

# Review of the content of trans fatty acids found in different foods

Gloria Tula Bravo Araujo, Mg<sup>1</sup>, Genaro Christian Pesantes Arriola, Dr.<sup>2</sup>, Carlos Enrique Chinchay Barragán, Mg.<sup>3</sup>, Rubén Dario Mendoza Arenas, Dr.<sup>4</sup>, Jacqueline Roxana Reaño Rivera, Mg<sup>5</sup>, Víctor Alexis Higinio Rubio, Mg.<sup>6</sup>, Blondie Solange Artieda Carassa, Mg.<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>Universidad Nacional del Callao, Perú, [gbravo@unac.edu.pe](mailto:gbravo@unac.edu.pe), [gcpesantesa@unac.edu.pe](mailto:gcpesantesa@unac.edu.pe), [cechinchayb@unac.edu.pe](mailto:cechinchayb@unac.edu.pe), [rdmendozaa@unac.edu.pe](mailto:rdmendozaa@unac.edu.pe), [jrreanor@unac.edu.pe](mailto:jrreanor@unac.edu.pe), [vahiginior@unac.edu.pe](mailto:vahiginior@unac.edu.pe), [bsmartiedac@unac.edu.pe](mailto:bsmartiedac@unac.edu.pe)

**Abstract**– *Through this research, a search, review and systematization of scientific information regarding foods that contain trans fatty acids (TFA) was carried out from 2006 to 2018, showing that the greatest presence of TFA is found in industrialized products. difference from products of natural origin. The food groups in which the highest TFA contents are found are: meat products presented the highest percentages (0% to 41.37%), followed by oils and fats (0% to 32.59%), in third place, There are the pastry and pastry industry (0% to 31.2%), Cereals (0% to 21.98%), sauces (0% to 21.08%) and finally bakery (0% to 15.5); confirming that the vast majority of foods that provide trans fats are industrialized.*

**Keywords**-- *Trans fatty acids, biohydrogenation, oils, margarines, processed foods.*

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades no transmisibles (ENT) matan a 41 millones de personas cada año, lo que equivale a 71% de las muertes que se producen en el mundo, cada año mueren por ENT 15 millones de personas de entre 30 y 69 años de edad más del 85% de estas muertes “prematuras” ocurren en países de ingresos bajos y medianos. Las enfermedades cardiovasculares constituyen la mayoría de las muertes por ENT (17.9 millones cada año), seguidas del cáncer (9.0 millones), las enfermedades respiratorias (3.9 millones) y la diabetes (1.6 millones). Estos cuatro grupos de enfermedades son responsables de más del 80% de todas las muertes prematuras por ENT [1].

Entre los mayores factores contribuyentes a este problema se encuentran los malos hábitos alimentarios unidos a la poca o falta de actividad física. Hoy en día, los AGT están tomando mucha más importancia dado que se ha encontrado suficiente evidencia científica sobre su implicancia negativa en la salud, correlacionándola con enfermedades cardiovasculares [2, 3, 4], coronarias [2, 5], arteriosclerosis [2, 6]. Otros investigadores lo asocian con obesidad, cáncer de mama y próstata, infertilidad por cáncer [7], resistencia a la insulina, infertilidad en las mujeres, desarrollo fetal comprometido y deterioro cognitivo [8]. La OMS estima que cada año la ingesta de AGT causa más de 500 000 muertes por enfermedades cardiovasculares, en vista de los efectos adversos que originan

en la salud, desde hace años se están desarrollando varias medidas regulatorias que han adoptado varios países [9].

Los AGT están presentes en una gran variedad de alimentos que se consumen en diferentes países y se encuentran en cantidades significativas que se torna una preocupación creciente. El riesgo asociado al consumo de AGT depende de los alimentos que se incluyen en la dieta, de su contenido en este tipo de ácido graso y de la cantidad de los mismos consumida por el individuo o población [10].

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente trabajo de investigación es presentar evidencia disponible a la fecha, respecto a los alimentos que contienen AGT.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

Para responder al objetivo de nuestro trabajo de investigación se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura publicada en las bases de datos entre los meses de setiembre del 2019 a marzo del 2020. Las bases de datos consultadas para la revisión sistemática fueron Science Direct y Google Scholar. Se usaron las siguientes palabras claves: perfil de ácidos grasos trans en alimentos, determinación, cuantificación, composición, evaluación del contenido de ácidos grasos trans en alimentos, trans fatty acids in bakery product, trans fatty acid in meat product, trans fatty acid in margarine and butter. En esta revisión descriptiva se recopiló datos a partir de revistas científicas y tesis de algunos repositorios, se usaron combinación de operadores booleanos como comillas y and. La búsqueda generó 43 artículos, los cuales después de una revisión fueron seleccionados 25 artículos, teniendo como criterio de selección el cumplimiento del objetivo de la investigación, consideramos artículos que tenía una antigüedad no mayor de 15 años, artículos donde presentaban los resultados en las mismas unidades porcentaje o gramos de AGT/100 g de producto, artículos experimentales donde sus resultados fueron obtenidos por cromatografía de gases. Respecto a la búsqueda de Science Direct se trabajó una búsqueda avanzada sólo en Review articles y Research articles.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

*Ácidos grasos trans (AGT):* son ácidos grasos no saturados con al menos un doble enlace en configuración *trans*, que se caracteriza porque los dos átomos de hidrógeno de los carbonos adyacentes al doble enlace se encuentran en direcciones opuestas, a diferencia de lo que ocurre en los ácidos grasos *cis* que forman parte de las células humanas. Son por tanto isómeros geométricos, cuya estructura molecular resulta más rígida y le confiere diferentes propiedades físicas, fundamentalmente un punto de fusión más elevado y una mayor estabilidad termodinámica [11], además de la adquisición de las propiedades táctiles, funcionales y sensoriales de los productos [12].

*Procedencia y obtención de los AGT:* Se encuentran de manera natural en pequeñas cantidades (1% al 5% de la ingesta de isomería *trans*) en la carne y leche procedentes de los rumiantes, pero también puede producirse por procesos industriales (94% - 95% de la ingesta de isomería *trans*), a partir de la hidrogenación de aceites vegetales [13]. Adicionalmente, el calentamiento de las grasas en los procesos de fritura y refinado de aceite a altas temperaturas generan también AGT [10]. En la figura 1 se observa un diagrama de flujo simplificado de la procedencia y obtención de los ácidos grasos *trans*.

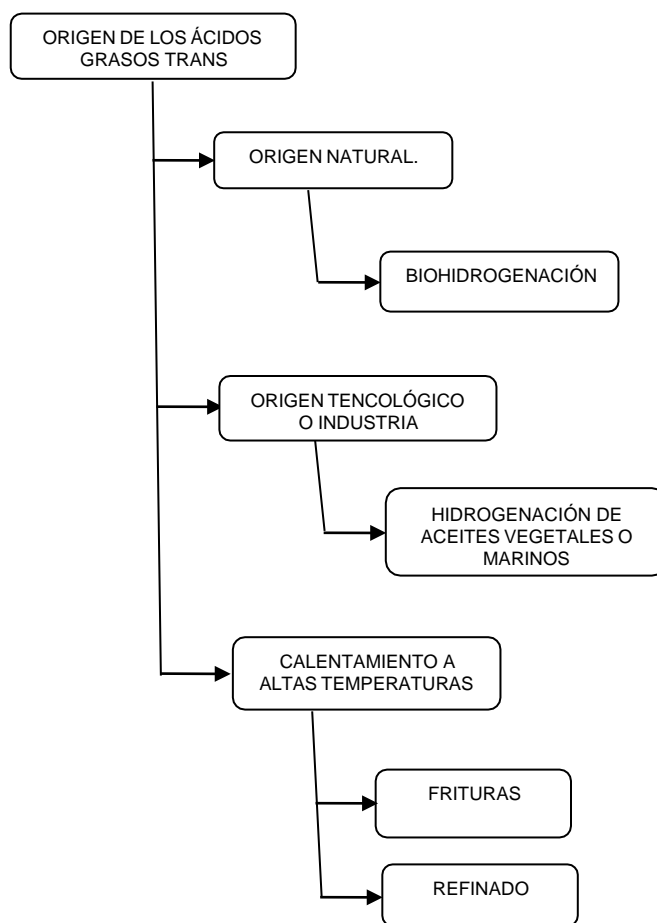
**Origen Natural:** En el rumen de los animales poligástricos tales como vaca, cabra, oveja, los microorganismos modifican rápida y ampliamente a los lípidos de la dieta, producen su hidrólisis gracias a la acción de las lipasas microbianas principalmente [14, 15] en glicerol y ácidos grasos. El glicerol por fermentación microbiana, da lugar principalmente a la formación de ácido propiónico [16] y los ácidos grasos siguen el camino de la Biohidrogenación, este proceso es el resultado de la adición de hidrogeniones a los ácidos grasos con dobles enlaces (reemplazo de los dobles enlaces por átomos de hidrógeno) [17] y son obtenidos por acción de bacterias isomerasas gástricas que se encuentran en el rumen quienes son las responsables de cambiar los dobles enlaces *cis* de las grasas insaturadas a la posición *trans* [18]. Los isómeros *trans* posteriormente formarán parte de los lípidos del animal y se encontrarán en la carne, grasa y leche (Fig. 2: Proceso de biohidrogenación) [19].

**Origen Tecnológico:** Otra manera de obtener AGT es por medio de la Hidrogenación industrial de aceites vegetales y marinos con la finalidad de obtener productos sólidos o semisólidos más estables y de fácil manejo como sustitutos de manteca o sebos animales [13] y mejorar sus características organolépticas [20]. En el caso de los aceites, las reacciones de hidrogenación consisten en saturar los dobles enlaces de los ácidos grasos en presencia de un metal que cataliza la reacción bajo ciertas condiciones de presión y temperatura, el rango de temperatura para la hidrogenación de aceites vegetales es de 127°C - 190°C y de presión 0.5 bar – 5 bar [21]. El objetivo

general del catalizador es proporcionar un mecanismo tal que permita romper o debilitar los enlaces para formar otros [22].

Figura 1:

*Procedencia y obtención de los ácidos grasos trans.*



En la figura 3, se muestra un diagrama de flujo simplificado del proceso convencional de hidrogenación. El aceite fresco se bombea al reactor, donde se llevará a cabo la reacción (hidrógeno, aceite y catalizador). Mientras la mezcla alcanza la temperatura adecuada se evacúa la parte superior del reactor removiendo cualquier gas que pueda interferir con la reacción. Evacuado el reactor y bajo agitación, se introduce el catalizador, después de algún tiempo de agitación y cuando se alcanza la temperatura adecuada se inyecta el hidrógeno gaseoso y se inicia la reacción. Las tres fases deben estar en íntimo contacto y únicamente el hidrógeno disuelto estará disponible para la reacción. La hidrogenación es un proceso que se puede controlar fácilmente y dependiendo de las condiciones de operación, se puede detener en el momento que se desee para obtener productos parcialmente hidrogenados. Finalizado el proceso reactivo, se enfría el aceite y se procede a filtrarlo para retirar el catalizador que comúnmente es níquel y que puede usarse de nuevo.

Figura 2:

Proceso de biohidrogenación [24]

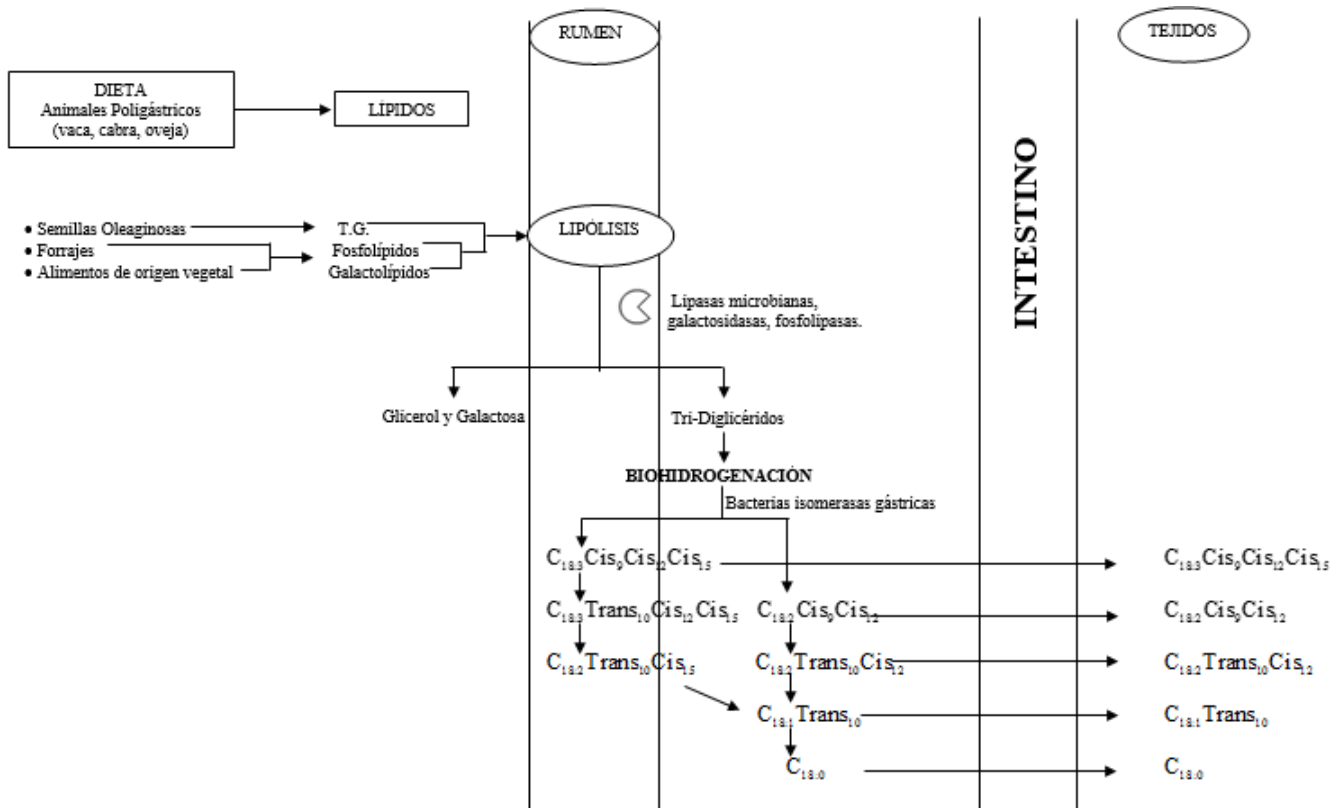
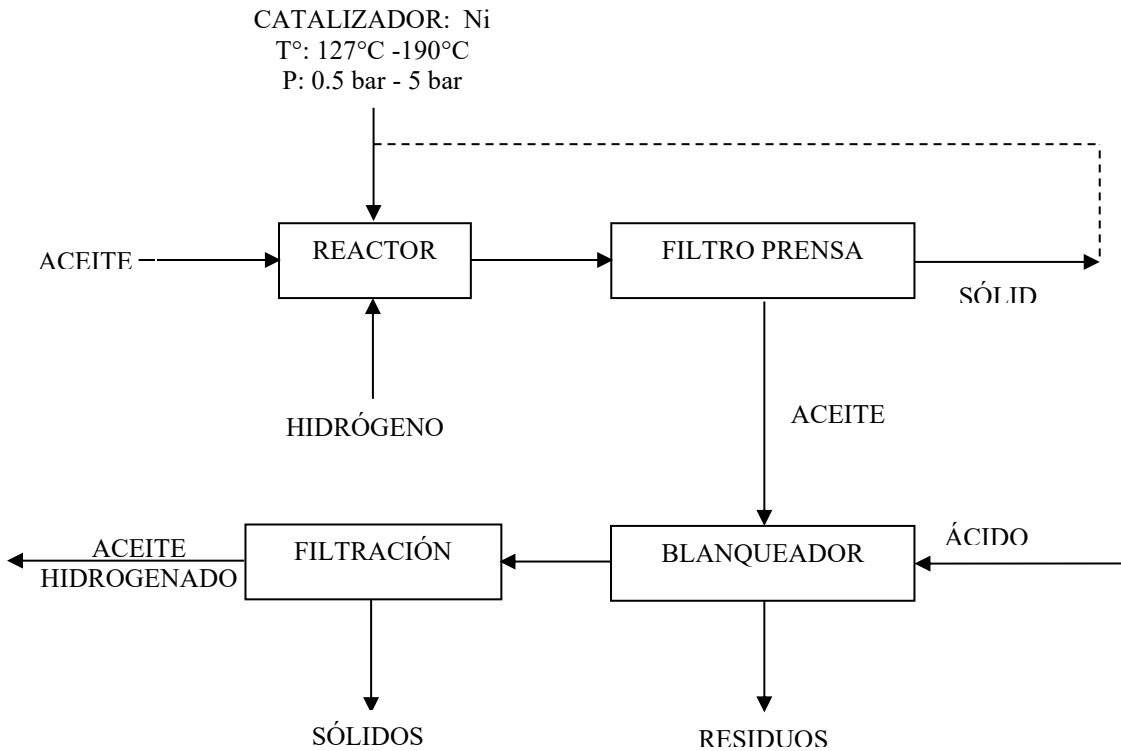


Figura 3:

Hidrogenación Industrial [23]



Finalizada la filtración el aceite aún contendrá catalizador residual, éste deberá retirarse en un proceso de blanqueamiento donde se eliminan todas las trazas de metal, hasta lograr un contenido igual o inferior a 0,1 mg Ni/kg aceite. Finalmente, los complejos que ha formado el níquel con las sustancias usadas para retenerlo se separan del producto final en un nuevo proceso de filtración [23].

Existe una marcada diferencia entre las fuentes de AGT, mientras que las de origen natural se encuentran entre 0.16% a 0.7% aproximadamente, los de origen tecnológico van desde 0% hasta 41.37% como se observa en la tabla 1 y 2, destacándose los productos cárnicos como la morcilla de sangre (43.37%), tocíneta ahumada (38.32%), pate de carne de res y cerdo (36.81%), jamones (25.51%); salsas-mayonesa (21.08%), en el rubro de pastelería y bollería el máximo porcentaje lo obtuvieron las galletas en presentaciones de crema llegando hasta 31.2%, galletas de agua light (29.05%), galletas de salvado (13.66%), galletas sin sal (9.75%), galletas rellenas de chocolate (6.5%); en panadería y cereales, el pan industrial blanco (15.5%); barra de cereal (21.98%); en el rubro de aceites y grasas destaca la margarina (32.59%) y la manteca (11.2%) y para snacks los palitos de maíz con 10.59%.

Tabla 1:

Contenido de AGT en alimentos de fuente natural.

Producto	Tipo de producto	AGT (% en g/100 g alimento)	Lugar de estudio
Leche y carnes	Leche y yogurt	0.16 ± 0.21	China [25]
	Aves de Corral	0.16 ± 0.29	China [25]
	Productos de cerdo	0.04 ± 0.01	China [25]
	Carne de cordero y vaca	0.3 ± 0.43	China [25]

Tabla 2:

Contenido de AGT en alimentos de fuente industrial.

Producto	Tipo de producto	AGT (% en g/100 g alimento)	Lugar de estudio
Galletas	Galleta salada	0.8 ± 0.8	Ecuador [26]
	Galleta salada integral	0.2 ± 0.1	Ecuador [26]
	Galleta salada tipo soda	01.65 ± 0.55	Ecuador [26]
	Galleta dulce	0.6 ± 0.6	Ecuador [26]
	Galleta con relleno	0.12 ± 0.05	Portugal [27]

Producto	Tipo de producto	AGT (% en g/100 g alimento)	Lugar de estudio
Panadería y cereales	Galleta dulce rellena de vainilla	1.8 ± 0.8	Ecuador [26]
	Galleta rellena de chocolate	6.5	Argentina [28]
	Galleta de crema	31.2 ± 2.64	Brasil [29]
	Galleta de agua	4.46	Ecuador [26]
	Galleta de agua lighth	29.05	Ecuador [26]
	Galleta sin sal	9.75	Ecuador [26]
	Galleta de salvado	13.66	Ecuador [26]
	Galleta de salvado lighth	9.33	Ecuador [26]
	Galleta de cereales	3.56	Ecuador [26]
	Galleta tipo wafer	4.6 ± 3.2	Líbano [30]
	Galleta con mantequilla	0.34 ± 0.18	Portugal [27]
	Pan industrial blanco	15.5	Argentina [28]
Pan industrial con salvado	6.35	Argentina [28]	
Barra de cereal	21.98	Argentina [28]	
Lácteos y derivados	Queso	6.95	China [31]
	Queso untable	0.529 ± 0.007	España [32]
	Yogurt	0.564 ± 0.009	España [32]
	Helados	2.67	China [25]
Carnes y derivados	Carne Procesada	0.053 ± 0.002	España [32]
	Chorizo	0.3	España [33]
	Tocíneta ahumada	38.32	Ecuador [34]
	Morcilla de sangre	41.37	Ecuador [34]
	Paté de res y de cerdo	36.81	Ecuador [34]
	Jamones	25.51	Ecuador [34]
	Salchicha	2.05	Ecuador [34]
Mortadela	1.76	Ecuador [34]	

Producto	Tipo de producto	de	AGT (% en g/100 g alimento)	Lugar de estudio
Chocolates	Crema de cacao		0.2	España [33]
	Chocolate		1.44	China [25]
	Chocolate snacks		0.32	Portugal [35]
	Chocolate para untar		0.18	Portugal [35]
	Chocolate caramelo y		0.89 ± 2.68	China [25]
	Cocoa		0.068 ± 0.030	España [32]
	Chocolate bombón		0.77 – 0.53	Venezuela [36]
	Chocolate barra leche		0.45 – 0.15	Venezuela [36]
	Chocolate barra taza		0.2 ± 0.1	Venezuela [36]
	Chocolate barra rellena		0.41 ± 0.08	Venezuela [36]
Snacks	Chifles		0	Ecuador [26]
	Palitos fritos		0.48 ± 0.17	China [25]
	Palitos de maíz		10.59	Argentina [28]
	Palitos de queso		3.69	Argentina [28]
	Papas fritas		0.25 ± 0.07	Austria [37]
	Bocadillos chinos		0.83	China [31]
Grasas y aceites	Mantequilla		1.069 ± 0.047	España [32]
	Margarina normal		32.59	Argentina [28]
	Margarina doméstica		1.26 ± 0.20	Austria [37]
	Margarina industrial		7.03 ± 0.81	Eslovenia [38]
	Manteca		11.2	China [39]
	Aceite de girasol		1.41 ± 0.1	Colombia [40]
	Aceite de oliva		1.5 ± 0.3	Colombia [40]
	Aceite de soja		0.9 ± 0.2	Colombia [40]
Aceite de palma		2.5 ± 0.4	Colombia [40]	
Aceite de colza		1.3 ± 0.23	China [39]	
Nueces y semillas oleaginosas		0.01	Portugal [41]	

Producto	Tipo de producto	de	AGT (% en g/100 g alimento)	Lugar de estudio
Comida rápida	Pizza		0.17 ± 0.08	Austria [37]
	Sopa instantánea		2.20 ± 0.20	Austria [37]
	Hamburguesa		2.29 ± 0.02	Austria [37]
	Papas fritas		2.15	China [31]
Salsa	Mayonesa		21.08	China [31]

#### IV. DISCUSIÓN

La OMS recomienda limitar el consumo de AGT al 1% respecto a las calorías totales, lo que resulta en 2.2g por día. Los AGT provenientes de fuentes naturales se encuentran en muy pequeñas cantidades por lo que su aporte en la dieta no genera mayores inconvenientes; mientras que los de origen industrializados sobrepasan de lejos el valor límite.

Diversos estudios se enfocan en estudiar el contenido de AGT obtenidos por proceso industrial, señalándolo como peligrosos para la salud en comparación con los obtenidos de origen natural. La peligrosidad provendría por ¿la cantidad de ácidos grasos que contiene un alimento?, ¿el tipo de fuente? o ¿quizás ambos orígenes?. Se resalta que tienen distintas formas de comportarse en el organismo humano, muchos señalan que la cuestión de los AGT de origen natural es relevante por cuanto se ha postulado que estos AGT no están asociados a las enfermedades cardiovasculares como los AGT de origen industrial e incluso muchos estudios dejan entrever la posibilidad de que pudieran resultar beneficiosos para la salud [42, 43, 44 Y 45], todos estos resultados prometedores han sido observados en animales, ensayos en humanos no han sido concluyentes [46] habría que profundizar más el estudio, ver la posibilidad de realizar estudios que permitan comprobar o no los beneficios que muchos autores señalan referente al ácido linoleico conjugado (CLA).

Otro de los puntos que llama mucho la atención es respect al contenido de AGT en gran parte de los embutidos de Ecuador, si partimos del punto de vista que la materia prima empleada en la mayoría de los embutidos es el cerdo, y dicho animal no es ruminante, el contenido de AGT que presentaría debería ser muy bajo, aún más bajo del que se observa en los rumiantes ¿Por qué esa diferencia en cuanto a su contenido?, ¿Será que el procesamiento influyó en dicho aumento? La cantidad de AGT en la carne de animales no rumiantes es generalmente baja y depende de la presencia de dichos ácidos grasos en los alimentos que ingiere el animal, aunque otros autores afirman que, en el intestino de los cerdos, por el proceso microbiano se originan algunos ácidos grasos trans

que contribuyen a la presencia de estos ácidos grasos en dichos animales [47]. Al respecto, en este punto sería pertinente realizar estudios que permitan dar respuesta a dichas interrogantes y, además, realizar ensayos más precisos para determinar si los AGT contenidos en los embutidos son de origen natural.

Por otro lado, se ha observado mucha variabilidad de los resultados que puede deberse al tipo de alimento, el procesamiento al que es sometido el alimento. Hoy en día existe preocupación en muchos países en vista de las evidencias científicas respecto a su peligrosidad y están en búsqueda de alternativas de sustitución tanto parcial como total. La tendencia a la reducción del contenido de AGT en alimentos se ha visto potenciada por las acciones normativas establecidas por varios países, caso de España donde se hizo un estudio entre los años 2010- 2015 y se comprobó que el contenido disminuyó.

En el Perú, no se han reportado estudios del contenido de AGT en los alimentos más consumidos, no contamos con una línea base para ubicarnos en donde estamos, creemos importante realizar estudios al respecto y hacer seguimiento que nos permita contar con evidencia veraz de cuanto estamos consumiendo y cuanto estamos avanzando en la búsqueda de su eliminación.

## V. CONCLUSIONES

En definitiva, los AGT aparecen en cantidades variables en la mayoría de alimentos de consumo habitual. Los niveles más altos corresponden a aquellos alimentos sometidos a un proceso industrial de hidrogenación y los niveles más bajos a los alimentos no procesados. La variabilidad observada puede deberse o estar en función a factores relacionados con el propio alimento, con el tipo de procesamiento e incluso a las medidas que están tomando los países por buscar alternativas a su reemplazo ya sea parcial y porque no, total a dicha grasa.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Organización Mundial de la Salud [Internet]. Lima: OMS; 2018 [Citado el 18 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.

[2] Islam MdA, Amin MN, Siddiqui SA, Hossain MdP, SultanaF, Kabir MdR. Trans fatty acids and lipid profile: A serious risk factor to cardiovascular disease, cancer and diabetes. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2019;13(2):1643-7. doi:10.1016/j.dsx.2019.03.033.

[3] Giacopini de Z María Isabel. Efecto de los ácidos grasos trans sobre las lipoproteínas del plasma. *AVFT [Internet]*. 2008 [citado el 28 de diciembre del 2019];

27(1): 19-21. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S079802642008000100005&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079802642008000100005&lng=es).

[4] Mensink R, Katan M. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *N. Engl J Med [Internet]*. 1990 [citado el 11 de noviembre del 2019]; 323:439-445. Disponible en: [https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199008163230703#article\\_citing\\_articles](https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM199008163230703#article_citing_articles)

[5] Oomen CM, Oché MC, Freskens EJ, Van Erp-Baart MA, Kok FJ, Kromhout D. Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study. *Lancet [Internet]*. 2001 [citado el 11 de noviembre del 2019]; 357:746-751. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11253967>

[6] Chen CL, Tetri LH, Neuschwander-Tetri BA, Huang SS, Huang JS. A mechanism by which trans fats cause atherosclerosis. *J Nutr Biochem. [Internet]*. 2011 [citado el 28 de diciembre del 2015]; 22 (7) :649-55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21036587/>

[7] Ali Abd El-Aal Y, Mohamed Abdel-Fattah D, El-Dawy Ahmed K. Some biochemical studies on trans fatty acid-containing diet. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2019;13(3):1753-7. doi: 10.1016/j.dsx.2019.03.029.

[8] Bhardwaj, Swati, Santosh Jain Passi, y Anoop Misra. Overview of Trans Fatty Acids: Biochemistry and Health Effects. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2011; 5(3):161-64. doi.org/10.1016/j.dsx.2012.03.002

[9] NCD Alliance. Sin grasas trans para 2023 casos de estudio sobre eliminación de grasas trans [Internet]. Ginebra: ENT(NCDA); 2019 [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en: [https://ncdalliance.org/sites/default/files/resource\\_files/NCDA%20Trans%20Fat%20Report\\_ES\\_WEB.pdf](https://ncdalliance.org/sites/default/files/resource_files/NCDA%20Trans%20Fat%20Report_ES_WEB.pdf)

[10] Riobó P, Breton I. Ingesta de grasas trans; situación en España. *Nutrición Hospitalaria [Internet]*. 2014 [citado el 20 de diciembre del 2019]; 29 (4) :704-711. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112014000400002](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000400002)

[11] Leal A, Ácidos grasos trans, ceps y lops: evidencia actual de su influencia sobre la salud infantil. *Acta Pediatr Esp [Internet]*. 2005 [citado el 28 de diciembre del 2019]; 63:22-26. Disponible en: [https://www.academia.edu/21893306/ACIDOS\\_GRASOS\\_TRANS\\_Y\\_NUTRICION\\_INFANTIL](https://www.academia.edu/21893306/ACIDOS_GRASOS_TRANS_Y_NUTRICION_INFANTIL)

[12] Chen ChL, Tetri LH, Neuschwander-Tetri BA, Huang SS, Huang JS. A mechanism by which dietary Trans fats cause atherosclerosis. *The Journal of Nutritional*

- Biochemistry. 2011; 22 (7) :649-655. doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.05.004
- [13] Valenzuela BA. Ácidos grasos con isomería trans I, su origen y los efectos en la salud humana. Rev. chil. Nutr [Internet]. 2008 [citado el 20 de diciembre del 2019]; 35(3):162-171. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182008000300001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001)
- [14] Ferlay A, Bernard L, Meynadier A, Malpuech-Brugère C. Production of Trans and Conjugated Fatty Acids in Dairy Ruminants and Their Putative Effects on Human Health: A Review. Biochimie. [Internet]. 2017 [citado el 10 de diciembre del 2019]; 141: 107-20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28804001>
- [15] Buccioni A, Decandia M, Minieri S, Molle G, Cabiddu A. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. Animal Feed Science and Technology. [Internet]. 2012; 174(1-2): 1–25. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2012.02.009
- [16] Liery EV, Regueiro M. Digestión en retículo-Rumen [Internet]. Montevideo: Facultad de Agronomía-Universidad de la República 2008 [citado el 5 de diciembre del 2019]. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf>
- [17] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Nutrición animal aplicada [Internet]. Buenos Aires: Área de Investigación en Producción Animal, INTA, EEA Balcarce; 2014 [citado el 5 de setiembre del 2019]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-inta\\_curso\\_nutricin\\_animal\\_aplicada\\_2014.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf)
- [18] Ballesteros-Vásquez MN, Valenzuela-Calvillo LS, Artalejo-Ochoa E, Robles-Sardín AE. Ácidos grasos trans: un análisis del efecto de su consumo en la salud humana, regulación y contenido en alimentos y alternativas para disminuirlos. Nutr. Hosp [Internet]. 2012 [citado el 2 de noviembre del 2019]; 27 (1) :54-64. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/07\\_revison\\_06.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/07_revison_06.pdf)
- [19] Clutterbuck JP, García Minuzzi M, Bonadeo M. Los ácidos grasos trans en la alimentación del lactante y del niño. Revista Pediátrica Elizalde [Internet]. 2011 [citado el 11 de noviembre del 2019]; 2 (1-2) :25-30. Disponible en: [https://apelizalde.org/revistas/2011-1-2-ARTICULOS/RE\\_2011\\_1-2\\_AO\\_4.pdf](https://apelizalde.org/revistas/2011-1-2-ARTICULOS/RE_2011_1-2_AO_4.pdf)
- [20] Manzur F, Alvear C, Alayón A. Consumption of trans acids and cardiovascular risk. Revista Colombiana de Cardiología [Internet]. 2009 [citado el 20 de diciembre del 2019]; 16 (3) :103-111. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v16n3/v16n3a3.pdf>
- [21] Ajzenberg N. Introducción a la hidrogenación de aceites y su implementación en un proceso supercrítico: caso del aceite de girasol. Grasas y Aceites [Internet]. 2002 [citado el 17 de diciembre del 2019]; 53 (2) :229-238. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/26523810\\_Introduccion\\_a\\_la\\_hidrogenacion\\_de\\_aceite\\_y\\_su\\_implementacion\\_en\\_un\\_proceso\\_supercritico\\_Caso\\_del\\_aceite\\_de\\_girasol/link/0ff8de230cf25dfd52e912/download](https://www.researchgate.net/publication/26523810_Introduccion_a_la_hidrogenacion_de_aceite_y_su_implementacion_en_un_proceso_supercritico_Caso_del_aceite_de_girasol/link/0ff8de230cf25dfd52e912/download)
- [22] Paredes LA. Estudio de catalizadores del sistema Ni-Cu soportado en arcilla y alumina en la reacción de hidrogenación del aceite girasol [Tesis de grado]. Lima: Facultad de Ingeniería Química, UNMSM; 2003. Disponible en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/ingenieria/Paredes\\_M\\_L/texto\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/ingenieria/Paredes_M_L/texto_completo.pdf)
- [23] Sanchez J. Estudio de la utilización de catalizadores y reactores estructurados en la hidrogenación de aceites [Tesis doctoral]. Argentina: Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur; 2011. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2210>
- [24] Castillo J, Olivera M, Carrulla J. Description of the biochemistry mechanism of polyunsaturated fatty acid ruminal biohydrogenation: a review. Rev. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica [Internet]. 2013 [citado el 10 de diciembre del 2019]; 16 (2) :459-468. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n2/v16n2a21.pdf>
- [25] Liu AD, LI JW, Liu ZP, Zhou PP, Mao WF, Ning LI, et al. Trans fatty acid levels in foods and intakes among population aged 3 years and above in Beijing and Guangzhou Cities, China. Biomedical and environmental sciences, [Internet]. 2015 [citado el 11 de diciembre del 2019]; 28(7), 477-485. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26248731>
- [26] Guzmán A. Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo [Tesis de grado]. Quito: Facultad de Enfermería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2011. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3721/T-PUCE-3366.pdf?sequence=1>
- [27] Santos LAT., Cruz R, Casal S. Trans fatty acids in commercial cookies and biscuits: An update of Portuguese market. Food control, 2015; 47, 141-146. doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.046
- [28] Peterson G, Aguilar D, Espeche M, Mesa M, Jáuregui P, Díaz H, et al. Ácidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina. Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría, [Internet]. 2006 [citado el 5 de agosto del 2019]; 45(1), 38-45. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182006000100001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182006000100001)

- [id=S0370-41062006000100015](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.022)
- [29] Martin CIA, Carapelli R, Visantainer JV, Matsushita M, De Souza NE. Trans fatty acid content of Brazilian biscuits. *Food chemistry*, 2005; 93(3), 445-448. doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.022
- [30] Saadeh C, Toufeili I, Habbal MZ, Nasreddine L. Fatty acid composition including trans-fatty acids in selected cereal-based baked snacks from Lebanon. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2015; 41, 81-85. doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.014
- [31] Fu H, Yang L, Yuan H, Rao P, Lo Y. M. Assessment of Trans Fatty Acids Content in Popular Western-Style Products in China. *Journal of Food Science*, 2008; 73(8), S383-S391. doi:10.1111/j.1750-3841.2008.00907.x
- [32] Pérez-Farinós N, Dal Re Saavedra MA, Villalba C, Robledo de Dios T. Trans-fatty acid content of food products in Spain in 2015. *Gaceta sanitaria*, [Internet]. 2016 [citado el 6 de agosto del 2019]; 30(5), 379-382. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27266514>
- [33] Moreno Alcalde S, Ruiz-Roso B, Pérez-Olleros L, Belmonte Cortés, S. Contenido de ácidos grasos trans en alimentos comercializados en la Comunidad de Madrid (España). *Nutrición Hospitalaria*, [Internet]. 2014 [citado el 28 de diciembre del 2019]; 29(1), 180-186. Disponible en <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v29n1/24original18.pdf>
- [34] Bravo F, Pozo P. Determinación del perfil de ácidos grasos en embutidos Y mayonesas de mayor consumo en el Distrito Metropolitano de Quito. *InfoANALÍTICA*, [Internet]. 2015 [citado el 16 de diciembre del 2019]; 3(1), 41-52. Disponible en <https://www.infoanalitica-puce.edu.ec/index.php/infoanalitica/article/view/19>
- [35] Costa N, Cruz R, Graça P, Breda J, Casal S. Trans fatty acids in the Portuguese food market. *Food control*, 2016; 64, 128-134. doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.12.010
- [36] Salinas N, Bolivar W. Ácidos grasos en chocolates venezolanos y sus análogos. *An Venz Nutr*. [Internet]. 2012 [citado el 5 de noviembre del 2019]; 25(1), 34-41. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/avn/v25n1/art05.pdf>
- [37] Wagner KH, Plasser E, Proell Ch, Kanzler S. Comprehensive studies on the trans fatty acid content of Austrian food: Convenience product, fast food and fats. *Food Chemistry*, 2008; 108, 1054-1060. doi.10.1016/j.foodchem.2007.11.038
- [38] Abramovič H, Vidrih R, Zlatič E, Kokalj D, Schreiner M, Žmitek K et al. Trans fatty acids in margarines and shortenings in the food supply in Slovenia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2018; 74, 53-61. doi.org/10.1016/j.jfca.2018.08.007
- [39] Hou JC, Wang F, Wang YT, Xu J, Zhang CW. Assessment of trans fatty acids in edible oils in China. *Food Control*, 2012; 25(1), 211-215. doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.10.044
- [40] Ramírez Botero CIM, Gómez Ramírez BD, Martínez Galán JP, Cardona Zuleta LM. Perfil de ácidos grasos en aceites de cocina de mayor venta en Medellín-Colombia. *Perspectivas en Nutrición Humana*. [Internet]. 2014 [citado el 11 de noviembre del 2019]; 16(2), 175-185. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/280873459\\_Perfil\\_de\\_acidos\\_grasos\\_en\\_aceites\\_de\\_cocina\\_de\\_mayor\\_venta\\_en\\_Medellin-Colombia/link/573f56b808aea45ee844fcc9/download](https://www.researchgate.net/publication/280873459_Perfil_de_acidos_grasos_en_aceites_de_cocina_de_mayor_venta_en_Medellin-Colombia/link/573f56b808aea45ee844fcc9/download)
- [41] Albuquerque TG, Santos J, Silva MA, Oliveira MBP, Costa HS. An update on processed foods: Relationship between salt, saturated and trans fatty acids contents. *Food chemistry*, 2018; 267, 75-82. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.029
- [42] Koba K, Yanagita T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). *Obesity Research & Clinical Practice*, 2014; 8(6), e525-e532. doi:10.1016/j.orcp.2013.10.001
- [43] Dilzer A, Park Y. Implication of Conjugated Linoleic Acid(CLA) in Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2012; 52(6), 488-513. doi:10.1080/10408398.2010.501409
- [44] Larqué E, Zamora S, Gil A. Dietary trans fatty acids in early life: a review. *Early Human Development*, 2001; 65, S31-S41. doi:10.1016/s0378-3782(01)00201-8
- [45] Kritchevsky D, Tepper SA, Wright S, Tso P, Czarnecki SK. Influence of Conjugated Linoleic Acid (CLA) on Establishment and Progression of Atherosclerosis in Rabbits. *Journal of the American College of Nutrition*, 2000; 19(4), 472S-477S. doi:10.1080/07315724.2000.10718950
- [46] Silveira MB, Carraro R, Monereo S, Tébar J. Conjugated linoleic acid (CLA) and obesity. *Public Health Nutrition*, [Internet]. 2007 [citado el 30 de diciembre del 2019]; 10(10A): 1181-1186. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17903328>
- [47] Griguol V, León-Camacho M, Vicario IM. Revisión de los niveles de ácidos grasos trans encontrados en distintos tipos de alimentos. *Grasas y Aceites*. [Internet]. 2007 [citado el 20 de diciembre del 2019]; 58(1), 87-98. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>