, Cloranfenicol, Clofazimina, Lamotrigina, Metoclopramida, Metronidazol, Tinidazol, Acebutolol, Acido 5-Aminosalicilico, Atenolol, Bromocriptina, Aspirina (salicilatos), Clemastina, Ergotamina, Litio, Fenindiona, Fenobarbital, Primidona, Sulfasalazina (Salazopirina), Acetaminofen-Paracetamol, Acetazolamida, Aciclovir, Alopurinol, Amoxicilina, Cicloserina, Enalapril, Eritromicina, Ibuprofeno, Ketoconazol, Si Ketorolaco, Loratadina, Metoprolol, Naproxeno, Rifampicina, Estreptomicina, Tetraciclina).

- Que durante el embarazo o lactancia hayan consumido alguna sustancia nociva.
- Que padezcan alguna enfermedad que sea impedimento para lactar.
- Que no deseen participar en el estudio.
- Que hayan recibido algún tratamiento hormonal durante las últimas tres semanas.
- Que consuman suplementos o complementos alimenticios que contengan ácidos grasos durante el periodo de la lactancia.

Criterios de eliminación

- Que durante el estudio presentaran alguno de los elementos de criterios de exclusión.
- Que la participante decidiera abandonar el estudio.
- Que no se contara con los datos completos de la participante.
- Que proporcionara información falsa.
- Que no se lograra completar la muestra de leche.
- Que no completara los cuestionarios solicitados.

6.4 Técnicas y procedimientos de recolección de datos

Reclutamiento

Se reclutaron mujeres lactantes que acudieron a labor de parto al Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer, en las áreas de Puerperio de corta estancia y Ginecología, durante el periodo de Noviembre de 2017 a Marzo de 2018. Se les realizó un cuestionario con los criterios de selección (Anexo 10.1) para determinar si podían ser participantes del estudio; se les hizo la invitación a aquellas que cumplieron con los criterios de inclusión, explicándoles claramente los procedimientos y objetivos del estudio; y se les pidió que firmaran el consentimiento informado (Anexo 10.2).

Recolección de datos

Una vez que aceptaron participar en el estudio, se les realizó los siguientes cuestionarios:

-Historia clínica (Anexo 10.3): datos generales, antecedentes personales patológicos, heredofamiliares y antecedentes ginecobstétricos.

-Cuestionario de estudio socioeconómico (Anexo 10.4).

-Encuestas alimentarias: tres recordatorios de 24 horas (dos de algún día entre semana y uno de fin de semana) (Anexo 10.5)

-Cuestionario del lactante: por medio del cual se conocen datos sobre el patrón de lactancia y estado de salud del lactante.

Análisis de la dieta materna

La evaluación de la dieta de la madre se llevó a cabo analizando los recordatorios de 24 horas (3 de cada etapa). Se utilizaron las tablas del Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes 4ª edición (Pérez Lizaur, Palacios González, Castro Becerra, & Flores Galicia, 2014), para el cálculo de macronutrientes y consumo energético de la dieta. Mientras que la estimación del consumo de AGt se realizó con las tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta mexicana de Villalpando (Villalpando et al., 2007). Se cuantificaron y promediaron los AGt presentes en la dieta de la madre (3 recordatorios de 24 horas en cada visita), obteniendo así su consumo habitual en cada etapa.

Extracción y recolección de las muestras

La extracción de la leche materna se realizó de forma manual con base a la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. La extracción se realizó en tres pasos:

1. Preparación: Lavado de manos con agua y jabón, secándolas con una toalla limpia.
2. Estimulación:

Fase I: Se realizó masaje en la parte superior del pecho con los dedos en un mismo punto, oprimiendo firmemente con un movimiento circular hacia el tórax; después de unos segundos, se dio masaje en otra área del pecho. Se continuó con el masaje en espiral alrededor del pecho, hasta llegar a la areola.

Fase II: Se frotó cuidadosamente el pecho, desde la parte superior hacia el pezón.

3. Extracción: Se colocó el pulgar sobre el pezón y los dedos índice y medio aproximadamente 3 o 4 cm atrás de él, formando una letra "C". Se empujaron

los dedos hacia la caja torácica, sin que se movieran del sitio donde se colocaron. Y finalmente, se dieron vuelta o giraron los tres dedos para oprimir y vaciar los pechos. (Secretaría de Salud, 2013)

La cantidad recolectada fue de 2 a 15 ml de calostro y de 10 a 30 ml de leche de transición y de leche madura. La leche fue etiquetada con el nombre de la madre, fecha de extracción, semanas de gestación al nacimiento del bebé, semanas de edad del bebé y volumen de leche proporcionada.

La recolección de las muestras se realizó de Noviembre de 2017 a Marzo de 2018.

La toma de calostro, leche de transición y leche madura se llevó a cabo en los siguientes tiempos:

Tipo de leche	Tiempo post-parto
Calostro	0-5 días.
Transición	6-15 días
Madura	>15 días a 24 meses

Manejo de las muestras

Una vez recolectada la muestra fue almacenada en una hielera con gel previamente congelado y transportada a los laboratorios de Biología Celular y Nutrición Humana, de la Facultad de Ciencias Naturales campus Juriquilla, en donde permaneció en refrigeración a 4°C por no más de 2 horas antes de su congelación en un ultracongelador a -80°C para su posterior análisis.

Análisis de las muestras

La extracción para la posterior determinación de AGt y ácidos grasos esenciales se llevó a cabo mediante la metodología descrita por Chávez-Servín, 2009. Se realizó la metilación de ácidos grasos con metilato sódico y trifluoruro de boro. Se utilizó C13:0 como patrón interno. Se manejó hexano para la dilución de los ácidos grasos. Se guardaron los viales en el congelador a -20°C si no se iba a proceder de inmediato a su inyección en el cromatógrafo de gases (Chávez-Servín, Castellote, Martín, Chifré, & López-Sabater, 2009).

Los ácidos grasos se separaron y cuantificaron por cromatografía de gases en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (CICATA); utilizando un cromatógrafo de gases Agilent 6890A (Agilent Technologies, Palo Alto, CA) equipado con una columna capilar de sílice fundida (SP2560; 100m x 25mm de diámetro con un espesor de película de 0,2 micras; Supelco, Inc., Bellefonte, PA) y un detector de ionización de llama (FID).

El programa del horno fue de 70°C durante 4 min, 8°C / min rampa a 110°C, 5°C / min rampa a 170°C durante 10 min, y 4°C / min rampa a 215°C durante 23 min. Temperaturas de entrada y detector serán de 250°C. La tasa de flujo del gas portador de hidrogeno fue 1 ml / min. Se identificaron los picos basados en los siguientes estándares purificados: FAME Mix C4-C24 (Marca: SUPELCO; Pureza>99%), *trans*-6-Petroselaidic Methyl Ester (Marca: SUPELCO; Pureza: 99%) y *cis*-11-Vaccenic Methyl ester (Marca: SUPELCO; Pureza: 99%)

6.5 Variables

Variables dependientes:

- Ácidos grasos *trans* (AG t) de origen industrial en la leche materna: Ácidos grasos insaturados parcialmente hidrogenados que presentan al menos un doble enlace en la configuración *trans* y que se encuentran presentes en la leche materna (Valenzuela, 2008; Fernández-Michel et al., 2008; Duran & Masson., 2010). Sumatoria de los porcentajes del ácido elaídico, linoelaídico y petroselaídico.
 - ✓ Concentración elevada de AG t : >1% del total de los ácidos grasos identificados.
- Ácidos grasos esenciales en la leche materna: Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga presentes en la leche materna, que no pueden ser sintetizados por el organismo. (García-López, 2011). Sumatoria de los porcentajes del ácido linoleico, linolénico, gamma-linolénico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico, que se encuentran en la leche materna.

Variables independientes:

- Consumo de AG t de origen industrial en la dieta: Ingesta de ácidos grasos insaturados con al menos un doble enlace en la configuración *trans*, que se encuentran en los alimentos procesados, los cuales se forman por un proceso de hidrogenación parcial. (Castro-martínez et al., 2010; Ballesteros-Vásquez et al., 2012).
 - ✓ Consumo elevado de ácidos grasos *trans*: >1% de la ingesta calórica total.

Independientes-covariables:

- Peso: Fuerza que ejerce un determinado cuerpo sobre el punto en el que se encuentra apoyado. Kilogramos totales de la mamá.
- Grasa corporal: Tejido corporal compuesto por adipocitos (células especializadas en acumular lípidos). Clasificación: bajo (<21%), saludable (21-32.99%), alto (33-38.99%) y muy alto ($\geq 39\%$).
- Periodo de la leche materna: Etapas de la leche materna en relación al tiempo post-parto (García-López, 2011). (Calostro, leche de transición y leche madura)
- Patrón de lactancia: Forma de alimentación del recién nacido (Lactancia materna exclusiva, fórmula láctea, mixta (alterna leche materna y fórmula láctea) y lactancia parcial (leche materna + té o agua)).
- Nivel socioeconómico: “posición de un individuo/hogar dentro de una estructura social jerárquica” (Vera-Romero & Vera-romero, 2013)
- Semanas de gestación: tiempo de embarazo en semanas.
- Hijos: Número de hijos vivos.
- Estado civil: “conjunto de situaciones en las que se ubica el ser humano dentro de la sociedad...” (Fernández-Ruiz, 2000) (casada, soltera, unión libre y divorciada).
- Ocupación: actividad o trabajo que la persona realiza cotidianamente (Alvarez et al., 2007) (dedicada al hogar, estudiante, empleada, negocio propio, comerciante y profesionalista).
- Vía de nacimiento: Forma de nacimiento del bebé (parto vaginal o cesárea)
- Apego temprano: inicio de la lactancia materna durante los primeros 30 minutos a una hora después del nacimiento.
- Alojamiento conjunto: las madres y bebés permanecen juntos las 24 horas del día (Organización Mundial de la Salud (OMS) & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2018)

6.6 Análisis estadístico

Descriptivo

Para describir las características de la población se utilizó una tabla que incluyó como parámetros la media, desviación estándar y valor mínimo y máximo. Esta tabla incluyó las variables informativas continuas de edad, expresada en años; semanas de gestación, en semanas; y el número de hijos.

En otra tabla, se presentaron las medias, desviaciones estándar, valor mínimo y máximo de las variables continuas: Peso al nacer del lactante (g), peso pregestacional (Kg), IMC pregestacional (Kg/m²), peso máximo en el embarazo (Kg), peso ganado durante el embarazo (Kg) y talla materna (cm).

Mediante gráficas de barras se presentaron las frecuencias de las variables categóricas informativas: estado civil, ocupación, vía de nacimiento del último hijo, primera alimentación del bebé, apego temprano, alojamiento conjunto y nivel socioeconómico, expresadas en porcentaje.

Comparativo

Las medias de los indicadores antropométricos de la madre en las tres etapas de la leche: peso materno (Kg), grasa corporal (%), índice de masa corporal (IMC; Kg/m²), peso perdido (%) y porcentaje de peso pregestacional (%), se analizaron por el modelo lineal general, corregido por peso inicial.

Posteriormente, las medias de las variables continuas: consumo energético (Kcal), Lípidos (%) y AGt de origen industrial en la dieta (g), se analizaron durante cada etapa de la leche por el modelo lineal general.

Se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman para comparar las medias de la composición de ácidos grasos en calostro, leche de transición y madura, debido a que los valores no presentaron una distribución normal.

Para la comparación del contenido de AGt industriales y ácidos grasos esenciales en la leche materna de acuerdo al estado nutricional y al porcentaje de grasa corporal materno, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, ya que los datos no presentaban normalidad.

Inferencial

Se utilizó regresión lineal simple y correlación de Pearson para medir la relación entre las variables continuas “ácidos grasos *trans* de origen industrial en la leche materna” y “ácidos grasos *trans* de origen industrial en la dieta materna” en calostro, leche de transición y leche madura, analizando R, R², intervalo de confianza (95%) y nivel de significancia ($p < 0.05$). Los resultados se presentaron en tablas.

Mediante regresión lineal simple y correlación de Pearson se determinó la asociación entre las variables “ácidos grasos *trans* de origen industrial en la leche materna” y “ácidos grasos esenciales en la leche materna” en calostro, leche de transición y leche madura, analizando R, R², intervalo de confianza (95%) y nivel de significancia ($p < 0.05$). Los resultados se presentaron en tablas.

El intervalo de confianza para todos los análisis fue del 95%, con una significancia estadística de $p < 0.05$.

6.2 CUADRO DE VARIABLES

Nombre	Descripción	Escala	Rol	Códigos
<i>Trans_Dieta</i>	Ácidos grasos <i>trans</i> de origen industrial en la dieta (g)	Continua	Independiente	-
<i>Trans_lecheCont</i>	Ácidos grasos <i>trans</i> de origen industrial en la leche materna (%)	Continua	Dependiente (e independiente)	-
<i>Trans_lecheCat</i>	Categoría de Ácidos grasos <i>trans</i> de origen industrial en la leche materna (%)	Categoría	Dependiente (e independiente)	0= <1% 1= >1%
<i>Esenciales_leche</i>	Ácidos grasos esenciales en la leche materna (%)	Continua	Dependiente	-
<i>Peso</i>	Peso (Kg)	Continua	Independiente-covariable	-
<i>Grasa</i>	Grasa corporal (%)	Categoría	Independiente-covariable	0= ≤21% (Bajo) 1= 21-32.99% (Saludable) 2= 33-38.99% (Alto) 3= ≥39% (Muy alto)
<i>Patrón_LM</i>	Patrón de lactancia	Categoría	Independiente-covariable	0= Lactancia materna exclusiva 1= Fórmula láctea 2= Mixta 3= LM parcial

Edad	Edad (años)	Continua	Informativa	-
SDG	Semanas de gestación	Continua	Informativa	-
Hijos	Número de hijos	Continua	Informativa	-
Edo_civil	Estado civil	Categórica	Informativa	0= Soltera 1= Casada 2= Unión libre 3= Divorciada
Ocupación	Ocupación	Categórica	Informativa	0= Hogar 1= Estudiante 2= Empleada 3=Negocio propio 4=Comerciante 5=Profesionista
Vía_nac	Vía de nacimiento del último hijo	Categórica	Informativa	0= Vaginal 1= Cesárea
Apego_temp	Apego temprano	Categórica	Informativa	0= Sí 1= No
Alojamiento	Alojamiento conjunto	Categórica	Informativa	0= Sí 1= No
NSE	Nivel socioeconómico	Categórica	Informativa	0= Muy Bajo 1= Bajo 2= Medio-bajo 3= Medio 4=Medio alto 5= Alto

6.7 Consideraciones éticas del estudio

El proyecto que incluye el “Estudio de ácidos grasos *trans* de origen industrial en leche materna de mujeres queretanas” entra dentro del marco del proyecto titulado “Estudio de la composición de calostro y leche materna humana de mujeres queretanas”, el cual fue revisado y aprobado por el Comité interno de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales. De la misma manera, el presente estudio cuenta con la aprobación del Comité interno de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales, con el número de aprobación: 66FCN2017. El estudio también cuenta con la carta de aceptación de la Secretaría de Salud para el reclutamiento y recolección de muestras en el Hospital de Especialidades del Niño y la Mujer.

Las participantes firmaron el consentimiento informado de acuerdo a los lineamientos éticos. Esta investigación no conlleva ningún riesgo, ya que la extracción de leche es un procedimiento común, el cual se llevó a cabo bajo lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.

Por su participación, las mujeres incluidas en el estudio recibieron una evaluación de su composición corporal y un plan de alimentación personalizado, así mismo se les proporcionó asesoría acerca de la lactancia materna.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Características de la muestra.

En el estudio se incluyeron 56 mujeres en periodo de lactancia, de las cuales 33 madres completaron las tres muestras de leche y los cuestionarios solicitados. La media de edad de las 33 mujeres fue de 25.3 ± 6.7 años. Fueron reclutadas en su primer día postparto, con un promedio de 38.8 ± 1.1 semanas de gestación (SDG). **(Cuadro 7.1)**

Cuadro 7.1 Características generales de la muestra (n=33)

	X \pm DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	25.3 ± 6.7	18.00	43.00
*SDG (semanas)	38.8 ± 1.1	36.1	41.2
Hijos (N°)	2	1	5

*SDG: Semanas de gestación.

En relación al estado civil de las madres, el 66.6% se encontraban viviendo en unión libre con su pareja, 18.1% casadas y 15.1% solteras **(Figura 7.1)**

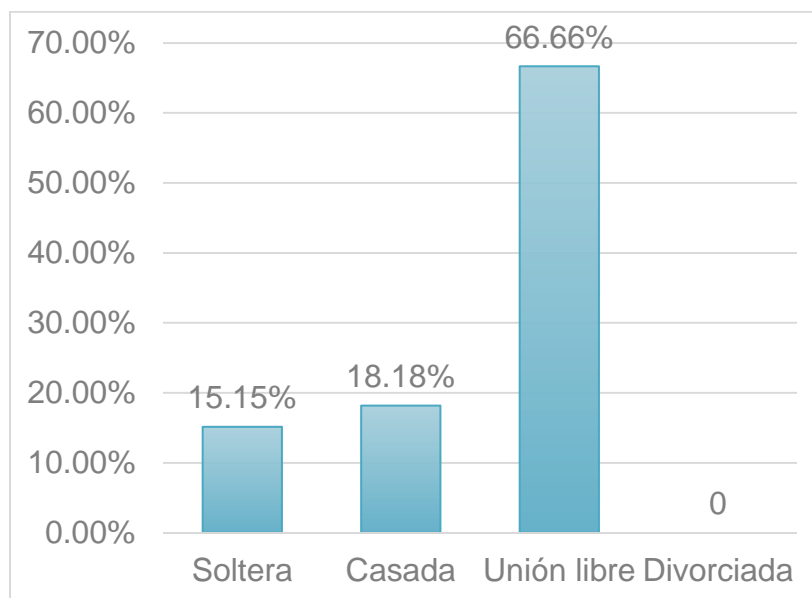


Figura 7.1 Estado civil (n=33)

Con respecto a la ocupación (**Figura 7.2**), las mujeres estudiadas se dedicaban principalmente al cuidado de la casa y la familia (75.75%), o eran empleadas (9.09%), estudiantes (6.06%), comerciantes (6.06%), o profesionistas (3.03%).

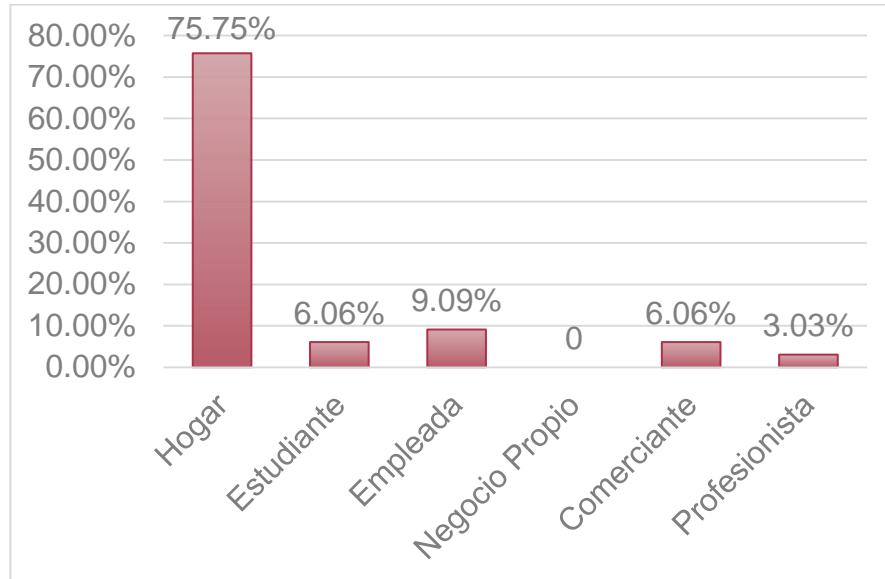


Figura 7.2 Ocupación (n=33)

La vía de nacimiento de su último hijo fue parto vaginal en un 81.81% y cesárea en un 18.18%. (**Figura 7.3**)

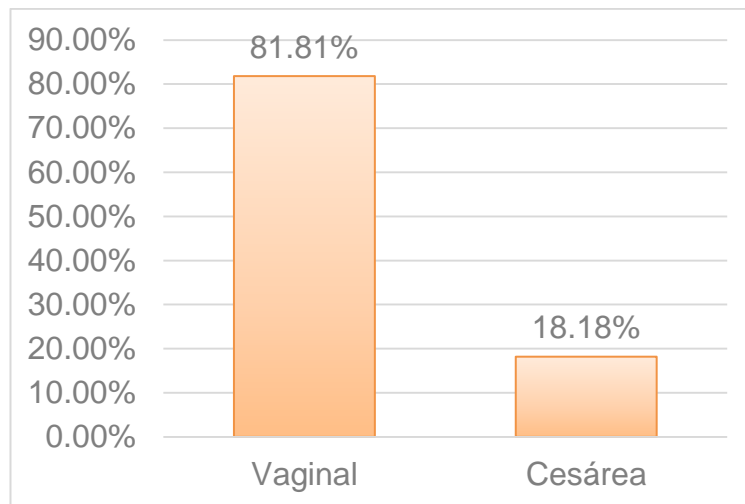


Figura 7.3 Vía de nacimiento de último hijo (n=33)

En la **figura 7.4**, se muestra la primer alimentación que tuvo el lactante inmediatamente después de su nacimiento, la cual fue Lactancia materna en un 75.75%, fórmula láctea 12.12% y alimentación mixta (alternando leche materna y fórmula) 12.12%.

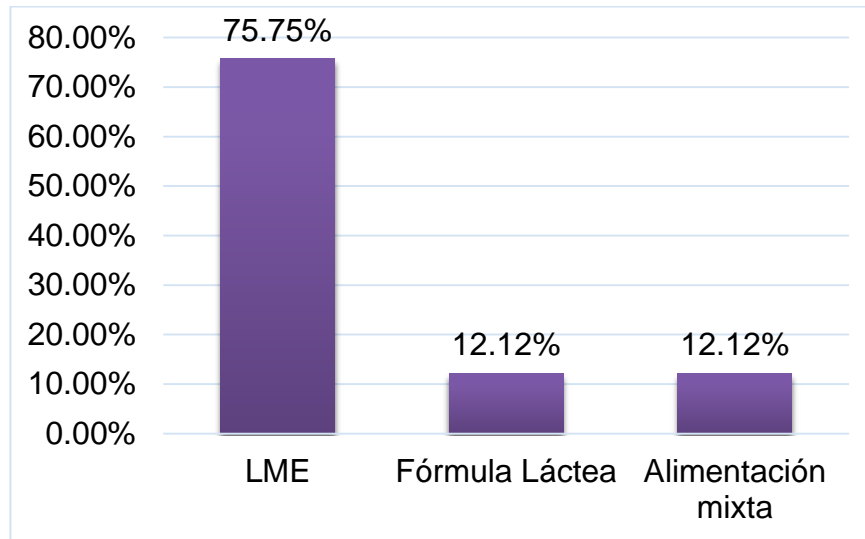


Figura 7.4 Primera alimentación del bebé (n=33)

El 54.54% de las madres alimentaron a sus bebés con leche materna dentro de la primera hora de nacido. (**Figura 7.5**)

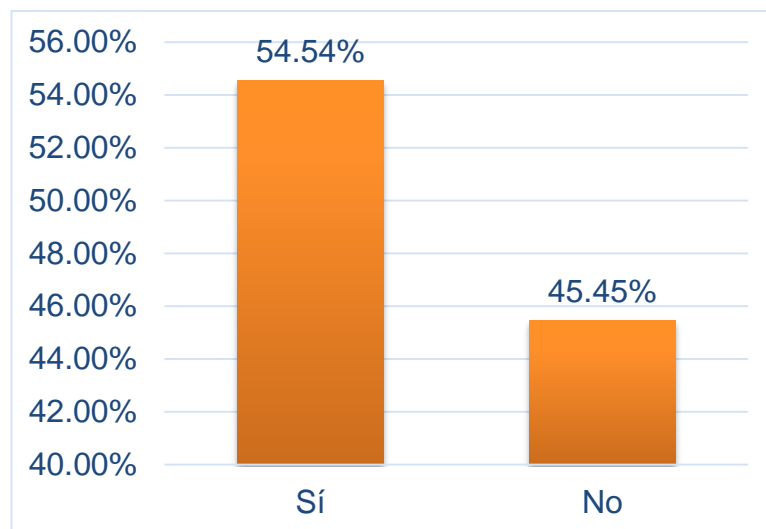


Figura 7.5 Apego temprano (n=33)

En la **figura 7.6**, se muestra que la mayor parte de las madres pudieron estar junto a su bebé durante su estancia hospitalaria (96.96%); mientras que sólo el 3.03% se encontraban separados debido a gravedad de la madre o el recién nacido.

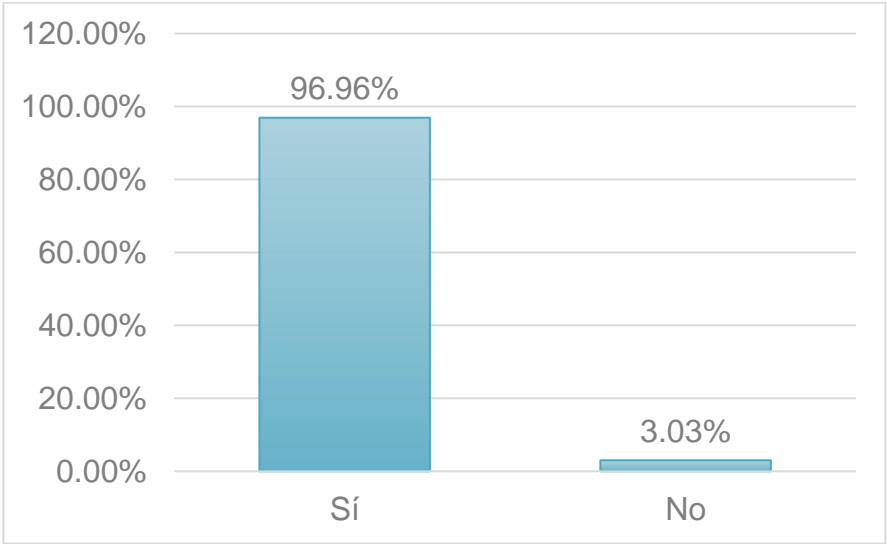


Figura 7.6 Alojamiento conjunto (n=33)

En cuanto al nivel socioeconómico de las mujeres estudiadas, presentado en la **figura 7.7**, más del 90% se encontraba en un nivel de medio a muy bajo. Prevalciendo el nivel medio-bajo con un 60.60%.

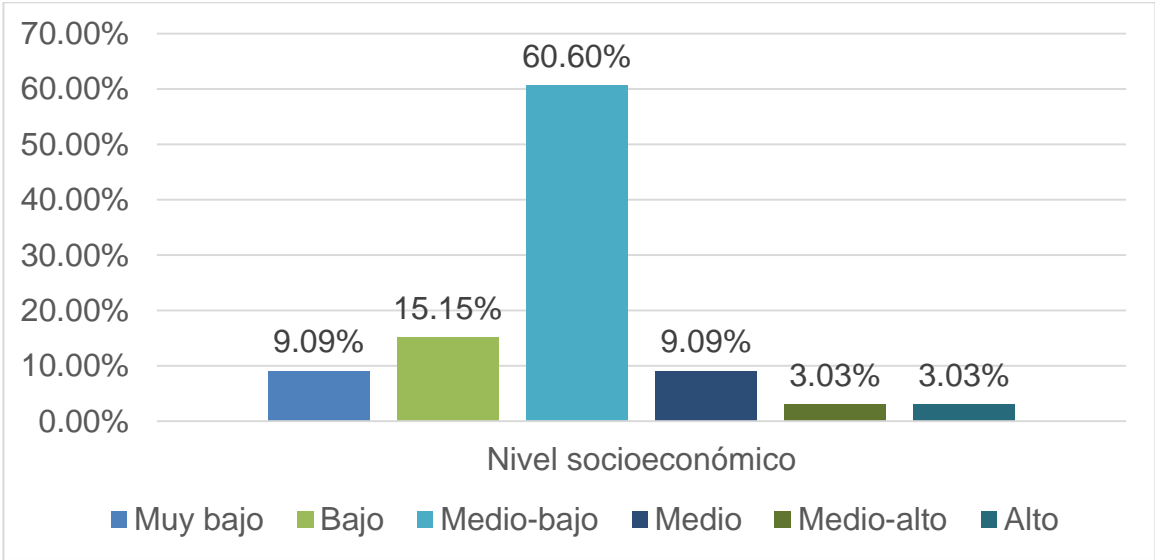


Figura 7.7 Nivel socioeconómico (n=33)

7.2 Medidas antropométricas de la madre y el lactante

Se realizaron mediciones de peso y composición corporal a las madres durante su estancia hospitalaria (primeros 5 días postparto: etapa de calostro) y en su domicilio (día 5° al 15° postparto: etapa de transición; y >15° día postparto: etapa de leche madura). Los datos se presentan en los **Cuadros 7.2 y 7.3**.

Cuadro 7.2 Medidas antropométricas de la madre y el lactante (n=33)

	X ± DE	Mínimo	Máximo
Peso al nacer del lactante (g)	3025.15 ± 462.6	2050.00	4100.00
Peso pre gestacional de la madre (Kg)	58.7 ± 12.8	44.00	98.00
IMC pregestacional (Kg/m ²)	23.9 ± 4.8	17.42	36.89
Peso alcanzado en el embarazo (Kg)	70.5 ± 11.1	53.00	94.50
Peso ganado durante el embarazo (Kg)	11.7 ± 5.1	-3.50	24.00
Talla materna (cm)	156.4 ± 5.5	145.00	167.00

IMC: Índice de Masa Corporal

El promedio de peso pregestacional fue de 58.7 ± 12.8 kg y de IMC pregestacional 23.9 ± 4.8 Kg/m². De acuerdo al IMC pregestacional, el aumento de peso en el embarazo fue adecuado en el 42.42% de las mujeres, menor al aumento mínimo recomendado en el 27.27% y por encima de la recomendación máxima en el 30.30% de las madres.

Con respecto a los datos del lactante, en promedio presentaron normopeso (2500g-4500g) al nacimiento (3025.1 ± 462.6 g), sin embargo, el 12.1% de los lactantes presentaron bajo peso al nacer (<2500g).

Cuadro 7.3 Medidas antropométricas de la madre en las tres etapas de la leche (n=33)

	Etapa de Calostro	Etapa de Transición	Etapa de leche Madura
Peso materno (Kg)	66.29 ± 10.42 ^{a,b}	63.06 ± 9.76 ^a	62.24 ± 10.55 ^b
Grasa corporal (%)	29.98 ± 7.53 ^a	33.03 ± 6.17 ^a	31.49 ± 7.35
IMC (Kg/m ²)	27.08 ± 4.12 ^{a,b}	25.76 ± 3.82 ^a	25.41 ± 4.07 ^b
Peso perdido (%)	6.03 ± 2.06 ^{a,b}	10.53 ± 3.25 ^a	11.82 ± 4.63 ^b
Porcentaje de peso pre gestacional (%)	114.23 ± 10.23 ^{a,b}	108.68 ± 9.40 ^a	107.03 ± 9.17 ^b

Letras iguales indican diferencia significativa (P<0.05).
 IMC: Índice de Masa Corporal.

El peso, el IMC y el porcentaje de peso pregestacional, se encontraron en rangos más elevados durante la etapa de calostro, esto debido al aumento de peso durante el embarazo. Sin embargo, estos valores disminuyeron de manera progresiva y significativa al transcurrir las etapas de la leche (p<0.05), esto puede deberse al gasto energético que implica la lactancia materna, que contribuye a la recuperación del peso pregestacional. Por otro lado, se observó una diferencia significativa entre el porcentaje de grasa corporal a los 5 a 15 días postparto (etapa de transición) comparado con el porcentaje en etapa de calostro. En la etapa de calostro, el porcentaje de madres con una composición de grasa corporal alta fue menor (39.39%) que en las etapas de leche de transición (48.48%) y madura (54.54%).

7.3 Estimación del consumo de AGt de las madres lactantes

Se evaluó la dieta de las 33 mujeres durante las tres etapas de su lactancia. Se estimó la cantidad de grasas *trans* de origen industrial en su alimentación, así como el consumo energético y proporción de grasas en su dieta. **Cuadro 7.4**

Cuadro 7.4 Consumo energético, de grasas y ácidos grasos *trans* de origen industrial de mujeres en etapa de lactancia (n=33).

	Etapa de calostro (1°-3er día) X ± DE	Etapa de transición (Día 5-15) X ± DE	Etapa de leche madura (1 mes) X ± DE
Consumo energético (Kcal)	2201.87 ± 541.73	1934.67 ± 546.21	2174.21 ± 566.43
Lípidos (%)	27.78 ± 5.96	28.17 ± 7.26	28.72 ± 5.17
AG <i>t</i> industrial (g)	1.64 ± 1.25	1.39 ± 1.01	1.66 ± 1.13
AG <i>t</i> industriales en relación al consumo energético total (%)	0.64 ± 0.45	0.65 ± 0.47	0.70 ± 0.48

Letras iguales indican diferencia significativa (P<0.05).
AG*t*: Ácidos grasos *trans*.

No hubo diferencias en la ingesta energética, tampoco en el consumo de lípidos ni de ácidos grasos *trans* en las tres etapas. Esto puede deberse a la cercanía entre una evaluación y otra, ya que las valoraciones se realizaron a los 3-5 días, a los 10-15 días y a los 30 días.

De acuerdo a los resultados del presente estudio, la ingesta de grasas *trans* no refleja lo publicado en el informe del Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group, 2014, que indicaba que el consumo promedio de grasas *trans* en México es del 3.6% de la energía total. Ya que el consumo fue menor a la ingesta máxima recomendada por la OMS y por la Secretaría de Salud que es <1% del valor calórico total (Secretaría de Salud. Subdirección de Nutrición., 2011; Kuhnt et al., 2015; de Souza Santos da Costa et al., 2016; Downs et al., 2017). Estas diferencias podrían relacionarse con la metodología utilizada por el Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group, debido a que la estimación del consumo de AG*t* se llevo a cabo mediante bases de datos en línea de cada país y de datos mundiales, por lo que la ingesta de AG*t* podría haberse sobreestimado.

La ingesta de la población estudiada fue menor a la de mujeres en Turquía (2.16g/día) y Croacia (2g/día). Pero mayor a las madres lactantes de Malasia (1.27g/día), China (0.16-0.34% VCT), Canadá (0.8g/día) y Brasil (1.23%).

7.4 Estudio del contenido de ácidos grasos en la leche

Con respecto a la leche materna, se determinó el contenido de AGt presentes en sus tres etapas de acuerdo al periodo postparto (calostro, transición y madura), por medio de cromatografía de gases.

Los ácidos grasos analizados y su tiempo de retención de acuerdo al estándar purificado, se presentan en el **Cuadro 7.5**.

Cuadro 7.5 Ácidos grasos identificados y sus tiempos de retención

Ácido graso	RT*
Ácido cáprico (C10:0)	22.846
Ácido undecanoico (C11:0)	24.956
Ácido laúrico (C12:0)	27.036
Ácido tridecanoico (C13:0)	29.044
Ácido mirístico (C14:0)	30.968
Ácido miristoleico (C14:1)	32.335
Ácido pentadecanoico (C15:0)	32.805
Ácido cis-10-pentadecenoico (C15:1)	34.128
Ácido palmítico (C16:0)	34.561
Ácido palmitoleico(C16:1)	35.617
Ácido heptadecanoico (C17:0)	36.235
Ácido cis-10-heptadecenoico (C17:1)	37.259
Ácido esteárico (C18:0)	37.842
Ácido elaídico (C18:1n9t)	38.410

Ácido oleico (C18:1n9c)	38.702
Ácido linolelaídico (C18:2n6t)	39.345
Ácido linoleico (C18:2n6c)	40.007
Ácido araquídico (C20:0)	40.914
Ácido γ-linolénico (C18:3n6)	41.499
Ácido cis-10-eicosenoico (C20:1)	41.653
Ácido linolénico (C18:3n3)	42.276
Ácido heneicosanoico (C21:0)	42.905
Ácido cis-11, 14- eicosadienoico (C20:2)	43.687
Ácido behénico (C22:0)	43.765
Ácido cis-8, 11, 14- eicosatrienoico (C20:3n6)	44.345
Ácido erúcico (C22:1n9)	44.499
Ácido cis-11, 14, 17- eicosatrienoico (C20:3n3)	45.101
Ácido tricosanoico (C23:0)	45.472
Ácido metil cis-5, 8, 11, 14- eicosatetraenoico (C20:4n6)	45.752
Ácido cis-13, 16-docosadienoico (C22:2)	46.113
Ácido lignosérico (C24:0)	46.572
Ácido cis-5, 8, 11, 14, 17- eicosapentaenoico (C20:5n3)	47.445
Ácido nervónico (C24:1)	48.300
Ácido cis-4, 7, 10, 13, 16, 19- docosahexaenoico (C22:6n3)	50.284
Ácido vaccénico (C18:1-11t)	38.349
Ácido petroselaídico (18:1t6)	38.836

*RT: Tiempo de retención.

Los ácidos grasos de mayor interés para el estudio, son los AG_t industriales, ácido elaídico, linoelaídico y petroselaídico; AG_t naturales, ácido vaccénico; y los ácidos grasos esenciales con sus LCPUFA, ácido linoleico, linolénico, gamma-linolénico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico.

La **figura 7.8**, muestra un ejemplo de cromatograma, en dónde se identificaron los ácidos grasos *trans*, ácidos grasos esenciales y LCPUFA.

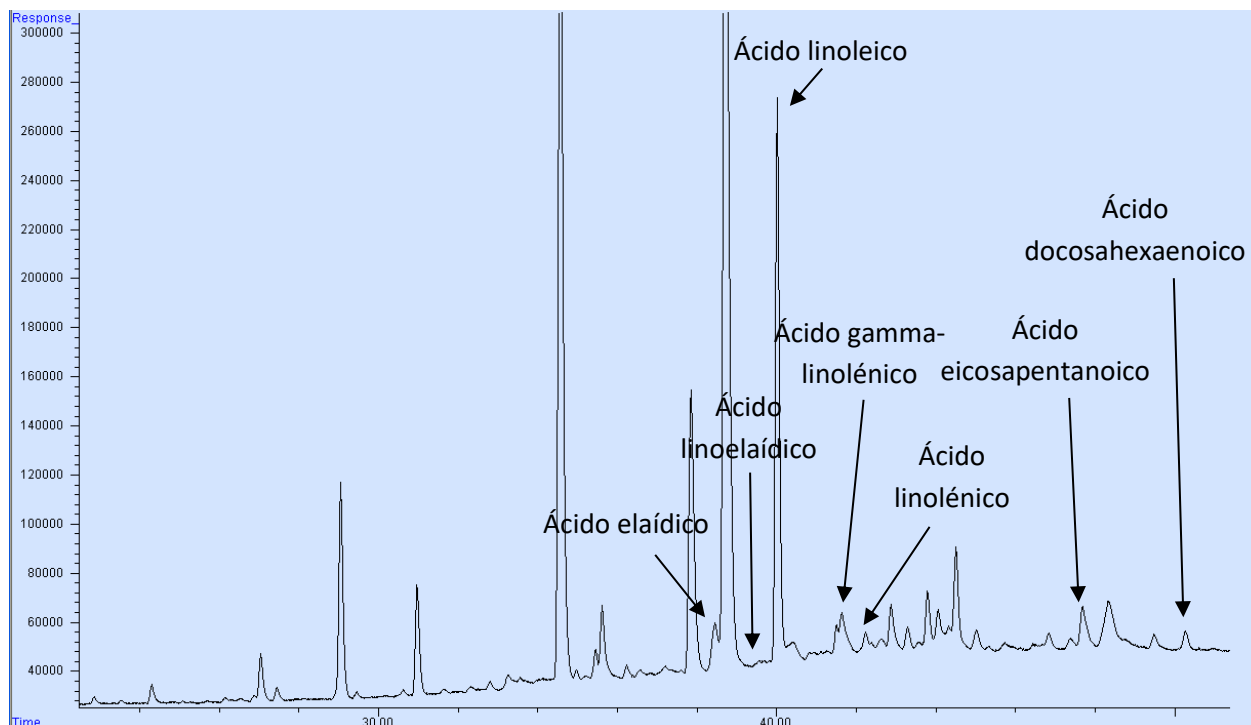


Figura 7.8 Cromatograma de leche materna.

Con respecto a los AG*t*, el tiempo de retención del ácido elaidico fue de 38.448 y del ácido linoelaídico 39.561. Sin embargo, el ácido petroselaídico no fue identificado en ninguna muestra.

Por otro lado, los ácidos grasos esenciales, ácido linoleico y linolénico aparecieron en los tiempos 40.012 y 42.235, respectivamente. Los ácidos grasos de cadena larga, gamma-linolénico (41.502), eicosapentaenoico (47.684) y docosahexaenoico (50.271) también fueron identificados.

En la **figura 7.9** se presenta el estándar del ácido petroselaídico (en rojo), el ácido vaccénico (en verde) y el Fame Mix (en azul), en una muestra de calostro (línea negra).

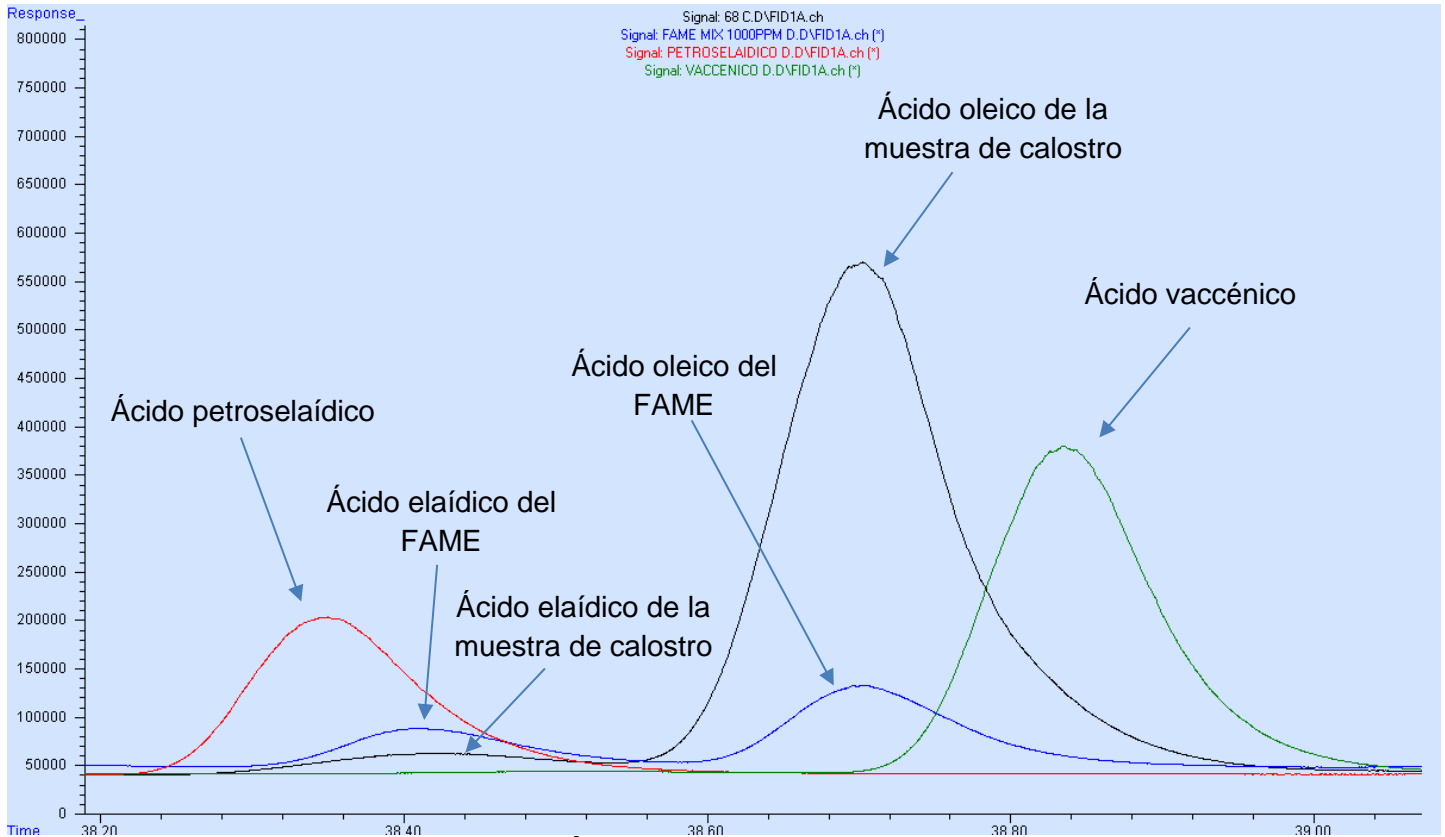


Figura 7.9 Ácido petroselaídico y vaccénico.

En la **figura 7.8** se puede observar que los ácidos petroselaídico y vaccénico no se identificaron en las muestras de leche, probablemente porque no están presente en las muestras o bien, las concentraciones pueden estar más abajo del límite de detección del método que se utilizó. El primer pico del ácido graso que se observa en la muestra de calostro corresponde al ácido elaídico, que es el AGt industrial más abundante; mientras que el segundo pico de la muestra pertenece al ácido oleico, el ácido graso en mayor proporción en la leche materna.

La composición de ácidos grasos de la leche materna de las mujeres estudiadas se muestra en el **cuadro 7.6**.

Cuadro 7.6 Composición de leche materna* (n=33) (%)

ÁCIDO GRASO	CALOSTRO	TRANSICIÓN	MADURA
Ácido cáprico (C10:0)	0.212 ± 0.362 ^{a,b}	1.276 ± 0.399 ^a	1.418 ± 0.685 ^b
Ácido undecanoico (C11:0)	0.034 ± 0.181 ^{a,b}	0.010 ± 0.006 ^a	0.024 ± 0.057 ^b
Ácido laúrico (C12:0)	1.330 ± 0.672 ^{a,b}	5.751 ± 2.313 ^a	5.801 ± 2.647 ^b
Ácido tridecanoico (C13:0)	2.098 ± 2.778 ^{a,b}	0.552 ± 0.313 ^a	1.976 ± 4.226 ^b
Ácido mirístico (C14:0)	3.427 ± 1.075 ^{a,b}	6.130 ± 2.608 ^a	5.763 ± 2.616 ^b
Ácido miristoleico (C14:1)	0.119 ± 0.197 ^{a,b}	0.173 ± 0.066 ^a	0.181 ± 0.071 ^b
Ácido pentadecanoico (C15:0)	0.266 ± 0.238	0.230 ± 0.062	0.315 ± 0.262
Ácido cis-10-pentadecenoico (C15:1)	0.070 ± 0.238	0.008 ± 0.021	0.007 ± 0.013
Ácido palmítico (C16:0)	21.800 ± 3.881 ^{a,b}	20.251 ± 2.385 ^a	20.112 ± 7.150 ^b
Ácido palmitoleico (C16:1)	1.604 ± 0.406 ^{a,b}	2.454 ± 0.658 ^a	2.255 ± 0.788 ^b
Ácido heptadecanoico (C17:0)	0.402 ± 0.318 ^a	0.298 ± 0.062	0.315 ± 0.163 ^a
Ácido cis-10-heptadecenoico (C17:1)	0.407 ± 0.668	0.296 ± 0.092	0.383 ± 0.489
Ácido esteárico (C18:0)	7.045 ± 1.972 ^{a,b}	5.130 ± 0.735 ^a	5.741 ± 1.526 ^b
Ácido elaídico (C18:1n9t)	1.334 ± 1.699 ^{a,b}	0.503 ± 0.846 ^a	0.585 ± 1.042 ^b
Ácido oleico (C18:1n9c)	32.776 ± 6.275	34.373 ± 4.167	31.919 ± 7.845
Ácido linolelaídico (C18:2n6t)	0.196 ± 0.182	0.246 ± 0.232	0.361 ± 0.535
Ácido linoleico (C18:2n6c)	13.179 ± 3.247 ^{a,b}	15.540 ± 3.609 ^a	15.660 ± 4.085 ^b
Ácido araquídico (C20:0)	0.636 ± 0.887 ^{a,b}	0.356 ± 0.158 ^a	0.396 ± 0.330 ^b
Ácido γ-linolénico (C18:3n6)	1.087 ± 0.580 ^{a,b}	1.402 ± 0.573 ^a	1.554 ± 0.651 ^b
Ácido cis-10-eicosenoico (C20:1)	1.831 ± 0.859 ^{a,b}	0.943 ± 0.358 ^a	1.055 ± 0.985 ^b
Ácido linolénico (C18:3n3)	0.699 ± 1.085 ^{a,b}	0.170 ± 0.095 ^a	0.665 ± 1.749 ^b
Ácido heneicosanoico (C21:0)	1.770 ± 0.618 ^{a,b}	0.693 ± 0.176 ^a	0.584 ± 0.283 ^b
Ácido cis-11, 14- eicosadienoico (C20:2)	0.467 ± 0.599 ^{a,b}	0.213 ± 0.282 ^a	0.218 ± 0.398 ^b
Ácido behénico (C22:0)	0.982 ± 0.630 ^{a,b}	0.539 ± 0.315 ^a	0.443 ± 0.245 ^b
Ácido cis-8, 11, 14- eicosatrienoico (C20:3n6)	0.355 ± 0.226 ^{a,b}	0.175 ± 0.127 ^a	0.134 ± 0.082 ^b
Ácido erúcico (C22:1n9)	1.781 ± 0.882 ^{a,b}	0.821 ± 0.279 ^{a,c}	0.762 ± 0.425 ^{b,c}
Ácido cis-11, 14, 17- eicosatrienoico (C20:3n3)	0.598 ± 1.001 ^{a,b}	0.158 ± 0.090 ^a	0.172 ± 0.217 ^b
Ácido tricosanoico (C23:0)	0.147 ± 0.128	0.148 ± 0.052	0.225 ± 0.396
Ácido metil cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico (C20:4n6)	0.616 ± 1.283 ^{a,b}	0.160 ± 0.07 ^{a,c}	0.097 ± 0.061 ^{b,c}
Ácido cis-13, 16-docosadienoico (C22:2)	0.175 ± 0.411	0.090 ± 0.069	0.159 ± 0.280
Ácido lignosérico (C24:0)	0.536 ± 0.436 ^{a,b}	0.150 ± 0.106 ^a	0.198 ± 0.242 ^b
Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico (C20:5n3)	0.494 ± 0.318 ^{a,b}	0.132 ± 0.100 ^a	0.169 ± 0.196 ^b
Ácido nervónico (C24:1)	1.131 ± 1.477 ^{a,b}	0.188 ± 0.119 ^{a,c}	0.115 ± 0.098 ^{b,c}
Ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico (C22:6n3)	0.394 ± 0.247 ^a	0.443 ± 0.430 ^b	0.237 ± 0.325 ^{a,b}

Letras iguales indican diferencia significativa (P<0.05).

El ácido graso más abundante fue el ácido oleico, sin mostrar diferencias de acuerdo a la etapa de la leche (Calostro: 32.77%; Transición 34.37%; Madura: 31.91%); seguido del ácido palmítico, significativamente mayor en el calostro (Calostro: 21.80%; Transición 20.25%; Madura: 20.11%) ($p < 0.05$); y el tercer ácido graso en mayor proporción fue el ácido linoleico (Calostro: 13.17%; Transición 15.54%; Madura: 15.66%), el cual fue significativamente más bajo en el calostro. Estos resultados se ajustan con lo esperado de acuerdo a la literatura consultada (Macías, Rodríguez, & Ronayne de Ferrer, 2006; Marín et al., 2009). Y coinciden con lo reportado en otros estudios que analizaron la composición de ácidos grasos en la leche materna de mujeres de Canadá (Ratnayake, 2014), Malasia (Daud, 2013), Turquía (Samur, 2009), Brasil (De Souza Santos, 2016), China (Wan, 2010), Estados Unidos (Perrin, 2018), Chile (Durán y Masson, 2010) y México (Silencio Barrita, 2012). En los que se encuentra que los ácidos grasos en mayor concentración en la leche humana son el ácido oleico, el ácido palmítico y el ácido linoleico.

En el calostro, el contenido de ácido oleico de las muestras de leche (32.77%) fue similar al observado en el estudio de De Souza Santos, 2016 (31.74%) en calostro de mujeres brasileñas; sin embargo, los ácidos grasos palmítico y linoleico se encontraron en menor proporción en el presente estudio (ácido palmítico: 21.8% vs 26.09%; ácido linoleico 13.17 vs 18.05%).

Las concentraciones de ácido oleico en la leche madura (31.91%), fueron mayores a las de madres lactantes en Turquía (27.31%), Brasil (28.26%) y Chile (28.65%). Inferiores a las de mujeres de Estados Unidos (33.09%) y Canadá (36.1%). Y comparables con los resultados de madres lactantes de China (31.26%) y Malasia (32.5%),

Por otro lado, el contenido de ácido palmítico en la leche madura (20.11%), fue similar al reportado en la leche de mujeres de China (18.68%), Chile (19.93%), Canadá (20.5%), Turquía (20.9%), Brasil (21.6%) y Estados Unidos (20.02%). Y se encontró en menor proporción que en la leche de mujeres de Malasia (29%).

No se encontraron estudios que analizaran la leche en etapa de transición, por lo que no se pueden comparar los resultados que se encontraron en esta etapa.

En cuanto a los ácidos grasos saturados, el ácido palmítico, esteárico, behénico y lignosérico tuvieron valores significativamente mayores en calostro ($p < 0.05$). Mientras que el ácido cáprico, laúrico y mirístico fueron significativamente menores en calostro ($p < 0.05$), en comparación con los datos de la leche de transición y madura.

Con respecto a los ácidos grasos monoinsaturados, los ácidos palmitoleico y miristoleico fueron significativamente menores en calostro ($p < 0.05$). Por otro lado, el contenido del ácido nervónico y el ácido erúcico disminuyeron significativamente de calostro a leche madura ($p < 0.05$).

El contenido de AGt, ácidos grasos esenciales y ácidos poliinsaturados de mayor importancia en la leche humana, se analizan más adelante.

7.5 Contenido de ácidos grasos *trans* en la leche materna.

Los AGt que se buscaron fueron cuatro: ácido graso elaídico, ácido graso linoelaídico, ácido grasos petroselaídico y ácido graso vaccénico, siendo este último un AGt de origen natural. Los AGt identificados fueron dos de origen industrial: el ácido elaídico y el ácido linoelaídico. Su contenido en calostro, leche de transición y leche madura se expresan en porcentajes en el **Cuadro 7.7**.

Cuadro 7.7 Contenido de ácidos grasos *trans* de origen industrial en calostro, leche de transición y leche madura (n=33) (%)

	Calostro	Leche de transición	Leche madura
Ácido Elaídico (%)	1.334 ± 1.699 ^{a,b}	0.503 ± 0.846 ^a	0.585 ± 1.042 ^b
Ácido Linoelaídico (%)	0.196 ± 0.182	0.246 ± 0.232	0.361 ± 0.535
Total de AGt (%)	1.529 ± 1.648 ^a	0.748 ± 1.033 ^b	0.945 ± 1.368

AGt. Ácidos grasos *trans*. Letras iguales indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

Se observa una diferencia significativa entre el contenido total de AG t en calostro (1.52%) y en leche de transición (0.74%) ($p < 0.05$).

En nuestra experiencia, no se detectó el ácido graso petroselaídico ni el ácido graso vaccénico. Esto puede deberse a que en las muestras de leche estudiadas no se encontraban presentes estos ácidos grasos, o bien el límite de detección del método que se utilizó era más alto de las concentraciones a las cuales se encontraban. Sin embargo, como se presenta más adelante, los AG t encontrados en mayor concentración en estudios similares fueron: el ácido elaídico y el ácido linoelaídico.

Del total de AG t , el ácido elaídico fue el más abundante en las tres etapas, representando el 87.2% en calostro, 67.2% en la leche de transición y 61.9% en la leche madura. El cual se encontró en cantidades significativamente mayores en calostro (1.334%; $p < 0.05$). Por otro lado, el ácido linoelaídico correspondió al 12.8% en calostro, al 32.8% en leche de transición y al 38.1% en leche madura, sin observarse diferencias en su contenido de acuerdo a la etapa de la leche ($p > 0.05$).

Este hallazgo coincide con lo reportado en el estudio de De Souza y col., (2016), llevado a cabo durante 3 años en mujeres adolescentes brasileñas de 15 a 19 años, en las que se analizó la parte grasa de la leche en la etapa de calostro y leche madura. En ambas etapas, el isómero 18:1 t (elaídico) fue el ácido graso *trans* en mayor concentración (1.91% en calostro y 0.55% en leche madura).

Resultados similares se observaron en el trabajo de Durán y Masson (2010), acerca de la composición de ácidos grasos en la leche madura de madres Chilenas. El ácido elaídico se encontró en mayor proporción que el ácido linoelaídico (1.947% vs 0.327%).

El estudio de Ratnayake y cols., (2014), realizado en 639 muestras de leche madura de mujeres canadienses, cuyo objetivo era analizar el contenido de ácidos grasos *trans* posterior a la regulación en el contenido de éstos ácidos grasos en los alimentos, encontró resultados similares a los del presente estudio. La leche de

mujeres canadienses presentó un mayor contenido del ácido elaídico (1.3%), en comparación con el ácido linoelaídico (0.4%).

De igual forma, la investigación de Silencio Barrita y cols., en México (2012), que estudio la composición de ácidos grasos de la leche de forma general. Observó que el ácido graso *trans* en mayor proporción fue el ácido elaídico, tanto en calostro (8.9mg/100ml de leche), como en leche madura (25.4mg/100ml de leche).

Un estudio reciente (2018), realizado por Perrin y cols., en mujeres lactantes de Estados Unidos, analizó las diferencias en la composición de ácidos grasos de la leche de madres con diferentes hábitos alimenticios (veganos, vegetarianas y omnívoras). Los resultados del presente estudio fueron comparados con los resultados de las mujeres con alimentación omnívora (debido a la similitud de la dieta), en las cuales el AG t en mayor proporción fue el ácido elaídico (0.62%).

Un hallazgo inesperado, fue que el total de AG t en la leche madura de las muestras analizadas, fue menor (0.95%) que el de mujeres lactantes en Canadá (1.9%), Turquía (2.11%), Malasia (1.66%), Croacia (2.3%), Chile (3.68%) y Brasil (2.23%). Cabe agregar que en este último estudio también se analizó el porcentaje de AG t en calostro, el cual también fue mayor en comparación con las muestras analizadas en el presente estudio (1.53% vs 2.46%). Mientras que resultados similares se observaron en mujeres de Estados Unidos (1.09%), esto podría deberse a la cercanía y por lo tanto a la similitud que hay con respecto a la alimentación.

7.6 Contenido de ácidos grasos esenciales en la leche materna.

La leche materna contiene ácidos grasos esenciales, los cuales son indispensables para el adecuado desarrollo del sistema nervioso central y visual del recién nacido. El **Cuadro 7.8** muestra el contenido de ácidos grasos esenciales y ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (LCPUFA), en calostro, leche de transición y leche madura.

Cuadro 7.8 Contenido de ácidos grasos esenciales y LCPUFA en calostro, leche de transición y leche madura (n=33) (%).

	Calostro	Leche de transición	Leche madura
Ácido Linoleico (n-6) (%)	13.179 ± 3.247 ^{a,b}	15.540 ± 3.609 ^a	15.660 ± 4.085 ^b
Ácido Linolénico (n-3) (%)	0.699 ± 1.085 ^{a,b}	0.170 ± 0.095 ^a	0.665 ± 1.749 ^b
Ácido Gamma-Linolénico (n-6) (%)	1.087 ± 0.580 ^{a,b}	1.402 ± 0.573 ^a	1.554 ± 0.651 ^b
Ácido Eicosapentaenoico (n-3) (%)	0.494 ± 0.318 ^{a,b}	0.132 ± 0.100 ^a	0.169 ± 0.196 ^b
Ácido Docosahexaenoico (n-3) (%)	0.394 ± 0.247 ^a	0.443 ± 0.430 ^b	0.237 ± 0.325 ^{a,b}
Total de ácidos grasos n-3 (%)	1.586 ± 1.195 ^{a,b}	0.744 ± 0.502 ^a	1.071 ± 1.853 ^b
Total de ácidos grasos n-6 (%)	14.266 ± 3.203 ^{a,b}	16.942 ± 4.117 ^a	17.213 ± 4.220 ^b

Letras iguales indican diferencia significativa (P<0.05).

El ácido linoleico fue el ácido graso esencial más abundante en las tres etapas de la leche humana (13.17% en calostro, 15.54% en leche de transición y 15.66% en leche madura). Los ácidos poliinsaturados n-6, ácido linoleico y ácido gamma-linolénico mostraron una concentración significativamente menor en la etapa de calostro (p<0.05). Por otro lado, los niveles del ácido linolénico fueron significativamente inferiores en la leche de transición (0.17%), comparado con el calostro (0.69%) (p<0.05). El ácido eicosapentanoico (EPA), así como el total de ácidos grasos polinsaturados n-3, se observaron en mayor concentración en el

calostro ($p < 0.05$). Mientras que el contenido de DHA en la leche madura fue significativamente menor (0.23%), en comparación con el calostro (0.39%) y la leche de transición (0.44%) ($p < 0.05$).

Estos resultados fueron comparados con estudios de leche materna de otras poblaciones. Encontrando que en el calostro, las mujeres mexicanas del estado de Querétaro, tuvieron valores de ácido linolénico y EPA mayores que las madres de Brasil (ácido linolénico: 0.69% vs 0.65%; EPA: 0.49% vs 0.08%). Sin embargo, presentaron niveles de ácido linoleico, DHA y total de ácidos grasos poliinsaturados n-3, en menor concentración que las mujeres de esta población (ácido linoleico: 13.17% vs 18.05% ; DHA: 0.39% vs 0.92%; y total de ácidos grasos n-3: 1.58% vs 1.74%). (De Souza Santos, et al., 2016).

Con respecto al contenido de ácidos grasos esenciales y poliinsaturados n-6 en la leche madura. Las muestras analizadas en el presente estudio reflejaron niveles mayores de ácido linoleico (15.66%) que las mujeres lactantes de Malasia (7.53%) y Canadá (13.5%), pero inferiores a las de mujeres de Turquía (24.31%), Brasil (21.82%), China (17.73%), Estados Unidos (16.28%) y Chile (18.96%). El ácido gamma-linolénico tuvo una mayor concentración en las muestras estudiadas (1.55%) en comparación con los datos encontrados en Nigeria (0.09%), Estados Unidos (0.08), China (0.33%) y Turquía (0.18%).

Por otro lado, el precursor del DHA, el ácido linolénico, en la leche madura estudiada tuvo valores inferiores (0.66%) a los de la leche de madres de Croacia (1.4%), China (1.03%), Estados Unidos (1.19%) y Chile (1.72%), pero mayores que en poblaciones de Malasia (0.35%), Brasil (0.48%), Turquía (0.59%) y Nigeria (0.60%). El contenido de EPA en la leche madura de las muestras analizadas de mujeres queretanas (0.16%) fue similar al de países como Canadá (0.1%), Croacia (0.1) y Chile (0.169%); superior al de madres lactantes de Brasil (0.06%), Estados Unidos (0.04%) y Nigeria (0.06%); sin embargo, fue inferior al de mujeres de Malasia (1.59%). Y finalmente, el ácido docosahexaenoico (DHA) (0.23%), mostró concentraciones superiores al de mujeres lactantes turcas (0.15%), chinas (0.19%),

estadounidenses (0.04%), chilenas (0.20%) y Brasileñas (0.17%); e inferiores a los niveles de madres de Canadá (0.3%), Malasia (0.82%) y Nigeria (0.27%).

7.7 Comparación del contenido de ácidos grasos en leche materna, de acuerdo al estado nutricional y composición corporal de la madre.

7.7.1 Índice de Masa Corporal (IMC)

En el **Cuadro 7.9** se presenta la relación entre el contenido de grasas *trans* de origen industrial en la leche materna y el estado nutricional de la madre de acuerdo a su índice de masa corporal (IMC).

Cuadro 7.9 Comparación del contenido de ácidos grasos *trans* industriales y ácidos grasos esenciales en la leche materna con el estado nutricional materno (n=33) (%)

	Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad
AGt totales:				
AGt en calostro	-	1.431 ± 1.566	1.278 ± 0.704	2.085 ± 2.688
AGt en leche de transición	0.149 ± 0	0.976 ± 1.374	0.558 ± 0.670	0.723 ± 0.816
AGt en leche madura	0.134 ± 0	1.023 ± 1.364	0.866 ± 1.498	1.061 ± 0.945
Ácido elaídico:				
Ácido elaídico (calostro)	-	1.256 ± 1.624	1.073 ± 0.731	1.873 ± 2.767
Ácido elaídico (transición)	0.0	0.706 ± 1.143	0.356 ± 0.535	0.413 ± 0.574
Ácido elaídico (madura)	0.0	0.681 ± 1.118	0.393 ± 0.873	0.870 ± 1.369
Ácido linoelaídico:				
Ácido linoelaídico (calostro)	-	0.175 ± 0.147	0.204 ± 0.223	0.211 ± 0.175
Ácido linoelaídico (transición)	0.149 ± 0	0.269 ± 0.261	0.202 ± 0.209	0.310 ± 0.247
Ácido linoelaídico (madura)	0.134 ± 0	0.342 ± 0.480	0.473 ± 0.709	0.191 ± 0.076
Ácidos polinsaturados n-6:				
Ácido linoleico (Calostro)	-	13.511 ± 2.865	14.176 ± 2.952	11.061 ± 3.632

Ácido linoleico (Transición)	16.752 ± 0	14.652 ± 2.905	17.217 ± 4.330	13.425 ± 1.626
Ácido linoleico (Madura)	23.224 ± 0	16.212 ± 3.727	15.258 ± 3.642	13.455 ± 5.138
Ácido gamma-ALA (Calostro)	-	1.013 ± 0.285	1.057 ± 0.185	1.248 ± 1.145
Ácido gamma-ALA (Transición)	1.290 ± 0	1.274 ± 0.491	1.670 ± 0.671	1.079 ± 0.262
Ácido gamma-ALA (Madura)	1.015 ± 0	1.724 ± 0.601	1.612 ± 0.659	1.007 ± 0.602
Total de PUFA n-6 (Calostro)	-	14.524 ± 3.085	15.233 ± 3.088	12.310 ± 3.061
Total de PUFA n-6 (Transición)	18.042 ± 0	15.927 ± 3.304	18.887 ± 4.943	14.505 ± 1.799
Total de PUFA n-6 (Madura)	24.239 ± 0	17.937 ± 3.941	16.870 ± 3.726	14.463 ± 5.083
Ácidos polinsaturados n-3:				
Ácido linolénico (Calostro)	-	0.422 ± 0.438	0.679 ± 0.685	1.144 ± 1.979
Ácido linolénico (Transición)	0.127 ± 0	0.169 ± 0.094	0.170 ± 0.112	0.180 ± 0.070
Ácido linolénico (Madura)	0.135 ± 0	0.407 ± 1.104	1.238 ± 2.600	0.169 ± 0.051
EPA (Calostro)	-	0.431 ± 0.139	0.478 ± 0.330	0.614 ± 0.469
EPA (Transición)	0.100 ± 0	0.101 ± 0.051	0.146 ± 0.116	0.186 ± 0.146
EPA (Madura)	0.091 ± 0	0.132 ± 0.166	0.214 ± 0.251	0.186 ± 0.154
DHA (Calostro)	-	0.399 ± 0.274	0.403 ± 0.195	0.369 ± 0.305
DHA (Transición)	0.231 ± 0	0.501 ± 0.474	0.403 ± 0.464	0.422 ± 0.266
DHA (Madura)	0.142 ± 0	0.324 ± 0.429	0.192 ± 0.220	0.097 ± 0.068
Total de PUFA n-3 (Calostro)	-	1.252 ± 0.616	1.561 ± 0.934	2.128 ± 1.978
Total de PUFA n-3 (Transición)	0.459 ± 0	0.771 ± 0.512	0.721 ± 0.590	0.789 ± 0.301
Total de PUFA n-3 (Madura)	0.369 ± 0	0.864 ± 1.223	1.646 ± 2.726	0.454 ± 0.234

AGt: Ácidos grasos *trans*

Letras iguales indican diferencia significativa (P<0.05).

(-) No se presentaron mujeres con bajo peso en la etapa de calostro.

No se encontró relación entre la composición de ácidos grasos *trans* y esenciales en la leche humana (calostro, leche de transición y leche madura) y el estado nutricional de la madre (p>0.05). Esto podría indicar que el peso, como tal, no representa una variable que modifique la composición de ácidos grasos en la leche.

7.7.2 Porcentaje de grasa corporal

Por otro lado, en el **Cuadro 7.10** se presenta la comparación del contenido de ácidos grasos *trans* industriales y de ácidos grasos esenciales presentes en la leche materna, de acuerdo al porcentaje de grasa corporal de la madre.

Cuadro 7.10 Comparación del contenido de ácidos grasos *trans* industriales en la leche materna de acuerdo al porcentaje de grasa corporal de la madre (n=33).

	Grasa corporal disminuida	Grasa corporal saludable	Grasa corporal alta	Grasa corporal muy alta
AGt totales:				
AGt en calostro	0.851 ± 0.859	1.613 ± 1.323	0.999 ± 0.558	5.133 ± 4.930*
AGt en leche de transición	0.187 ± 0.000	0.898 ± 1.303	0.592 ± 0.713	0.721 ± 0.818
AGt en leche madura	1.135 ± 1.659	1.027 ± 1.368	0.363 ± 0.458	2.594 ± 2.254
Ácido elaídico:				
Ácido elaídico (Calostro)	0.680 ± 0.786	1.413 ± 1.384	0.780 ± 0.587	5.050 ± 5.049
Ácido elaídico (Transición)	0.0	0.635 ± 1.083	0.395 ± 0.573	0.413 ± 0.574
Ácido elaídico (Madura)	0.961 ± 1.665	0.530 ± 1.036	0.196 ± 0.391	1.823 ± 1.487
Ácido linoelaídico:				
Ácido linoelaídico (Calostro)	0.170 ± 0.084	0.199 ± 0.219	0.219 ± 0.162	0.082 ± 0.117
Ácido linoelaídico (Transición)	0.187 ± 0.000	0.263 ± 0.253	0.196 ± 0.213	0.307 ± 0.249
Ácido linoelaídico (Madura)	0.173 ± 0.043	0.496 ± 0.597	0.167 ± 0.128	0.771 ± 1.075
Ácidos polinsaturados n-6:				
Ácido linoleico (Calostro)	14.013 ± 1.194	13.438 ± 3.268	13.493 ± 2.903	7.718 ± 4.904
Ácido linoleico (Transición)	13.399 ± 0.000	15.933 ± 4.084	16.254 ± 3.453	13.142 ± 1.208
Ácido linoleico (Madura)	17.221 ± 5.630	16.065 ± 3.042	16.559 ± 3.770	10.128 ± 3.698
Ácido gamma-ALA (Calostro)	0.943 ± 0.171	1.036 ± 0.279	0.951 ± 0.252	2.532 ± 2.090
Ácido gamma-ALA (Transición)	0.825 ± 0.000	1.445 ± 0.592	1.523 ± 0.625	1.108 ± 0.307
Ácido gamma-ALA (Madura)	1.249 ± 0.203	1.786 ± 0.626	1.414 ± 0.580	1.572 ± 1.092

Total de PUFA n-6 (Calostro)	14.956 ± 1.116	14.474 ± 3.499	14.444 ± 3.127	10.250 ± 2.814
Total de PUFA n-6 (Transición)	14.225 ± 0.000	17.378 ± 4.610	17.777 ± 4.020	14.250 ± 1.393
Total de PUFA n-6 (Madura)	18.470 ± 5.453	17.851 ± 3.172	17.973 ± 4.125	11.700 ± 3.625
Ácidos polinsaturados n-3:				
Ácido linolénico (Calostro)	0.530 ± 0.461	0.592 ± 0.655	0.430 ± 0.366	3.360 ± 3.744
Ácido linolénico (Transición)	0.874 ± 0.000	0.163 ± 0.089	0.189 ± 0.111	0.166 ± 0.089
Ácido linolénico (Madura)	0.131 ± 0.025	1.084 ± 2.318	0.124 ± 0.045	1.700 ± 3.022
EPA (Calostro)	0.499 ± 0.126	0.493 ± 0.284	0.452 ± 0.428	0.724 ± 0.102
EPA (Transición)	0.127 ± 0.000	0.128 ± 0.112	0.110 ± 0.046	0.189 ± 0.143
EPA (Madura)	0.082 ± 0.030	0.170 ± 0.226	0.141 ± 0.146	0.329 ± 0.288
DHA (Calostro)	0.383 ± 0.170	0.387 ± 0.267	0.423 ± 0.241	0.296 ± 0.419
DHA (Transición)	0.395 ± 0.000	0.547 ± 0.537	0.300 ± 0.302	0.428 ± 0.258
DHA (Madura)	0.132 ± 0.024	0.354 ± 0.481	0.203 ± 0.194	0.078 ± 0.093
Total de PUFA n-3 (Calostro)	1.413 ± 0.679	1.472 ± 0.907	1.306 ± 0.587	4.381 ± 3.427
Total de PUFA n-3 (Transición)	0.610 ± 0.000	0.840 ± 0.623	0.600 ± 0.382	0.784 ± 0.310
Total de PUFA n-3 (Madura)	0.346 ± 0.038	1.609 ± 2.404	0.469 ± 0.251	2.108 ± 3.218

AGt: Ácidos grasos *trans*
 Letras iguales indican diferencia significativa (P<0.05).

No se observaron diferencias significativas en el contenido de ácidos grasos de la leche (calostro, leche de transición y leche madura) en relación a la composición de grasa corporal materna ($p>0.05$).

7.8 Relación del contenido de ácidos grasos en la leche y la ingesta de acuerdo a la evaluación de su dieta.

7.8.1 Relación entre el contenido de ácidos grasos *trans* en la leche y su ingesta materna.

Se estimó la cantidad de AGt consumidos por la madre de acuerdo a los recordatorios realizados y se comparó con las cantidades de AGt en cada una de las leches (calostro, transición y madura), con la finalidad de analizar si existe alguna relación entre el consumo y el contenido en leche.

El **Cuadro 7.11** muestra la relación entre la composición de AGt en la leche humana y el consumo en la dieta materna. Los resultados no muestran una correlación entre estas dos variables ($p > 0.05$).

Cuadro 7.11 Relación entre el contenido de ácidos grasos *trans* en la leche y su ingesta en la dieta materna.

	Consumo energético (Kcal)		Lípidos en la dieta (%)		Ingesta de ácidos grasos <i>trans</i> (g)		Ingesta de ácidos grasos <i>trans</i> (% del VCT)	
Ácidos grasos <i>trans</i> en LM ^a	R	P	R	P	R	P	R	P
Calostro:								
Ácido elaídico	0.188	0.295	0.182	0.310	0.122	0.500	0.082	0.651
Ácido linoelaídico	-0.195	0.278	-0.073	0.684	-0.045	0.804	0.057	0.752
AGt totales	0.172	0.337	0.180	0.317	0.120	0.505	0.090	0.617
Leche de transición:								
Ácido elaídico	0.293	0.098	-0.147	0.416	-0.057	0.754	-0.130	0.472
Ácido linoelaídico	0.094	0.604	-0.235	0.189	-0.293	0.098	-0.319	0.070
AGt totales	0.261	0.142	-0.173	0.336	-0.112	0.534	-0.178	0.322
Leche madura:								
Ácido elaídico	0.092	0.611	-0.227	0.203	-0.139	0.440	-0.132	0.463
Ácido linoelaídico	0.028	0.876	-0.063	0.729	-0.178	0.323	-0.150	0.403
AGt totales	0.081	0.654	-0.198	0.270	-0.175	0.329	-0.160	0.375
Promedio en LM^a:								
Promedio ácido elaídico	0.071	0.694	-0.101	0.577	-0.147	0.413	-0.177	0.324
Promedio ácido linoelaídico	-0.056	0.757	-0.157	0.382	-0.256	0.150	-0.256	0.150
Promedio AGt ^b totales	0.045	0.805	-0.118	0.512	-0.179	0.319	-0.203	0.257

^aLM: Leche materna; ^bAGt: Ácidos grasos *trans*

Los resultados obtenidos no se ajustan con lo esperado, lo cual podría deberse a que la estimación del consumo de grasas *trans* de las mujeres estudiadas se llevó a cabo con las “Tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta mexicana” de Villalpando, elaboradas en 2007 y no existen tablas más actuales que indiquen el contenido de grasas *trans* de origen industrial

en los alimentos mexicanos. Además, cabe destacar que estas tablas no presentan el contenido de cada isómero *trans*, únicamente informan sobre el contenido total de AGt. Sumado a esto, no incluyen todos los alimentos que se encuentran actualmente en la alimentación de la mujer mexicana y que contienen grasas *trans* de origen industrial.

Este resultado coincide con lo reportado por Samur y cols., en 2009, quienes estudiaron la composición de AGt y su asociación con la dieta de mujeres lactantes de Turquía. Se realizaron tres recordatorios de 24 horas para evaluar la ingesta de grasas *trans* de la madre. En este estudio encontraron que no hubo correlación significativa entre los AGt en la leche y en la dieta ($p > 0.05$) (Samur et al., 2009)

7.8.2 Estimación de la ingesta materna de ácidos grasos *trans* a partir de una fórmula

Craig-Schmidt y cols, en 1984, llevaron a cabo un estudio que consistía en la aplicación de una fórmula para estimar la concentración de AGt en la leche materna a partir de los datos sobre la ingesta de la madre, o bien estimar el consumo de AGt a partir de los valores de su concentración en la leche, por lo que se decidió aplicar la ecuación que ellos proponen a partir de los datos del presente estudio

Por lo anterior, para el análisis de los ácidos grasos *trans* en leche y su correlación con la dieta materna se utilizó la fórmula de Craig-Schmidt y cols, que estima la ingesta materna de ácidos grasos *trans* de un día anterior a la recolección de la muestra de leche (Craig-Schmidt, Weete, & Faircloth, 1984).

$$Y = 1.49 + 0.42X$$

En donde, X es la ingesta de ácidos grasos *trans* y
Y la concentración de 18:1t en la leche materna.

Con la estimación de la ingesta de grasas *trans* utilizando la fórmula de Craig-Schmidt, se observó una correlación lineal directa entre el consumo y la composición de ácidos grasos *trans* en la leche de las mujeres estudiadas ($p < 0.05$).

Cuadro 7.12

Cuadro 7.12 Relación entre el contenido de ácidos grasos *trans* en la leche y su estimación de ingesta materna por la fórmula de Craig-Schmidt.

Estimación del consumo de ácidos grasos <i>trans</i> por la fórmula de Craig-Schmidt.		
Ácidos grasos <i>trans</i> en LM ^a	R	P
Calostro:		
Ácido elaídico	1.000	0.000*
Ácido linoelaídico	-0.326	0.064
AGt ^b totales	0.995	0.000*
Leche de transición:		
Ácido elaídico	1.000	0.000*
Ácido linoelaídico	0.759	0.000*
AGt ^b totales	0.989	0.000*
Leche madura:		
Ácido elaídico	1.000	0.000*
Ácido linoelaídico	0.450	0.009*
AGt ^b totales	0.937	0.000*

^aLM: Leche materna; ^bAGt: Ácidos grasos *trans*

A pesar de que la fórmula de Craig-Schmidt fue publicada desde 1984, está siendo utilizada por estudios actuales de manera adecuada. La investigación de Ratnayake y cols., (2014) llevada a cabo en 639 madres canadienses durante los años 2009, 2010 y 2011, evaluó la composición de ácidos grasos de la leche y los comparó con estudios anteriores en la misma población (1998 y 2006). El contenido de AGt en la leche disminuyó progresivamente de 1998 a 2011. En cuanto a la ingesta materna de grasas *trans*, no se aplicó ninguna encuesta alimentaria para determinar su consumo, por lo que se utilizó la fórmula de Craig-Schmidt para

estimarla, obteniendo los resultados esperados debido a la disminución del contenido de grasas *trans* en los alimentos canadienses. La disminución del contenido de AGt en los alimentos y por lo tanto, la disminución de AGt en leche materna, fue el resultado de la aprobación de la ley de etiquetado obligatorio para la regulación de AGt (2005) y del establecimiento de los niveles máximos utilizados (2007) (Ratnayake et al., 2014).

7.8.3 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales en la leche y la ingesta materna de AGt.

Al analizar el contenido de ácidos grasos esenciales en la leche y la ingesta materna de AGt, se encontraron varias relaciones. Los datos se presentan en el **Cuadro 7.13**.

Cuadro 7.13 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales en la leche y la ingesta materna de ácidos grasos *trans* (Fórmula de Craig-Schmidt)

Ácidos grasos esenciales en LM ^a	Ácidos grasos <i>trans</i> en la dieta	
	R	P
Calostro:		
Ácido linoleico	-0.670	0.000*
Ácido gamma-linolénico	0.612	0.000*
Ácido linolénico	0.844	0.000*
EPA ^b	0.222	0.213
DHA ^c	-0.422	0.014*
Total n-6	-0.568	0.001*
Total n-3	0.738	0.000*
Leche de transición:		
Ácido linoleico	-0.295	0.096
Ácido gamma-linolénico	-0.170	0.345

Ácido linolénico	0.844	0.000*
EPA ^b	-0.245	0.170
DHA ^c	0.615	0.000*
Total n-6	-0.282	0.112
Total n-3	0.638	0.000*
Leche madura:		
Ácido linoleico	-0.329	0.062
Ácido gamma-linolénico	0.253	0.155
Ácido linolénico	0.334	0.057
EPA ^b	0.305	0.084
DHA ^c	0.134	0.456
Total n-6	-0.279	0.115
Total n-3	0.371	0.033*

^aLM: Leche materna. ^bEPA: Ácido eicosapentanoico. ^cDHA: Ácido docosaheptanoico.

*P<0.05.

El contenido de AG_t en la dieta tuvo una alta correlación positiva con los niveles de ácido linolénico, gamma-linolénico y total de n-3 en el calostro ($p < 0.05$). Mientras que el porcentaje de ácido linoleico, DHA y total de n-6 tuvieron una correlación inversa (alta para ácido linoleico; y moderada correlación para DHA y total de n-6), es decir, al aumentar la ingesta de grasas *trans*, disminuyen los niveles de ácido linoleico, total de n-6 y DHA en el calostro ($p < 0.05$).

Por el contrario, en la leche de transición se observó una relación directa entre las proporciones de ácido linolénico, DHA y total de n-3, y el consumo de grasas *trans* ($p < 0.05$).

No hubo correlación entre los niveles de ácidos grasos esenciales en la leche madura y el contenido de grasas *trans* en la dieta ($p > 0.05$). Sin embargo, se observó una correlación positiva y significativa entre el total de n-3 y la estimación del consumo de ácidos grasos *trans* ($p < 0.05$).

Estos resultados indican que el contenido de AG t en la dieta de la madre, afecta directamente la composición de la leche materna. El aumento de algunos de los ácidos grasos esenciales puede explicarse a que la cantidad de AG t en la dieta puede estar relacionada también directamente con el aumento en el contenido de grasa en la dieta en general, sin embargo, la relación negativa que presentó con el contenido de DHA en calostro, puede deberse a que los AG t compiten por la actividad de las enzimas que alargan los ácidos grasos esenciales para convertirlos en ácidos grasos de cadena larga, lo que puede llegar a tener un efecto negativo en la formación de estos últimos ácidos grasos y sus actividades metabólicas. Así pues, el efecto que tenga en la composición de la leche, debe estar también relacionado con el resto de fuentes lipídicas que consume la madre. Este aspecto debe ser estudiado más a fondo.

Los resultados obtenidos no son comparables con los de otros estudios, debido a que los trabajos revisados que analizaron los ácidos grasos *trans* en la dieta y en la leche humana no presentan la relación entre la ingesta de grasas *trans* y la composición de ácidos grasos esenciales y LCPUFA en la leche materna.

7.9 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales y ácidos grasos *trans* en calostro.

Se analizó la relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales y de AGt en la leche durante la etapa de calostro, los resultados se presentan en el Cuadro 7.14.

Cuadro 7.14 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) y ácidos grasos *trans* en el calostro.

	Ácido elaídico		Ácido linoelaídico		AGt totales	
	R	P	R	P	R	P
Ácido linoleico	-0.670	0.000*	0.268	0.131	-0.661	0.000*
Ácido gamma-linolénico	0.612	0.000*	-0.086	0.634	0.621	0.000*
Ácido linolénico	0.844	0.000*	-0.294	0.097	0.837	0.000*
EPA	0.222	0.213	-0.230	0.198	0.204	0.255
DHA	-0.422	0.014*	0.482	0.005*	-0.382	0.028*
Total de n-6	-0.568	0.001*	0.256	0.150	-0.557	0.001*
Total de n-3	0.738	0.000*	-0.228	0.202	0.735	0.000*

*p<0.05.

Con respecto a los ácidos grasos n-6, el ácido esencial linoleico mostró una alta correlación inversa con el contenido de ácido elaídico en calostro (p<0.05). Al igual que el total de ácidos grasos n-6 en el que se observó una moderada correlación inversa (p<0.05). Por el contrario, el ácido gamma-linolénico tuvo una buena correlación directa con el porcentaje de ácido elaídico en la etapa de calostro (p<0.05).

Por otro lado, en los ácidos grasos pertenecientes a la cadena n-3, el ácido linolénico presentó una alta correlación positiva con el contenido de ácido elaídico en calostro (p<0.05), y debido a que es el ácido graso en mayor proporción de la familia n-3, el total de ácidos grasos n-3 también muestra una alta correlación directa con el isómero 18:1t9 (elaídico) (p<0.05). A diferencia del ácido docosahexaenoico, que tuvo una moderada pero significativa correlación inversa con los niveles de ácido elaídico (p<0.05) (**Figura 7.10**). No hubo correlación entre el ácido eicosapentanoico y el isómero *trans* industrial más abundante (ácido elaídico) (p<0.05).

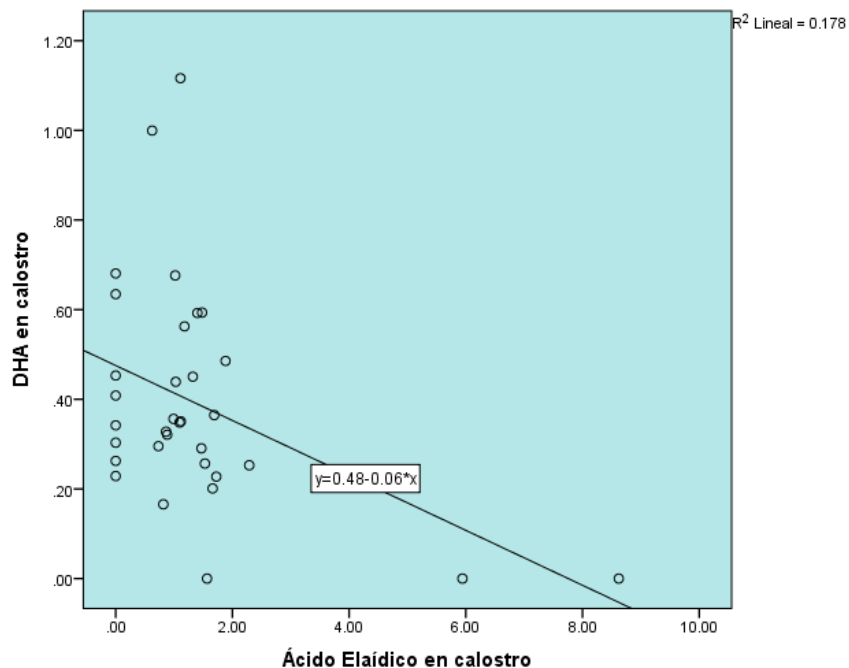


Figura 7.10 Relación entre el contenido de ácido docosahexaenoico y ácido elaídico en el calostro.

A pesar de que el ácido linolénico se asoció positivamente con el contenido de ácido elaídico, su LCPUFA de mayor importancia para el desarrollo visual y del sistema nervioso del recién nacido, el DHA, se relacionó negativamente con el ácido elaídico, esto podría deberse al efecto negativo sobre el metabolismo de ácidos grasos esenciales, en el cual los ácidos grasos trans compiten con ellos por las mismas enzimas ($\Delta 5$ y $\Delta 6$ desaturasas), bloqueándolas e impidiendo que se lleve a cabo la biosíntesis del DHA (Villalpando et al., 2007; Kummerow, 2009; Manzur et al., 2009; Silencio Barrita et al., 2012; Krešić et al., 2013).

En el caso de las concentraciones de ácido linoelaídico y los niveles de ácidos grasos esenciales en calostro, se observó que no hubo una correlación significativa entre estos valores, únicamente el contenido de DHA se asoció positivamente con el contenido de ácido linoelaídico ($p < 0.05$).

En el caso de la relación entre las concentraciones de AGE y AGt totales en calostro, los resultados fueron similares a los obtenidos en la relación de AGE y ácido elaídico, debido a que este corresponde al 87.2% del total de ácidos grasos *trans* en el calostro. El ácido linoleico, DHA y total de n-6 tuvieron una asociación negativa con el total de AGt. Mientras que el ácido linolénico, gamma-linolénico y el total de n-3 presentaron una correlación directa con el total de AGt.

La mayoría de los estudios analizan la composición de la leche en la etapa madura, son muy pocos los que investigan la relación de ácidos grasos *trans* y de ácidos grasos esenciales en el calostro. De Souza Santos da Costa et al., 2016, analizó el calostro de 54 adolescentes brasileñas y encontró que el contenido de LCPUFA n-3 fue negativamente asociado con la concentración total de ácidos grasos *trans*. En el presente estudio, no se encontró relación con el contenido de LC-PUFA n-3, pero si con las concentraciones de DHA, las cuales disminuyen al aumentar los ácidos grasos *trans* totales en el calostro. Esto debido, como ya se había mencionado, al posible bloqueo de las enzimas necesarias para la biosíntesis del DHA.

7.10 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales y ácidos grasos *trans* en la leche de transición.

En lo que respecta a la leche de transición, el **Cuadro 7.15** presenta la relación entre las concentraciones de AGE y AGt.

Cuadro 7.15 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) y ácidos grasos *trans* en la leche de transición.

	Ácido elaídico		Ácido linoelaídico		AGt totales	
	R	P	R	P	R	P
Ácido linoleico	-0.295	0.096	-0.385	0.027*	-0.328	0.063
Ácido gamma-linolénico	-0.170	0.345	-0.254	0.154	-0.196	0.274
Ácido linolénico	0.844	0.000*	0.782	0.000*	0.867	0.000*
EPA	-0.245	0.170	-0.159	0.377	-0.236	0.186
DHA	0.615	0.000*	0.843	0.000*	0.693	0.000*
Total de n-6	-0.282	0.112	-0.372	0.033*	-0.315	0.075
Total de n-3	0.638	0.000*	0.837	0.000*	0.710	0.000*
LC-PUFA n-3	0.537	0.001*	0.774	0.000*	0.613	0.000*

*p<0.05.

El ácido linoleico y el total de n-6 se asociaron negativamente con el ácido linoelaídico (p<0.05). Por otro lado, a excepción de EPA, la familia n-3: ácido linolénico, DHA, LC-PUFA n-3 y total de n-3, mostraron una correlación positiva con los niveles de ácido elaídico, linoelaídico y ácidos grasos *trans* totales (p<0.05).

No hay estudios que analicen la relación de los ácidos grasos *trans* y de los ácidos grasos esenciales en la leche de transición.

7.11 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales y ácidos grasos *trans* en la leche madura.

El ácido elaídico se relacionó directamente con el contenido total de n-3 (p<0.05). Mientras que el ácido linoelaídico mostró una correlación positiva con los niveles de ácido linolénico, gamma-linolénico, EPA, total de n-3 y LC-PUFA n-3 (p<0.05). La suma total de ácidos grasos *trans* se asoció con las concentraciones

de ácido linoleico, linolénico, gamma-linolénico, EPA, total de n-3 y LC-PUFA n-3 ($p < 0.05$). **Cuadro 7.16**

Cuadro 7.16 Relación entre el contenido de ácidos grasos esenciales (AGE) y ácidos grasos *trans* en la leche madura.

	Ácido elaídico		Ácido linoelaídico		AGt totales	
	R	P	R	P	R	P
Ácido linoleico	-0.329	0.062	-0.323	0.066	-0.377	0.031*
Ácido gamma-linolénico	0.253	0.155	0.476	0.005*	0.379	0.030*
Ácido linolénico	0.334	0.057	0.840	0.000*	0.583	0.000*
EPA	0.305	0.084	0.602	0.000*	0.468	0.006*
DHA	0.134	0.456	0.151	0.401	0.161	0.370
Total de n-6	-0.279	0.115	-0.240	0.179	-0.306	0.083
Total de n-3	0.371	0.033*	0.883	0.000*	0.628	0.000*
LC-PUFA n-3	0.325	0.065	0.525	0.002*	0.453	0.008*

* $p < 0.05$.

Los estudios acerca de la relación de los ácidos grasos *trans* y los ácidos grasos esenciales en leche son controversiales. Investigaciones como la de Krešić y cols. (2013), observaron una relación débil entre los ácidos grasos linoleico y linolénico, con el total de ácidos grasos *trans* en la leche madura. Así como una relación muy débil, pero igual significativa entre EPA y DHA, con los ácidos grasos totales. También encontraron una correlación inversa entre los AGt y el contenido de LC-PUFA.

Sin embargo, De Souza Santos da Costa et al., 2016, no encontró relación entre el ácido graso *trans* más abundante, el ácido elaídico y las concentraciones de LC-PUFA en la leche madura.

Por su parte, Samur y cols., (2009), tampoco observaron correlación entre el total de C18:1t o el total de AGt y los ácidos grasos linoleico, linolénico, total de n-3 y total de n-6.

En nuestra experiencia, sí encontramos un efecto de los AGt presentes en la leche en relación al contenido de ácidos grasos esenciales. Las relaciones negativas encontradas con los ácidos grasos de cadena larga, pueden deberse en general a la competencia de estos AGt por la actividad de las enzimas que alargan los ácidos grasos esenciales para su conversión. Así pues, aunque el aumento de los AGt tanto en la dieta materna como en la leche, puede estar acompañado con el aumento de algunos ácidos grasos esenciales en la leche, esto también puede estar relacionado inversamente con la presencia de ácidos grasos esenciales como el DHA en etapas importantes del desarrollo. Aparentemente, que haya una relación positiva o negativa, también va ligado a la alimentación en la madre y otras fuentes lipídicas consumidas, lo cual tiene que ser estudiado más a fondo. Sin embargo, debe considerarse que puede tener un efecto inverso con algunos ácidos grasos esenciales como fue en el caso del ácido elaidico y el DHA en el calostro, lo que podría tener un efecto en el metabolismo y desarrollo del neonato.

Por otro lado, vale la pena mencionar que es necesaria la actualización de tablas de contenido de AGt en alimentos mexicanos, ya que las únicas tablas con las que contamos actualmente pueden no reflejar de forma exacta el contenido de AGt que tienen hoy en día los productos en la industria. Tendrían además que incluirse muchos de los alimentos que se han adicionado en el mercado. Dichas tablas, también tendrían que diferenciar entre el contenido de AGt de origen industrial y de origen natural, ya que, el papel metabólico que cumplen uno y otro tipo de AGt es completamente distinto.

Los resultados del presente estudio, deben considerarse para el diseño de estrategias y políticas públicas encaminadas a mejorar la calidad de la alimentación en los seres humanos y de las mujeres lactantes, y deben llevarse a cabo estudios que analicen el impacto de los cambios que se realicen en las políticas de la industria alimentaria para ver los efectos en la leche humana.

VIII. CONCLUSIÓN

No hubo diferencias en la ingesta energética, tampoco en el consumo de lípidos ni de ácidos grasos *trans* en las tres etapas.

La ingesta energética de las madres lactantes fue de 2201 Kcal en la etapa de calostro, 1934 Kcal en leche de transición y 2174 Kcal en la leche madura; por lo que no hubo diferencias significativas entre las etapas. Tampoco se observaron diferencias en el consumo de lípidos ni de ácidos grasos *trans* en las tres etapas.

El consumo de grasas *trans* fue de 0.64%, 0.65% y 0.70% del valor calórico total (calostro, transición y madura), este nivel es inferior a la ingesta máxima recomendada por la Organización Mundial de la Salud y por la Secretaría de Salud que es <1% del valor calórico total.

Con respecto a la composición de la leche humana, en las muestras analizadas los ácidos grasos más abundantes fueron el ácido oleico (calostro: 32.77%; leche de transición: 34.37%; leche madura: 31.91%), palmítico (calostro: 21.80%; leche de transición: 20.25%; leche madura: 20.11%) y linoleico (calostro: 13.17%; leche de transición: 15.54%; leche madura: 15.66%).

Los AGt encontrados en leche fueron el ácido elaídico (calostro: 1.33%; leche de transición: 0.50%; leche madura: 0.58%) y el ácido linoelaídico (calostro: 0.19%; leche de transición: 0.24%; leche madura: 0.36%); mientras que de la suma de ellos se obtuvo el contenido total de AGt (calostro: 1.52%; leche de transición: 0.74%; leche madura: 0.94%). Las concentraciones de ácidos grasos *trans* fueron significativamente mayores en el calostro y el isómero *trans* en mayor concentración en las tres etapas de la leche fue el ácido elaídico (C18:19t).

Al analizar el contenido de ácidos grasos *trans* de acuerdo al estado nutricional y composición corporal de la madre, se encontró que no existen diferencias entre las concentraciones de ácidos grasos *trans* y el IMC y grasa corporal materna.

En calostro, los niveles de ácido elaídico tuvieron una correlación directa con los ácidos gamma-linolénico, linolénico, total de n-6 y total de n-3; y una correlación inversa con las concentraciones de ácido linoleico y DHA. El ácido linoelaídico mostró una correlación positiva únicamente con el DHA. Mientras que el contenido total de ácidos grasos *trans* se relacionó directamente con el ácido linolénico, el ácido gamma-linolénico y con el total de n-3.

En la leche de transición, el ácido elaídico, linoelaídico y el total de AGt se asociaron positivamente con los niveles de ácido linolénico, DHA, total de n-3 y LCPUFA n-3; mientras que el ácido linoelaídico tuvo una relación inversa con las concentraciones de ácido linoleico y total de n-6.

Y finalmente en la leche madura, el ácido elaídico se asoció directamente con el total de n-3; el ácido linoelaídico y el total de AGt se relacionó positivamente con el ácido linolénico, gamma-linolénico, EPA, total de n-3 y LC-PUFA n-3. El total de AGt se correlacionó negativamente con el porcentaje de ácido linoleico en la leche materna.

Este estudio contribuirá para el posible desarrollo de programas de vigilancia en el consumo de grasas durante la etapa de lactancia en la población mexicana, en especial de las mujeres del estado de Querétaro. Sin embargo, se requieren de más estudios sobre la composición de ácidos grasos *trans* en la leche materna y su relación de éstos con el consumo de grasas *trans* de la madre. Una comparación de la mujer lactante mexicana con madres de otra región, que presente hábitos alimenticios diferentes, podría mejorar los resultados al hacer más evidente los efectos de las grasas *trans* presentes en la leche sobre los ácidos grasos esenciales.

Así mismo, se requiere de tablas de composición de alimentos mexicanos actualizadas, que contengan el contenido total de ácidos grasos *trans*, así como los isómeros en específico que presentan. Y una herramienta validada para la recolección de información de la ingesta de grasas *trans*, que permita una estimación más certera de su consumo.

IX. REFERENCIAS

- Alvarez, E., Gómez, S., Muñoz, I., Navarrete, E., Riveros, M. E., Rueda, L., Valdebenito, A. (2007). Definición y desarrollo del concepto de Ocupación: ensayo sobre la experiencia de construcción teórica desde una identidad local. *Revista Chilena de Terapia Ocupacional*, 7, 76–82. <https://doi.org/10.5354/0719-5346.2010.81>
- Ballesteros-Vásquez, Valenzuela-Calvillo, L. S., E. Artalejo-Ochoa, & Robles-Sardin, A. E. (2012). Ácidos grasos trans : un análisis del efecto de su consumo en la salud humana , regulación del contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos. *Nutr Hosp*, 27(1), 54–64. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5420>
- Birch, E., Carlson, S., Hoffman, D., Fitzgerald-Gustafson, K., Fu, V., Drover, J., Diersen-Schade, D. (2010). The DIAMOND (DHA Intake And Measurement Of Neural Development) Study: a double-masked, randomized controlled clinical trial of the maturation of infant acuity as a function of the dietary level of docosahexaenoic acid. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(4), 848–859. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28557.1>
- Birch, E., Castañeda, Y., Wheaton, D., Birch, D., Uauy, R., & Hoffman, D. (2005). Visual maturation of term infants fed long-chain polyunsaturated fatty acid-supplemented or control formula for 12 mo. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(4), 871–879. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cin20&AN=106486430&site=ehost-live>
- Castro-martínez, M. G., Bolado-garcía, V. E., Landa-anell, M. V., Liceaga-cravioto, M. G., & Carlos, J. (2010). Ácidos grasos trans de la dieta y sus implicaciones metabólicas. *Gaceta Médica de México*, 146(4), 281–288.
- Chávez-Servín, J. L., Castellote, A. I., Martín, M., Chifré, R., & López-Sabater, M. (2009). Stability during storage of LC-PUFA-supplemented infant formula containing single cell oil or egg yolk. *Food Chemistry*, 113(2), 484–492. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.082>
- Craig-Schmidt, M. C., Weete, J. D., & Faircloth, S. A. (1984). The effect of hydrogenated fat in the diet of nursing mothers on lipid composition and prostaglandin content of human milk. *American Journal of Clinical Nutrition*, 39(5), 778–786. <https://doi.org/10.1093/ajcn/39.5.778>
- Daud, A. Z., Mohd-Esa, N., Azlan, A., & Chan, Y. M. (2013). The trans fatty acid content in human milk and its association with maternal diet among lactating mothers in Malaysia. *Asia Pac.J.Clin.Nutr*, 22.
- de Souza Santos da Costa, R., da Silva Santos, F., de Barros Mucci, D., de Souza, T. V., de Carvalho Sardinha, F. L., Moutinho de Miranda Chaves, C. R., & das Graças Tavares do Carmo, M. (2016). trans Fatty Acids in Colostrum, Mature Milk and Diet of Lactating Adolescents. *Lipids*, 51(12), 1363–1373. <https://doi.org/10.1007/s11745-016-4206-1>
- Del Prado, M., Villalpando, S., Elizondo, A., Rodríguez, M., Demmelmair, H., & Koletzko, B. (2001). Contribution of dietary and newly formed arachidonic acid to human milk lipids in women eating a low-fat diet. *American Journal of Clinical*

- Nutrition*, 242–247.
- Deng, L., Zou, Q., Liu, B., Ye, W., Zhuo, C., Chen, L., Li, J. (2018). Fatty acid positional distribution in colostrum and mature milk of women living in Inner Mongolia, North Jiangsu and Guangxi of China. *Food & Function*, 9(8), 4234–4245. <https://doi.org/10.1039/C8FO00787J>
- Downs, S. M., Bloem, M. Z., Zheng, M., Catterall, E., Thomas, B., & Wu, J. H. Y. (2017). The Impact of Policies to Reduce trans Fat Consumption : A Systematic Review of the Evidence. *Current Developments in Nutrition*, 1–10.
- Duran, S., & Masson., L. (2010). Aporte de ácidos grasos trans, ácido linoleico conjugado y ácido docosahexaenoico, en la grasa de leche materna de nodrizas chilenas. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(1), 9–17.
- Fernández-Michel, S., García-Díaz, C., Alanís-Guzmán, M., & Ramos-Clamont, M. (2008). Ácidos grasos trans: consumo e implicaciones en la salud en niños. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 6(1), 71–80.
- Fernández-Ruiz, J. (2000). El Registro del Estado Civil de las Personas. *Biblioteca Jurídica Virtual Del Instituto de Investigaciones Jurídicas de La UNAM*, 11–23.
- Friesen, R., & Innis, S. M. (2006). Trans Fatty Acids in Human Milk in Canada Declined with the Introduction of Trans Fat Food Labeling. *The Journal of Nutrition*, 2558–2561.
- García-López, R. (2011). Artículo de revisión. Composición e inmunología de la leche humana. *Acta Pediatr Mex*, 32(4), 223–230.
- Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group. (2014). Global, regional, and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: a systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys.
- Gómez-Cortés, P., & de la Fuente, M. A. (2017). Classification of Human Milks Based on Their Trans 18:1 Fatty Acid Profile and Effect of Maternal Diet. *Breastfeeding Medicine*, 20(4), 238–243. <https://doi.org/10.1089/bfm.2016.0123>
- González de Cosío, T., & Hernández, S. (2016). *Lactancia Materna En México. Secretaría de Salud Pública*. Retrieved from <https://www.insp.mx/avisos/3367-lactancia-materna-mexico.html>
- Hauff, S., & Vetter, W. (2009). Quantitation of cis - and trans -Monounsaturated Fatty Acids in Dairy Products and Cod Liver Oil by Mass Spectrometry in the Selected Ion Monitoring Mode. *J. Agric. Food Chem.*, 57(9), 3423–3430. <https://doi.org/10.1021/jf803665u>
- Helland, I. B., Smith, L., Saarem, K., Saugstad, O. D., & Drevon, C. A. (2003). Pregnancy and Lactation Augments Children ' s IQ at 4 Years of Age. *Pediatrics*, 111(1), e39–e44. <https://doi.org/10.1542/peds.111.1.e39>
- Hyseni, L., Bromley, H., Kypridemos, C., O'Flaherty, M., Lloyd-Williams, F., Guzman-Castillo, M., Capewell, S. (2017). Systematic review of dietary trans-fat reduction interventions. *Bull World Health Organ*, 95, 821–830.
- Imhoff-kunsch, B., Stein, A. D., Villalpando, S., Martorell, R., & Ramakrishnan, U. (2010). Docosahexaenoic Acid Supplementation from Mid-Pregnancy to Parturition Influenced Breast Milk Fatty Acid Concentrations at 1 Month Postpartum in Mexican Women. *The Journal of Nutrition*, 321–326. <https://doi.org/10.3945/jn.110.126870.least>
- Jarpa, C., Cerda, J., Terrazas, C., & Cano, C. (2015). Lactancia materna como factor

- protector de sobrepeso y obesidad en preescolares. *Revista Chilena de Pediatría*, 86(1), 32–37. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.04.006>
- Jensen, C. L., Voigt, R. G., Llorente, A. M., Peters, S. U., Prager, T. C., Zou, Y. L., Heird, W. C. (2010). Effects of early maternal docosahexaenoic acid intake on neuropsychological status and visual acuity at five years of age of breast-fed term infants. *Journal of Pediatrics*, 157(6), 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.06.006>
- Kim, S., Kim, J., Choi, I., Kim, J., & Cho, K.-H. (2016). Breast Milk from Frequent Trans Fatty Acid Consumers Shows High Triglyceride and Glucose Levels, but Low Cholesterol and Apolipoprotein A-I levels, with Resulting Impaired In Vitro Zebrafish Embryo Growth and Survival, 11(5), 239–246. <https://doi.org/10.1089/bfm.2015.0181>
- Krešić, G., Dujmović, M., Mandić, M. L., & Delaš, I. (2013). Dietary and breast milk trans fatty acids seen in Croatian breastfeeding women from Adriatic region. *Journal of Food and Nutrition Research*, 52(3), 156–163.
- Kuhnt, K., Degen, C., & Jahreis, G. (2015). Evaluation of the Impact of Ruminant trans Fatty Acids on Human Health : Important Aspects to Consider. *Food, Science and Nutrition*, 1–58. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.808605>
- Kummerow, F. A. (2009). The negative effects of hydrogenated trans fats and what to do about them. *Atherosclerosis*, 205, 458–465. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2009.03.009>
- Larqué, E., Zamora, S., & Gil, A. (2001). Dietary trans fatty acids in early life : a review. *Early Human Development*, 65(Suppl.), 31–41.
- Lozano de la Torre, M. J. (2010). Lactancia materna. In *Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica SEGHNP-AEP* (pp. 279–286).
- Macías, S. M., Rodríguez, S., & Ronayne de Ferrer, P. A. (2006). Leche materna : composición y factores condicionantes de la lactancia. *Arch Argent Pediatr*, 104(5), 423–430.
- Manzur, F., Alvear, C., & Alayón, A. (2009). Consumo de ácidos grasos trans y riesgo cardiovascular. *Revista Colombiana de Cardiología*, 16(3), 103–111.
- Marín, M. C., Sanjurjo, A. L., Sager, G., Margheritis, C., & Alaniz, M. J. T. de. (2009). Composición en ácidos grasos de leche de madres de recién nacidos de pretérmino y de término. *Arch Argent Pediatr*, 107(4), 315–320.
- Mazzocchi, A., D’Oria, V., De Cosmi, V., Bettocchi, S., Milani, G. P., Silano, M., & Agostoni, C. (2018). The role of lipids in human milk and infant formulae. *Nutrients*, 10(567), 1–14. <https://doi.org/10.3390/nu10050567>
- Miguel Soca, P. E. (2009). Dislipidemias. *ACIMED*, 20(6), 265–273. <https://doi.org/1024-9435>
- Nishimura, R. Y., Barbieiri, P., de Castro, G. S. F., Jordão, A. A., da Silva Castro Perdoná, G., & Sartorelli, D. S. (2014). Dietary polyunsaturated fatty acid intake during late pregnancy affects fatty acid composition of mature breast milk. *Nutrition*, 30(6), 685–689. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.11.002>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Fundación Iberoamericana de Nutrición. (2012). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos*. España.
- Organizacion Mundial de la Salud (OMS), & Fondo de las Naciones Unidas para la

- Infancia (UNICEF). Guía de Implementación: Proteger, promover y apoyar la lactancia materna en instituciones que brindan servicios de maternidad y neonatología: la Iniciativa Hospital Amigo de los Niños y las Niñas 2018 revisada. (2018).
- Oribe, M., Lertxundi, A., Basterrechea, M., Begiristain, H., Marina, S., Villar, M., Ibarluzea, J. (2015). Prevalencia y factores asociados con la duración de la lactancia materna exclusiva durante los 6 primeros meses en la cohorte INMA de Guipúzcoa. *Gac Sanit*, 29(1), 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.08.002>
- Pérez Lizaur, A., Palacios González, B., Castro Becerra, A., & Flores Galicia, I. (2014). *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes* (4a ed.).
- Perrin, M. T., Pawlak, R., Dean, L. L., Christis, A., & Friend, L. (2018). A cross-sectional study of fatty acids and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in human milk from lactating women following vegan, vegetarian, and omnivore diets. *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1793-Z>
- Ratnayake, W. M. N., Swist, E., Zoka, R., Gagnon, C., Lillycrop, W., & Pantazopoulos, P. (2014). Mandatory trans fat labeling regulations and nationwide product reformulations to reduce trans fatty acid content in foods contributed to lowered concentrations of trans fat in Canadian women's breast milk samples collected in 2009-2011. *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(4), 1036–1040. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.078352>
- Rodríguez-Cruz, M., Tovar, A. R., Prado, M., & Torres, N. (2005). Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. *Revista de Investigación Clínica*, 57(3), 457–472.
- Samur, G., Topcu, A., & Turan, S. (2009). Trans Fatty Acids and Fatty Acid Composition of Mature Breast Milk in Turkish Women and Their Association with Maternal Diet's, 44, 405–413. <https://doi.org/10.1007/s11745-009-3293-7>
- Secretaría de Salud. Subdirección de Nutrición. (2011). Situación actual y perspectivas del consumo de grasas y aceites en México. *Acuerdo Nacional Para La Salud Alimentaria*.
- Secretaría de Salud. NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación. (2013).
- Silencio Barrita, J. L., Lara Flores, G., Pérez Gil Romo, F., Montañó Benavides, S., Ortiz Huidobro, R. I., Castro González, M. I., Irisson, R. (2012). Ácidos grasos en el calostro y en la leche madura de mujeres mexicanas. *Revista Mexicana de Pediatría*, 79(1), 5–11.
- Valenzuela, A. (2008). Ácidos grasos con isomeria trans I. Su origen y los efectos en la salud humana. *Rev Chil Nutr*, 35(3), 162–171.
- Vásquez-Garibay, E. M. (2016). Primer año de vida. Leche humana y sucedáneos de la leche humana. *Gaceta Médica de México*, 152(1), 13–21.
- Vega, S., Gutiérrez, R., Radilla, C., Radilla, M., Ramírez, A., Pérez, J. J., Fontecha, J. (2012). La importancia de los ácidos grasos en la leche materna y en las fórmulas lácteas. *Grasas y Aceites*, 63(2), 131–142.
- Vera-Romero, O. E., & Vera-romero, F. M. (2013). Evaluación del nivel socioeconómico: presentación de una escala adaptada en una población de

- Lambayeque. *Rev. Cuerpo Méd*, 6(1), 41–45.
- Villalpando, S., Ramírez, I., Bernal, D., & Cruz, V. (2007). *Grasas, dieta y salud. Tablas de composición de ácidos grasos de alimentos frecuentes en la dieta mexicana*.
- Wan, Z. X., Wang, X. L., Xu, L., Geng, Q., & Zhang, Y. (2010). Lipid content and fatty acids composition of mature human milk in rural North China. *British Journal of Nutrition*, 103(6), 913–916.
<https://doi.org/10.1017/S0007114509992455>

X. ANEXOS



10.1 Cuestionario de selección



--	--	--	--	--	--	--

Nombre de la madre: _____ Edad: _____

Semanas de gestación del último embarazo _____ No. De gestas en el último embarazo _____

Fecha de nacimiento del niño ____ Estado civil: 1) Casada 2) Soltera 3) Unión libre 4) Separada/Divorciada

Domicilio: _____ Teléfono: _____

Actualmente ¿qué alimentación le ofrece a su hijo?

a) Lactancia materna b) Fórmula c) Leche de vaca d) Dieta familiar e) Otros: _____

Durante el embarazo o actualmente le han diagnosticado alguno de los siguientes padecimientos:

Padecimiento	1)SI	2)No	Padecimiento	1)SI	2)No
Diabetes gestacional.			Enfermedades de transmisión sexual.		
Hipotiroidismo.			Varicela.		
Obesidad mórbida.			Estreptococo grupo B.		
Rubéola.			Enfermedades cardiaca o renal.		
Pre-eclampsia.			Depresión con medicación.		
Eclampsia.			Anemia.		
Hipertensión arterial.			Enfermedades infecciosas		
Toxoplasmosis.			Infección de vías urinarias		

		CANT	FREC.
Durante el embarazo o lactancia ha consumido alguna sustancia nociva (alcohol, cigarrillos, drogas)			
Durante los últimos siete días ha consumido alguno de los sig. Medicamentos:		SI	NO
Grupo A	Ciclofosfamida, Ciclosporina, Doxorubicina, Metotrexate.		
Grupo B	Fluoxetina, Clorpromazina, Haloperidol, Amiodarona, Cloranfenicol, Clofazimina, Lamotrigina, Metoclopramida, Metronidazol, Tinidazol.		
Grupo C	Acebutolol, Acido 5-Aminosalicilico, Atenolol, Bromocriptina, Aspirina (salicilatos), Clemastina, Ergotamina, Litio, Fenindiona, Fenobarbital, Primidona, Sulfasalazina (Salazopirina).		
Grupo D	Acetaminofen-Paracetamol, Acetazolamida, Aciclovir, Alopurinol, Amoxicilina, Cicloserina, Enalapril, Eritromicina, Ibuprofeno, Ketoconazol, Ketorolaco, Loratadina, Metoprolol, Naproxeno, Rifampicina, Estreptomina, Tetraciclina.		
¿Actualmente tiene algún problema de salud?			
Durante los últimos tres meses ha recibido algún tratamiento hormonal.			
En los últimos 3 meses ha tomado algún suplemento de aceite de pescado, omega 3, aceite de hígado de bacalao, suplementos de aceite.			
En los últimos 3 meses ha tomado algún tipo de suplemento comercial (Herbalife, omnilife etc).			
Desea participar en el estudio			

10.2 Carta de consentimiento informado.



Universidad Autónoma de Querétaro

*Facultad de Ciencias Naturales
Comité de Bioética*



Consentimiento informado para participar en un estudio de investigación titulado:

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN LECHE MATERNA DE MUJERES QUERETANAS

Investigador principal: Dra. Karina de la Torre Carbot

Sede donde se realizará el estudio: Fac. de Ciencias Naturales UAQ y Centros de Salud del Estado de Qro.

Nombre de la participante: _____

INTRODUCCIÓN

Se le invita a participar en este estudio de investigación. Antes de decidir si participa o no, debe conocer los objetivos del estudio y del procedimiento. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con la absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia con firma y fecha.

PROPÓSITO

En este estudio se evaluarán componentes muy importantes de leche materna que sirven para nutrir a su bebé. Su leche será utilizada para estudiar algunos ácidos grasos importantes (grasa de la leche). Todos estos aspectos tienen relación con la calidad de su leche y el grado de protección que le puede dar a su bebé. La leche sobrante que ya no pueda ser analizada, será desechada siguiendo protocolos de manejo de desechos de muestras biológicas en laboratorios, sin embargo, si es posible, su leche puede ser utilizada para estudiar algún otro componente nutritivo o bio-activo, con la finalidad de continuar estudiando la composición de la leche, sus beneficios y/o determinar qué alimentos tiene que comer la madre para mejorar su calidad.

Usted tendrá la opción y la libertad de participar en una o varias tomas de muestra de su leche, a lo largo de la lactancia y de acuerdo a su duración.

PROCEDIMIENTOS

Grupos de estudio. Se le realizará un cuestionario de criterios de inclusión para determinar si puede ser participante del estudio y se realizarán algunas encuestas generales. El procedimiento consiste en la aplicación de algunos cuestionarios y la toma de leche. Los cuestionarios y toma de muestras de leche se llevarán a cabo de lunes a viernes en un horario de 7 am a 2pm. En un espacio cómodo, privado, dentro de la clínica.

Aplicación de encuestas generales.

Una vez firmado el consentimiento informado se le realizarán los siguientes cuestionarios:

1. Historia clínica donde se obtendrán sus datos generales y se le preguntará sobre antecedentes heredo familiares, antecedentes personales patológicos y antecedentes ginecoobstetricos
2. Un cuestionario de estudio socioeconómico
3. Se le realizarán algunas preguntas sobre sus hábitos alimentarios, se le preguntará que es lo que regularmente come y lo que ha comido en días anteriores.
4. Se le realizarán preguntas sobre la manera en que alimenta, o ha alimentado a su bebé, y sobre el estado de salud de su bebe.

Toma de medidas antropométricas.

Se realizará la toma de medidas antropométricas: peso y talla, si usted lo permite, además de obtener otras medidas como circunferencias de: cintura, cadera, brazo y muñeca y pliegues cutáneos tricipital, bicipital y subescapular; determinación de composición corporal, posteriormente se le entregaran resultados.

Obtención de las muestras de leche.

Se le pedirá a usted que realice la extracción de calostro o leche según el tiempo en el que se encuentre:

Fluido	Tiempo post-parto	Cantidad
Calostro	0-5 días.	2 a 15 ml
Leche de transición	6-15 días	10 a 30 ml
Leche madura	>15 días a 24 meses	15 a 50 ml

Para la toma de la muestra de leche, como primera opción se le solicitará a usted misma que extraiga la leche de forma manual de acuerdo a los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud. En caso de que no pueda extraerse la leche en forma manual, podrá utilizar un extractor, que es un aparato con una copa que se coloca en el seno, imitará a la succión que hace su bebé. Si requiere de ayuda para usar el extractor, personal calificado podrá asesorarle cómo hacerlo. Si usted lo desea, también puede ayudarle a usar el aparato. Si lo desea, mientras se obtiene la muestra de leche, usted puede alimentar a su bebé con el otro seno.

Luego de recolectada la muestra será almacenada en hielera para llevarla al laboratorio al laboratorio de Nutrición Humana (FCN-UAQ) donde se almacenará a -80°C antes de sus análisis.

EVENTOS ADVERSOS Y MOLESTIAS

Anteriormente se han realizado otros estudios sobre la composición de leche materna sin que estos hayan presentado algún perjuicio a las madres participantes. Se le proporcionara asesoría en caso de que haya dudas durante la toma de la muestra con la finalidad de que aprenda y use la técnica correcta para la obtención de su leche. Si no usa la técnica correcta es probable que usted sienta alguna molestia leve, o que note inflamación o enrojecimiento pasajero de las mamas, sin embargo, esto no representa un riesgo a su salud, no obstante, en caso de ser necesario se le canalizará con su médico familiar.

La obtención de la muestra no vulnerará la producción de calostro o leche, ya que dicha producción es dependiente del estímulo de succión o el estímulo manual o mecánico que naturalmente ocasiona un aumento en la producción en las próximas horas sin embargo es posible que posterior a la donación de leche, en los próximos minutos su bebé tenga la necesidad de succionar más tiempo del acostumbrado para obtener la porción habitual de leche que consume.

BENEFICIOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Durante el momento de la extracción de calostro o leche habrá una persona calificada en el tema y promotora de lactancia materna, la cual ofrecerá asesoría y resolverá sus dudas.

Usted será invitada a participar en grupos de apoyo a la lactancia materna liderados por promotoras calificadas en el tema para asegurar el establecimiento y mantenimiento de la lactancia. En esos grupos de apoyo también se le otorgará información sobre buenas prácticas para llevar una alimentación correcta de usted y su bebé. Se le entregarán resultados de la evaluación antropométrica que se le haya realizado (peso y talla) y se le dará orientación sobre la evolución de su peso.

CONFIDENCIALIDAD

La información obtenida en este estudio, utilizada para su identificación, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores. Los datos se utilizarán exclusivamente con fines estadísticos generales sin dar a conocer los nombres de las madres.

INFORMACIÓN DE CONTACTO

En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable al teléfono: 192 12 00 ext. 5308 ó 5307 con la Dra. Karina de la Torre Carbot.

Usted también tiene acceso al Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales al teléfono: 192 12 00 ext. 5316 con la Dra. Andrea Olvera en caso de que tenga dudas sobre sus derechos como participante.

EL CONSENTIMIENTO A PARTICIPAR

Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informada y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Estoy de acuerdo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Nombre y firma del participante

Fecha

Testigo 1

Fecha

Testigo 2

Fecha

He explicado a la Sra. _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

10.3 Historia Clínico-Nutricional

Iniciales				Folio		

DATOS PERSONALES

NOMBRE:		FECHA:	
DOMICILIO:		F. N:	
ESTADO CIVIL		EDAD:	
OCUPACION:		Fecha de parto:	
DÓNDE TUVO A SU BEBÉ			
TIPO DE ALIMENTACIÓN		Celular:	

ANTECEDENTES HEREDOFAMILIARES

PATOLOGIA	ABUELOS PATERNOS	ABUELOS MATERNOS	TIOS PATERNOS	TIOS MATERNOS	HERMANOS	PADRE	MADRE
OBESIDAD							
DIABETES							
HIPERTENSION							
DISLIPIDEMIAS							
CANCER							
ALERGIAS							
OTROS							

ANTEC. PERSONALES PATOLOGICOS

PATOLOGIA	PRESENTE
DIABETES	
HIPERTENSION ARTERIAL	
CÁNCER	
HIPERTENSION ARTERIAL	
DISLIPIDEMIAS	
TIPO:	
ENFERMEDADES DE TIROIDES	
ALERGIAS:	
CIRUGIAS:	

ANTECEDENTES GINECO-OBSTÉTRICOS

FECHA ULTIMA MENST:				
Recién Nacido:		Pretermino__ Término__ Posttermino__		
Edad primer embarazo				
NO. EMBARAZOS:				
NO. PARTOS:				
NO. CESAREAS:				
NO. ABORTOS:				
F. parto EMB anterior:				
No. Hijo	Edad	Tipo de parto	Peso	Talla

--	--	--	--	--

ANTEC. PERSONALES NO PATOLOGICOS

	SI/NO CANTIDAD
Tabaquismo	
Alcoholismo	
Drogas	
Consumo de agua/día:	
No. De comidas al día:	
Consumo de refresco:	
ACTIVIDAD	
AD	MIN/DIA:
FISICA:	DIA/SEM:
Consumo de Café:	

Lugar de consumo de Alim	
Alergia/Intolerancia alim	
¿Quién prepara los alim?	
¿Ha llevado alguna dieta especial?	
¿Quién la recomendó?	
Complementos	
Suplementos	
Medicamentos	

ANTROPOMETRIA

Peso Actual (kg)	Peso pregestacional (kg)	Ganancia de peso embarazo	Talla (cm)	Circ. Brazo (cm)	PCT (mm)	PCB (mm)	PC. Subescapular (mm)	IMC Actual (kg/m ²)	IMC PreGest (kg/m ²)

Datos

% grasa corporal	Grasa (kg)	%Músculo	Músculo (kg)	Grasa Visceral	Edad metabólica	Req. Energético	IMC	

Datos Bioquímicos

Parámetro	Valor	Referencia

DIAGNÓSTICO

DX NUTRICIO:	
Próxima Cita:	

10.4 Estudio socioeconómico.



--	--	--	--	--	--	--

Iniciales

Folio

Fecha:

No. De personas que viven en la casa: _____

CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

Tipo de Vivienda:

1. Propia () 2. Rentada () 3. Prestada () 4. Compartida () 5. Otro: _____

Construcción:

1. Ladrillo/block () 2. Madera () 3. Adobe () 4. Lámina de cartón ()

Techo:

1. Concreto () 2. Palma () 3. Teja () 4. Lámina () 5. Otro: _____

Piso

1. Madera () 2. Mosaico () 3. Cemento () 4. Tierra () 5. Otro: _____

Eliminación de Excretas

1. Drenaje () 2. Letrina () 3. Fosa séptica () 4. Aire libre () 5. Otro: _____

Número de habitaciones

1. Cuatro o más () 2. Tres () 3. Dos () 4. Una ()

Servicios:

1. Agua Potable () 2. Luz eléctrica () 3. Teléfono () 4. Otro: _____

Mobiliario

- | | | | | |
|------------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|
| Refrigerador () | Lavadora () | Televisor () | Radio/estéreo () | Licudora () |
| Plancha () | Estufa () | Cama () | Mesa () | Sillas () |

10.5 Recordatorio de 24 horas.



Iniciales			Folio		



Fecha: ___ / ___ / ___

Hora	Tiempo de comida	Lugar	Platillos	Preparación, ingredientes, cantidades	Equivalentes
	Desayuno				
	Colación				
	Comida				
	Colación				
	Cena				
	Otros				