

Revista Boliviana de Química
ISSN: 0250-5460
revbolquim@outlook.com
Universidad Mayor de San Andrés
Bolivia

Guardia, Lucio.; Soruco, Antonio; Larondelle, Yvan.; Herbas, I Adelina.
ESTUDIO DEL CONTENIDO Y ESTABILIDAD DE ACIDOS GRASOS TRANS EN MARGARINA Y MANTEQUILLA DE ALTO CONSUMO EN COCHABAMBA
Revista Boliviana de Química, vol. 24, núm. 1, 2007, pp. 64-69
Universidad Mayor de San Andrés
La Paz, Bolivia

Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339669012

Cómo citar el artículo
Número completo
Más información del artículo
Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ESTUDIO DEL CONTENIDO Y ESTABILIDAD DE ACIDOS GRASOS *TRANS* EN MARGARINA Y MANTEQUILLA DE ALTO CONSUMO EN COCHABAMBA

Lucio. Guardia[1], Antonio Soruco[2], Yvan. Larondelle[3] & Adelina. Herbas[1]

[1]Centro de Alimentos y Productos Naturales- Fac. Ciencias y Tecnología - UMSS
[2]Departamento de Matemáticas-Fac. Ciencias y Tecnología – UMSS
[3]Unidad de Bioquímica de la nutrición-Universidad Católica de Lovaina-Bélgica
Autor corresponsal: guardialucio@hotmail.com

Key words: ácidos grasos, *trans*, *cis*, omega, mantequilla, margarina, colesterol, lípidos.

ABSTRACT

The food intake with high contents of trans-fatty acids has a close relation with the development of cardiovascular diseases. By other hand, food products like butter and margarine which are high consumed in the urban zone of Cochabamba, have in their chemical composition trans fatty acids. In the actual research, the content and stability of the trans and omega fatty acids were evaluated in two types of butters: M1 and M2, and two types of margarines,: P1 Y P2. For the evaluation of the fatty acids content by each of the appointed products five samples have been taken, from different agencies or distributors and supermarkets of Cochabamba. The statistic evaluation of the results appoints that: between the butter samples M1 and M2 there exist no significant difference in the composition of the *trans* fatty acids. (4,07 % y 4,26 %), *cis* (27,67 % y 28,63 %), ω3 (0,72 % y 0,72 %) and ω6 (2,60 % and 2,81 %). The margarine sample P2 has a minimum *trans* fatty acids content as 0,50 %, compared with the margarine sample P1 33,36 % and the butter simples M1 and M2; the "margarina simple" P2 also has a high content of total *cis* fatty acids 52,55 % including in these the oleic acid 25,82 % and linoleic acid 26,34 %; the disadvantage is that the relation ω6/ω3 of the margarine sample P2 97,56 is too high compared with the European Norm that establish a range that goes from 1 to 4,5. In spite of the appointed disadvantage, the Margarine sample P2 would represent a food with beneficent effects, with regard to cardiovascular diseases, compared with the Margarine sample P1 and the Butter samples M1 and M2, whenever it is supplemented with fatty acids ω3 or blended with a product rich in ω3. The study of the stability of the *trans* fatty acids in the butter and margarines samples, shows that under the different storage conditions (refrigerated, under ambient and under the sun) an increase of the *trans* fatty acids takes place, with a proportional decrease of the content of *cis* fatty acids, which appoints that there exists a conversion of *cis* fatty acids to *trans* fatty acids, being obtained a more significant conversion in the butter stored under the sun.

RESUMEN

El consumo de alimentos con alto contenido de ácidos grasos *trans* tiene una estrecha relación con el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, los productos alimenticios como la mantequilla y la margarina que son de alto consumo en la zona urbana de Cochabamba, tienen en su composición química ácidos grasos *trans*. En la presente investigación, se evaluaron el contenido y la estabilidad de ácidos grasos *trans* y omega (ω) en dos tipos de mantequillas: M1 y M2, y dos tipos de margarinas: P1 y P2. Para la evaluación del contenido de ácidos grasos por cada uno de los productos señalados se tomaron cinco muestras, de diferentes agencias o distribuidoras y supermercados de Cochabamba. La evaluación estadística de los resultados indican que: Entre las mantequillas M1 y M2 no hay diferencias significativas en la composición de los ácidos grasos *trans* (4,07 % y 4,26 %), *cis* (27,67 % y 28,63 %), ω3 (0,72 % y 0,72 %) y ω6 (2,60 % y 2,81 %). Mientras que la margarina P2 tiene un mínimo contenido en ácidos grasos *trans* 0,50 %, comparada con la margarina P1 33,36 % y las mantequillas M1 y M2; la margarina P2 también tiene alto contenido en ácidos grasos *cis* totales 52,55 % entre estos el ácido oleico 25,82 % y linoleico 26,34 %; la desventaja es que la relación ω6/ω3 de la margarina P2 es muy alta 97,56 comparada con la Norma Europea que establece un rango que va de 1 a 4,5. A pesar de la desventaja señalada, la Margarina P2 representaría

un alimento con efectos benéficos, con respecto a las enfermedades cardiovasculares, comparada con la margarina P1 y las mantequillas M1 y M2, siempre que sea suplementado con ácidos grasos ω 3 o mezclado con un producto rico en ω3. El estudio de la estabilidad de los ácidos grasos trans en las mantequillas y margarinas muestra, que en las diferentes condiciones de almacenamiento (refrigerado, al ambiente y al sol) se produce un aumento de los ácidos grasos *trans*, con una disminución proporcional del contenido de ácidos grasos *cis*, lo que indica que existe una conversión de ácidos grasos *cis* a ácidos grasos *trans*, obteniéndose una conversión más significativa en la mantequilla almacenada al sol.

INTRODUCCIÓN

Aunque en los países desarrollados la tendencia actual es la de disminuir fuertemente el contenido en ácidos grasos *trans* en margarinas y otros "*shortenings*" y lo que quedaría como principal fuente en ácidos grasos *trans* serían los productos de origen animal entre estos los lecheros (1). Sin embargo, la margarina y la mantequilla son recursos alimenticios grasos de alto consumo en Bolivia y específicamente en Cochabamba, principalmente en la zona urbana.

Por lo anterior, la presente investigación ha elegido estos dos productos grasos, considerando que la margarina es un recurso graso vegetal importante así como la mantequilla, es un alimento graso determinante entre los productos de origen animal.

Los lípidos consumidos en la dieta están representados fundamentalmente por los triacilglicéridos o triglicéridos cuya estructura está compuesta a su vez por ácidos grasos; los mismos que pueden clasificarse de acuerdo a los tipos de enlaces que presentan en tres grupos: Los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y los poliinsaturados. Sin embargo, a esta clasificación se debe agregar un cuarto grupo que ha demostrado poseer efectos sobre la colesterolemia y el metabolismo celular, y es el grupo de los isómeros *trans* de los ácidos grasos insaturados que se caracterizan por tener los átomos de hidrógeno a lados opuestos al plano delimitado por el doble enlace C=C (2).

Siendo la hidrogenación parcial de aceites vegetales, un proceso importante en la tecnología de alimentos, se debe considerar que este proceso puede producir ácidos grasos *trans* (TFA), que muchas veces representan hasta el 50 % del total de ácidos grasos del aceite hidrogenado. Por otro lado, los ácidos grasos *trans* de origen animal generados, naturalmente en el rumen de los animales representan en promedio el 5 % del total de ácidos grasos de aquellos productos derivados de vacas y de ovejas (1, 3).

Se sabe que los ácidos grasos *trans* están estrechamente relacionados con el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares, puesto que se ha evidenciado que su alto consumo produce un incremento en el contenido de colesterol total y de las lipoproteínas de baja densidad (LDL colesterol) y una disminución en el contenido de las lipoproteínas de alta densidad (HDL colesterol), produciendo un aumento de la relación LDL/HDL-colesterol que es desfavorable comparado con otros ácidos grasos (4, 5, 6). También se ha evidenciado que el desarrollo de algunos cánceres como el de seno, colon y recto se correlacionan positivamente con los ácidos grasos *trans* (7).

Aunque no existen investigaciones determinantes, algunos autores postulan que se debe limitar el consumo de ácidos grasos *trans* a un máximo de 10 g por día), otros, como el Consejo de Nutrición de Dinamarca hablan de 2 g por día o un equivalente al 1% del total de energía consumida diariamente. El límite en el consumo puede variar según el grado de ejercicio físico de la persona así como con el ingreso paralelo de ácidos grasos esenciales (8, 9).

Los ácidos grasos ω3 y ω6 resultan de las interconversiones elongación y desaturación del ácido linoleico y linolénico respectivamente y tienen mucha importancia en el proceso salud enfermedad (10). La importancia de los ácidos grasos ω3 y ω6 es la relación ω6/ω3, cuya relación ideal en nuestra alimentación según Norma Europea debería estar entre 1 a 4,5.

RESULTADOS Y DISCUSION

Comparación de ácidos grasos *trans* y *cis* totales en mantequillas y margarinas

En el análisis estadístico de los ácidos grasos *trans* y *cis* en los dos grupos de muestras de mantequilla (tomando la media de los valores correspondientes a las cinco muestras) y los dos grupos de muestras de margarina (tomado el valor medio de las cinco muestras), se realizó la suma

de 9 ácidos grasos *trans* individuales y 13 ácidos grasos *cis* individuales y se expresó como porcentaje. Los resultados del análisis comparativo se expone en la figura 1.

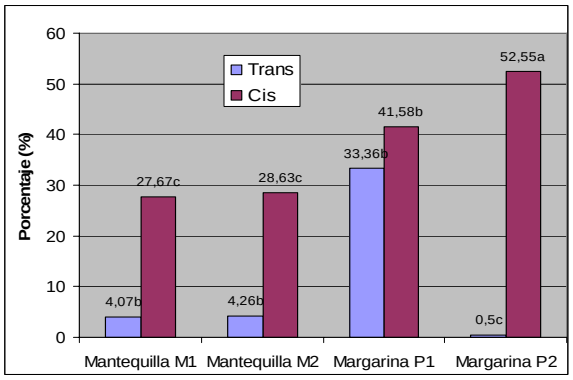


Figura 1. Comparación de ácidos grasos *trans* y *cis* totales en muestras de mantequillas y margarinas

En la figura 1 podemos observar que entre el grupo de mantequillas M1 y M2 no hay diferencias significativas (P<0,05) en el contenido medio de ácidos grasos totales *trans* y *cis*.

El contenido en ácidos grasos *trans*, en las margarinas P2 tiene un valor medio (0,50 %) significativamente inferior (P<0,05) con relación a las margarinas P1 (33,36 %), y también significativamente inferior comparado con los contenidos de las mantequillas M1 (4,07 %) y M2 (4,26 %) tomando en cuenta que, estas dos últimas muestras son de origen animal. Los resultados de la margarina P2 está también, muy por debajo de los rangos dados por la bibliografía. El bajo porcentaje de ácidos grasos *trans* en la margarina P2 se debe a que la misma, está elaborada en base a aceite de palma que puede derivar de dos especies principales, la *Elaeis guineensis* (originaria de Africa occidental) y la de *Elais oleifera* (originaria de Sud América), el aceite extraído del fruto de palma, tiene un alto contenido glicérido sólido, el cual le da la consistencia deseada sin necesidad de hidrogenación, el aceite de palma además de estar libre de colesterol, no contiene ni produce ácidos grasos *trans*. (13).

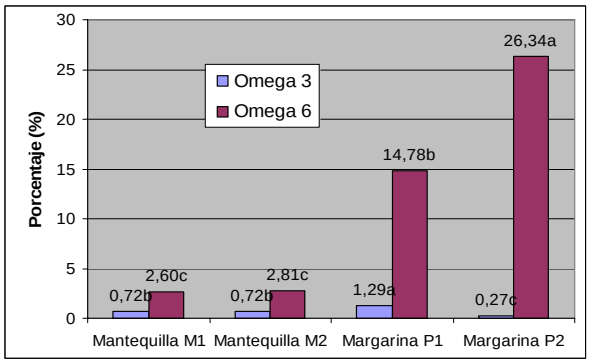


Figura 2. Comparación de ácidos grasos ω3 y ω6 en mantequillas y margarinas.

Comparación de ácidos grasos ω3 y ω6 en mantequillas y margarinas

En la comparación de ácidos grasos ω3 se tomaron en cuenta 5 ácidos grasos: El ácido α linolénico (C18:3n3), ácido eicosatrienoico (C20:3n3), ácido eicosapentanoico EPA (C20: 5n3), Acidos docosapentanoico (C22:5n3) y ácido docosahexanoico DHA (C22:6n3). En los ácidos grasos ω 6 se trabajaron con 2 ácidos grasos: El ácido linolénico (C18:2n6) y el ácido araquidónico (C20:4n6) ambos ácidos grasos esenciales. La comparación de ácidos grasos ω 3

y ω 6 en mantequillas M1 y M2 y margarinas P1 y P2 se representan en figura 2.

En la figura 2 se obaserva, que la margarina P1 tiene contenido en ácidos grasos ω3 significativamente superior (P<0,05) (1,29 %) con relación a la margarina P2 (0,27 %), pero también es significativamente superior comparado con las mantequillas M1 y M2 ambas con 0,72 %.

Con referencia a los ácidos grasos ω6, en la margarina P2 el contenido en ácidos graso ω 6 es significativamente superior (P<0,05) (26,34 %)

Tanto con relación a la margarina P1 (14,78) como a las mantequillas M1 (2,60 %) y M2 (2,81 %), también se puede indicar que el contenido en acidos grasos ω6 es significativamente superior en la margarina P1 con relación a las mantequillas M1 y M2.

Desde un punto de vista nutricional, lo más importante en el contenido de ácidos grasos en los alimentos, es el valor de la relación de ácidos grasos ω 6 y ω 3 (ω 6/ω 3), el mismo que de acuerdo a la Norma Europea debe encontrarse entre los rangos de 1 y 4,5.

	Mantequilla M1	Mantequilla M2	Margarina P1	Margarina P2
ω 6/ω 3	3,61	3,90	11,46	97,56

Tabla 1. Relación ω 6/ω3 en mantequillas y margarinas

Observando los valores de la relación ω6/ω3 en la tabla 1, podemos indicar que las mantequillas M1 y M2 están dentro la Norma Europea, mientras que la margarina P1 esta fuera de Norma así como la Margarina P2 con su relación ω6/ω3 igual a 97,56 esta también muy por encima de la Norma

ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DE LOS ÁCIDOS GRASOS *TRANS* EN MANTEQUILLA Y MARGARINA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO Y EL TIPO DE ALMACENAMIENTO

Comparación de la estabilidad en el contenido de ácidos grasos trans y cis en mantequilla

Se evaluó la estabilidad de ácidos grasos *trans* y *cis* en muestras de mantequilla, realizando un seguimiento del contenido en ácidos grasos *trans* y *cis* a 0, 30, 60 y 90 días y en tres tipos de almacenamiento: refrigerado, al ambiente y expuestas al sol. Los resultados de dicha evaluación son retomados en la tabla 2.

Tipo de almacenado	0 días	30 días	60 días	90 días
Refrigeración	$3,83^{b}$	$4,06^{a}$	$3,89^{ab}$	$4,09^{a}$
Ambiente	$3,83^{ab}$	$3,70^{b}$	$3,87^{a}$	$3,85^{ab}$
Al sol	$3,83^{c}$	$4,15^{b}$	$3,70^{c}$	$6,00^{a}$

a,b,c: los valores de una misma línea y de un misma muestra acompañados de una letra diferente son significativamente diferentes (P < 0.05).

Tabla 2. Comparación de la estabilidad en el contenido de ácidos grasos *trans* en mantequilla (en % de esteres metílicos)

En base a la tabla 2 se puede apreciar que, la estabilidad del contenido en ácidos grasos *trans*, sufre un aumento en las muestras de mantequilla con el tiempo en los almacenamientos en refrigeración y al sol, el aumento es más significativo en las muestras expuestas al sol; mientras que en el almacenamiento al medio ambiente no hay diferencias significativas (P<0,05) con respecto al contenido de ácidos grasos *trans.*

Tipo de Almacenado	0 días	30 días	60 días	90 días
Refrigeración	$27,01^{a}$	$27,17^{a}$	$26,99^{a}$	$26,85^{a}$
Ambiente	$27,01^{b}$	$27,54^{a}$	$26,55^{c}$	$27,11^{b}$
Al sol	27.01^{a}	$25,73^{b}$	$24,56^{c}$	$23,64^{c}$

a,b,c: los valores de una misma línea y de un misma muestra acompañados de una letra diferente son significativamente diferentes (P < 0.05).

Tabla 3. Comparación de la estabilidad en el contenido de ácidos grasos *cis* en mantequilla (en % de esteres metílicos)

Evaluando la estabilidad del contenido en ácidos grasos *cis* en mantequilla, mientras en la tabla 2 hay un aumento de ácidos grasos *trans* concordantemente en la tabla 3 se puede apreciar una disminución en el contenido en ácidos grasos *cis* en mantequilla con el tiempo, en los almacenamientos en refrigeración y al sol y la disminución es aún más significativo al sol; en el almacenado al ambiente no hay diferencias significativas (P<0,05) en el contenido de ácidos grasos *cis* .

Comparación de la estabilidad en el contenido de ácidos grasos *trans* y *cis* en margarina

Evaluando la estabilidad en el contenido en ácidos grasos *trans* en margarina, se observa en la tabla 4 un aumento en el contenido en ácidos grasos *trans* con el tiempo en los tres tipos de almacenamiento, siendo el aumento más significativo (P<0,05) en las condiciones de refrigeración y al sol.

Tipo de Almacenado	0 días	30 días	60 días	90 días
Refrigeración	$32,56^{c}$	$33,65^{b}$	$33,60^{b}$	$35,28^{a}$
Ambiente	$32,56^{bc}$	$31,83^{c}$	$33,26^{ab}$	$33,93^{a}$
Al sol	$32,56^{b}$	$33,05^{b}$	$33,16^{b}$	$34,19^{a}$

a,b,c: los valores de una misma línea y de un misma muestra acompañados de una letra diferente son significativamente diferentes (P < 0.05).

Tabla 4. Comparación de la estabilidad en el contenido de ácidos grasos trans en margarina (en % de esteres metílicos)

Concordantemente a la tendencia del aumento en contenido de ácidos grasos *trans* en margarina con el tiempo y en los tres tipos de almacenamiento, en la tabla 5 se puede ver una tendencia a disminuir el contenido de ácidos grasos *cis* de 0 días a 90 días, siendo esta disminución más significativa en el almacenamiento a refrigeración.

Tipo de Almacenado	0 días	30 días	60 días	90 días
Refrigeración	$43,17^{a}$	$41,75^{b}$	$41,39^{b}$	$39,79^{c}$
Ambiente	$43,17^{b}$	$44,84^{a}$	$42,48^{c}$	$41,92^{c}$
Al sol	$43,17^{a}$	$42,66^{ab}$	$42,50^{b}$	$41,66^{c}$

a,b,c: los valores de una misma línea y de un misma muestra acompañados de una letra diferente son significativamente diferentes (P < 0.05).

Tabla 5. Comparación de la estabilidad en el contenido de ácidos grasos *cis* en margarina (en % de esteres metílicos)

CONCLUSIONES

En base al análisis estadísticamente se puede concluir que el contenido medio de ácidos grasos *trans, cis*, omega 3 y omega 6 en las muestras de mantequilla M1 y M2 no muestran diferencias significativas (P>0,05). Por tanto podemos afirmar que la muestras de mantequillas M1 y M2 tienen composición o perfil lipídico similar en los ácidos grasos estudiados.

La comparación estadística entre las muestras de mantequilla y margarina, muestra que las margarinas P2 tienen el contenido más bajo en ácidos grasos *trans* (0,50 %) y significativamente inferior (P<0,05) comparado con las margarinas P1 (33,36 %) y las Mantequillas M1 (4,07 %) y M2 (4,26 %).

El bajo contenido en ácidos grasos *trans* en las margarinas P2 (de origen vegetal) con relación a las mantequillas M1 y M2 (de origen animal), puede deberse a que éstas, están elaboradas en base a aceite de palma de las especies, *Elaeis guineensis* y *Elais oleifera,* este aceite además de estar libre de colesterol, no tiene necesidad de un proceso de hidrogenación, porque a temperatura ambiente ya es sólido, por lo tanto no contiene ni produce ácidos grasos *trans.*

En las margarinas P2, contrariamente al bajo contenido en ácidos grasos *trans*, el contenido en ácidos grasos *cis* (oleico y linoleico) son significativamente superiores (P<0,05) comparadas con las margarinas P1 y las mantequillas M1 y M2.

Por otro lado, el contenido en ácidos grasos ω3 es significativamente inferior en las margarinas P2

comparado con los otros tres grupos de muestras (margarina P1 y mantequillas M1 y M2), por el contrario el contenido de ácidos grasos ω6 es significativamente superior en las margarinas P2 con relación a la margarinas P1 y las mantequillas M1 y M2.

Puesto que es de interés nutricional la relación ω6/ω3 cuyo valor ideal según la Norma Europea en los alimentos debe ser entre 1 y 4,5, también se realizó este cálculo y se encontró que, las Mantequillas M1 y M2 están dentro la Norma con relaciones ω6/ω3 de 3,61 y 3,90 respectivamente, la margarina P1 esta fuera de Norma con 11,46; mientras que la margarina P2 esta muy por encima de la Norma. Con un valor igual a 97,56.

De manera general, se puede concluir que si bien las margarinas P2 de acuerdo contenido mínimo en ácidos grasos trans, alto contenido en ácidos oleico y linoleico y alto contenido de ácidos grasos cis, puede ser considerado un alimento que presenta efectos benéficos en las enfermedades cardiovasculares, sin embargo, el valor elevado de la relación ω6/ω3, muestra una gran desventaja con respecto a otros alimentos de origen lipídico, pudiendo mejorar sus características con un añadido de otro alimento rico en ω3 o suplementando con ω3, hasta bajar la relación a un valor de 4.5.

El estudio de la estabilidad de los ácidos grasos *trans* en las mantequillas muestra, un aumento en el contenido de estos y disminución en el contenido en ácidos grasos *cis*, tanto en almacenamiento con refrigeración como al sol, mientras que en el almacenamiento al ambiente no se detectan cambios significativos.

En las margarinas se observa que hay un aumento en el contenido en ácidos grasos *trans* y una disminución significativa en las *cis* a los 90 días de almacenamiento con relación a 0, 30 y 60 días, en los tres tipos de almacenamiento: en refrigeración, al ambiente y al sol.

Por tanto, que según sea el producto y el tipo de almacenamiento se puede apreciar una conversión proporcional de ácidos grasos *cis* a sus isomeros *trans* debido posiblemente a la temperatura; en nuestro estudio de estabilidad la máxima temperatura utilizada estaba entre 25 y 30 °C en el almacenamiento al sol, notándose mayor porcentaje de conversión de ácidos grasos *cis* a su isómero *trans* en este tipo de almacenamiento.

EXPERIMENTAL

Levantamiento de muestras

En el estudio de composición de ácidos grasos se trabajaron con dos grupos (cada una con cinco muestras) de mantequillas denominadas como M1 y M2 y dos grupos de margarinas vegetales (cinco muestras en cada grupo) denominadas como P1 y P2. Mientras que en los estudios de estabilidad solo se trabajaron con la mantequilla M1 y la margarina P1. Para la toma de muestras, se consideró una estratificación del Departamento de Cochabamba y las muestras se tomaron a partir de diferentes agencias o distribuidoras y supermercados, donde las muestras estaban debidamente conservadas o refrigeradas. En la estratificación, la selección de las muestras se realizó en función de la demanda por parte del público consumidor cochabambino

Técnicas analíticas

Las muestras de mantequilla y margarina han sido extraídos en hexano, previa saponificación, acidificación y metilación, para su posterior separación e identificación de ácidos grasos por cromatografía gaseosa (11, 12).

Tratamientos estadísticos

El análisis estadístico de los resultados, del contenido en ácidos grasos *trans, cis*, ω 3 y ω 6 en las mantequillas y margarinas, así como el estudio de la estabilidad se ha realizado a través de la comparación de medias y análisis de varianza ANOVA de un factor y comparaciones múltiples de Duncan con el paquete estadístico SPSS 11.5

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Maestría en Ciencia de Alimentos y Nutrición Humana, en el marco del Convenio UMSS-CIUF-A3 (Universidad Mayor de San Simón - Cooperación Interinstitucional de Universidades Francófonas de Bélgica)

REFERENCIAS

1. POTTIER J., RENAVILLE B., DESWYSEN D., FOCANT M., SCHNEIDER Y., LARONDELLE Y. Les ácides gras *trans* d'origine industrielle ou naturellement présents dans les produits animaux doivent-ils être logés à la même enseigne ?. Unité de biochimie de la nutrition, Laboratoire de biochimie cellulaire, Université catholique de Louvain, Louvain- la-neuve – Belgique. 2005.

2. LOPEZ M**.** Niveles dietéticas de ácidos grasos Trans. Observatorio de la Seguridad Alimentaria, Universidad Autónoma de Barcelona, 2005.

3. GURR M. I**.** Trans fatty acids and health – an update. Lipid technology, 1990, **2**, 105 -107.

4. FAO- WHO**.** Food and Agriculture Organization of the united Nations and the World Health Organization. FAO Food and Nutrition paper 57. Roma – Italia, 1994.

5. RUIZ J., PRIEGO F. AND LUQUE DE CASTRO M.D. Identification and quantification of *trans* fatty acids in bakery products by gas chromatography-mass spectrometry after dynamic ultrasound-assisted extraction. Journal of chromatography A, 2004,**1045**, 203-210.

6. CLAYTON A.,CARAPELLI R., VIRGILIO J.,MAKOTO V.,EVELÁZIO N. Trans fatty acid content of brazilian biscuits. Food chemistry, 2005, **93**, 445-448

7. DADÁN S**.** Los ácidos grasos trans. Importante aporte en la alimentación cotidiana, 2005

8. RODRÍGUEZ M. A., OLLERO R . MATAS P., ENRÍQUEZ L., GONZÁLEZ A., IGLESIAS M. Endocrinología y nutrición: órgano de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición, 2003, **50** (8), 317-323.

9. STENDER S., DYERBERG J., Influence of Trans fatty acids on health. Ann Nutr Metab; 2004, **48**, 61-66.

10. CALDER P. C**.,** n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. Clinical Science, 2004, **107**, 1-11.

11. BAUCHARD D., DURAND D., LAPLAUD P. M., FORGEZ P., GOULINET S. AND CHAPMAN M. J. Plasma lipoproteins and apolipoproteins in the preruminant calf, Bos ssp: density distribution, physiochemical properties, and in vivo evaluation of the contribution of the liver to the lipoprotein homeostasis. J. Lipid Research 1989, **30,** 1499-1513.

12. LEPLAIX L. Effets des acides gras et du cholestérol sur le métabolisme des lipides et des lipoprotéines aux niveaux plasmatique et hépatique chez le veau pré ruminant : Conséquences sur la composition lipidique des tissus. Thèse soutenue à la'Université Aix-Marseille, 1995.

13. CENIPALMA**.** Efectos del consumo de aceite de palma sobre el colesterol sérico. Documento del Programa de Salud y Nutrición Humana. Centro de investigaciones en Palma y Aceite, 2000.