

Composición en ácidos grasos de la fracción lipídica del tocosh de maíz

Por Z. Honorio Durand, L. Coll Hellín y M^a E. Torija Isasa

Departamento de Nutrición y Bromatología II. Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040-Madrid.

RESUMEN

Composición en ácidos grasos de la fracción lipídica del tocosh de maíz

El tocosh de maíz es un alimento consumido por adultos y niños de la región andina del Callejón de Huaylas del Perú.

Los fenómenos de germinación y fermentación que se producen durante su elaboración aseguran cambios en la composición química del maíz original; tal es el caso de los ácidos grasos de la fracción lipídica.

Los resultados del análisis del tocosh de maíz, muestran la presencia de isómeros trans en cantidades no significativas, un incremento del ácido graso esencial linoleico en función del tiempo de fermentación y la presencia del ácido gamma linolénico.

PALABRAS-CLAVE: Ácido graso (composición) — Isómero trans (contenido) — Tocosh de maíz.

SUMMARY

Fatty acid composition of corn's tocosh lipidic fraction

Corn's tocosh is a food consumed by children and adults in the andine region of Callejón de Huaylas in Perú.

Germination and fermentation phenomena produced during its elaboration contribute to modify the chemical composition of the original corn; that is the case of the fatty acids in the lipidic fraction.

The analytical data of the corn's tocosh, show the presence of trans isomers in non significant amount, an increase in linoleic acid related to the time of fermentation, and the presence of gamma linolenic acid.

KEY-WORDS: Corn's tocosh — Fatty acid (composition) — Trans isomer (content).

1. INTRODUCCION

El *tocosh de maíz* es un alimento derivado del maíz, consumido en la región andina de Perú, especialmente en el Callejón de Huaylas, del Departamento de Ancash. Su elaboración se lleva a cabo sumergiendo los granos del maíz en un curso de agua durante un tiempo más o menos largo, lo más frecuente es de treinta días. El producto que resulta, se somete a desecación al aire, y la harina que se obtiene a partir del mismo, se utiliza para la preparación de biberones, papillas, mazamorras, etc.

La elaboración del *tocosh*, era utilizada por los habitantes prehispánicos como uno de los métodos de conservación de los alimentos vegetales. Este mismo proceso se aplicaba para la preparación del *tocosh de papa* y la *fariña* utilizando la papa (*Solanum tuberosum*) y la yuca (*Manihot sculenta*, Grantz), consumidos principalmente en la región noreste andina y en la selva

del Perú, respectivamente (Horkheimer, 1973) (Antúnez de Mayolo, 1981).

Por la particularidad de elaboración de estos productos, es de esperar que se lleven a cabo fenómenos de germinación y fermentación que aseguren cambios en sus componentes, por los cuales va a mejorar su valor nutritivo. Estudios realizados en otros derivados de maíz por Okoli y Adeyemi (1989) demuestran lo anteriormente indicado. En dos clases de *ogi* (alimento muy consumido en Nigeria y otras zonas de África preparado con almidón de maíz y obtenido después de un prolongado remojo de los granos), estos investigadores encontraron que el *ogi* obtenido del maíz previamente malteado tenía un contenido protéico mayor que el *ogi* de maíz no malteado.

Otro alimento, el *agidi* (producto semisólido preparado a partir del *ogi*), obtenido de maíz fermentado, tiene un contenido protéico mayor que el *agidi* de maíz no fermentado (Umoh y Fiels, 1981).

Asimismo los procesos de germinación y de fermentación favorecen la digestibilidad de la proteína y del almidón y reducen la presencia de antinutrientes como el ácido fítico (Khetarpaul y Chauhan, 1990).

Otro tipo de nutrientes que también se ve favorecido por el proceso de germinación, son las vitaminas, como demostraron Hasim y Fiels (1979), en la harina de maíz germinado.

De la misma manera, pensamos que la grasa presente en las diversas estructuras del grano de maíz sufre transformaciones durante el proceso de obtención del *tocosh de maíz*.

La presente publicación corresponde al estudio de los cambios que las especiales características de elaboración pudieran originar en la fracción lipídica del maíz utilizado como materia prima durante distintos periodos de fermentación, especialmente de los ácidos grasos esenciales y la posible formación de isómeros trans.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Se han analizado veinticinco muestras comerciales de *tocosh de maíz*, obtenidas de cinco provincias del Callejón de Huaylas, Perú, teniendo cuidado de que procedieran de la misma variedad de maíz (Blanco choclero) y de diferentes tiempos de fermentación: nueve, treinta y cuarenta y cinco días.

Con la finalidad de realizar un control más directo sobre las variaciones del contenido químico con respecto a los diferentes tiempos de fermentación, tal como se expenden comercialmente en el Perú, se buscó un lugar en España en la sierra de Béjar que reuniese características climáticas parecidas a las de la región peruana mayoritariamente productora del *tocosh de maíz* y se realizó su elaboración cuidando de seguir el procedimiento original (Honorio y col., 1993). El maíz utilizado fué de la variedad Blanco choclero precoz y los períodos de fermentación considerados fueron diez, veinte, treinta y cuarenta y cinco días.

La composición en ácidos grasos se ha determinado según dos técnicas diferentes de extracción de grasa y metilación, y hemos denominado primer y segundo estudio a su aplicación analítica a las distintas muestras. En el primer estudio, se utilizó un método de metilación que nos ha dado buenos resultados en el análisis de margarinas (Coll Hellín y Gutiérrez Ruíz, 1989) pero desconocíamos si la aplicación a la grasa de tocosh podía dar buenos resultados. Por ello hicimos un segundo estudio, metilando según la norma oficial para el análisis de aceites, la grasa extraída por el método de Bligh Dyer que es una extracción más completa.

Primer estudio

Se extrajo la grasa con eter etílico mediante el extracto contínuo de Soxhlet (métodos oficiales CICC, 1985).

La determinación de los ácidos grasos se realizó mediante cromatografía en fase gaseosa de los ésteres metílicos obtenidos en ampolla cerrada por el método de De Francesco y Avancini (1961). Este método había dado buenos resultados para la determinación de isómeros trans en mantequillas (Coll Hellín y Gutiérrez Ruíz, 1989).

Se utilizó un cromatógrafo Perkin-Elmer mod. Sigma 3B y un ordenador de la misma marca mod. Sigma 15, para la separación en columna de acero inoxidable de 6,1m por 2mm. La fase estacionara de OV-275 al 15%. Detector de ionización a la llama. Gas portador, nitrógeno, flujo 9-12mL/min. Temperatura de la columna isoterma a 210°C. Temperatura del inyector 270°C.

Segundo estudio

Se extrajo la grasa mediante cloroformo-metanol (método Bligh-Dyer, 1959) y se siguió el método oficial de UNE 55.037.73 para la metilación de aceites comestibles.

Las condiciones de trabajo en CG fueron las mismas que para el primer estudio.

Patrones

Se utilizó una mezcla patrón preparada a partir de patrones de ésteres metílicos de los ácidos, palmítico, esteárico, oléico, linoléico, linolénico, elaídico y linoelaídico, procedentes de Sigma Lipid Standards, para la identificación de los componentes y cálculo del factor de corrección (Kf).

Cálculos

Por normalización interna, expresándose los resultados en tanto por ciento de cada componente en el total de ácidos grasos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las determinaciones se hicieron por triplicado y se reportan como promedio más, menos la desviación estándar, expresados sobre sustancia seca. El contenido de grasa determinado fué un 29% más elevado para el Blanco choclero precoz (5,09g/100g sss) que para la variedad Blanco choclero (3,59g/100g sss).

En la Tabla I, se recoge la composición en ácidos grasos de la grasa del maíz utilizado en la elaboración del tocosh (Blanco choclero en el Perú y Blanco choclero precoz en el tocosh experimental español).

Tabla I. Valores medios de la composición en ácidos grasos (%) de la grasa del maíz

Ácido graso	Maíz Blanco Choclero	Maíz Blanco Choclero Precoz
C ₁₄	1,96	0,02
C ₁₆	16,48	15,76
C _{16:1}	0,27	0,33
C ₁₈	1,72	3,06
C _{18:1t}	--	--
C _{18:1}	28,01	39,67
C _{18:2t}	--	--
C _{18:2}	50,33	39,97
C _{18:3γ}	--	--
C _{18:3}	1,03	0,88
C ₂₀	--	0,25
Otros	0,20	0,06

El contenido en palmítico (16,48%), oleico (28,01%) y linolénico (1,03%), en la variedad Blanco choclero es ligeramente menor que los indicados por Belitz y Grosch (1988) en el maíz (estos autores no indican la variedad). Sin embargo, en la variedad Blanco choclero precoz determinamos proporciones de palmítico, linoleico y linolénico bastante inferiores. Esto mismo se puede observar al comparar con los datos que aporta Reyes (1991) para el maíz, variedad blanco. Si consideramos el contenido total de ácidos grasos insaturados, palmitoleico, oleico, linoleico y linolénico, presentes en el maíz Blanco choclero y en el Blanco choclero precoz, (79,64% y 80,85% respectivamente) nos encontramos que estos valores son semejantes a los aportados por Hernández y col. (1988) quienes, para cuatro muestras de aceite de maíz, indican valores de 79,6, 81,2, 81,5 y 78,6% respectivamente y cuyo promedio es de 80,23.

El análisis de grasa efectuado en el tocosh de maíz comercial, de distintos tiempos de fermentación, da valores muy diferentes, entre 2,59+0,784 y 4,11+0,635,

hecho que podría explicarse por la diversa procedencia de las muestras (Tabla II).

En las muestras obtenidas experimentalmente, las concentraciones de grasa encontradas, si bien presentan pequeñas diferencias, han dado valores medios, a cada tiempo de fermentación que representan un descenso porcentual respecto al maíz patrón de 5,70%, 1,0% y 0,6% para el tocosh de 10, 20 y 30 días respectivamente. El tocosh de 45 días presenta un contenido lipídico medio un 1,38% superior al del maíz patrón. (Tabla II).

Tabla II. Contenido de grasa en muestras de Tocosh de Maíz según tiempo de fermentación. (g/100 g sustancia seca)

Días de fermentación	Tocosh de maíz	
	Comercial	Experimental
9	2,59±0,784	---
10	---	4,80±0,480
20	---	5,04±0,107
30	4,11±0,635	5,06±0,159
45	3,53±1,404	5,16±0,538

Si bien es cierto que en el germen de maíz es donde se almacena la mayor cantidad de lípidos del grano, también en el pericarpio y en la capa de aleurona existe una cantidad sustancial de los mismos, 0,98% y 3,80% respectivamente, según indica Reyes (1990). Estas dos partes se desprenden del grano durante el proceso de elaboración del tocosh y ello explicaría el descenso tan marcado en los primeros días de la experiencia.

Las Tablas III, IV, V y VI recogen la composición en ácidos grasos de las muestras analizadas. Se observa que en algunas muestras no es posible la separación entre aráquico y linoléico expresándose en estos casos los resultados como linoléico.

En la Tabla III se muestra la composición en ácidos grasos e isómeros trans (elaídico y linoelaídico) en muestras de tocosh de maíz comercial de nueve, treinta y cuarenta y cinco días de fermentación. Se observa un incremento en las proporciones de palmítico, esteárico, oleico y linoléico en las tres muestras con respecto al maíz patrón, siendo mayor en las muestras de treinta días de fermentación. Por otro lado hay un descenso en la concentración del linoleico en los tres períodos. También se puede observar la aparición de los isómeros trans en los tres períodos de fermentación, siendo mayor el nivel de linoelaídico a los treinta días. Asimismo se detecta la presencia de ácido gamma-linolénico a consecuencia del proceso fermentativo puesto que estaba ausente del maíz original.

En la Tabla IV, se indica la composición en ácidos grasos de las muestras comerciales en base al segundo estudio. Se observan los mismos fenómenos detectados en el primer estudio en relación a la muestra patrón y con los días de fermentación, sin embargo las proporciones de los ácidos grasos difieren de las encontradas en el primer estudio.

La composición en ácidos grasos e isómeros trans de las muestras de tocosh obtenidas experimentalmente en

Tabla III. Composición en ácidos grasos (%) de la grasa del Tocosh de maíz comercial. Primer estudio (*)

Ac. grasos	T-1	T-2	T-3
C ₁₄	Trazas	0,09±0,014	---
C ₁₆	20,47±0,120	30,87±2,783	15,26±2,362
C _{16:1}	0,23±0,106	0,34±0,212	0,19±0,030
C ₁₈	2,94±0,601	3,55±0,346	2,08±0,148
C _{18:1t}	---	Trazas	0,12±0,042
C _{18:1}	39,15±0,304	43,25±1,860	31,20±1,881
C _{18:2t}	Trazas	0,80±0,485	0,73±0,092
C _{18:2}	33,42±0,580	13,01±7,997	49,53±4,759
C _{18:3γ}	0,45±0,099	6,51±0,403	0,03±0,000
C _{18:3}	1,87±0,148	2,15±0,327	1,19±0,389
C ₂₀	---	---	0,02±0,014
Otros	1,47±0,142	---	---

(*) Según método de De Francesco y Avancini (1961), a partir de grasa extraída por Método Oficial CICC (1985).
T-1=Tocosh de 9 días de fermentación.
T-2=Tocosh de 30 días de fermentación.
T-3=Tocosh de 45 días de fermentación.

Tabla IV. Composición en ácidos grasos (%) de la grasa del Tocosh de maíz comercial. Segundo estudio (*)

Ac. grasos	T-1	T-2	T-3
C ₁₄	Trazas	---	---
C ₁₆	18,23±0,635	18,19±2,015	15,89±2,574
C _{16:1}	0,78±0,050	0,61±0,035	0,52±0,120
C ₁₈	2,38±0,035	2,79±0,445	2,37±0,354
C _{18:1t}	Trazas	Trazas	---
C _{18:1}	34,15±0,315	36,24±4,766	31,49±0,601
C _{18:2t}	0,36±0,131	0,31±0,064	0,17±0,026
C _{18:2}	38,60±0,349	37,07±7,743	47,51±2,786
C _{18:3γ}	2,36±0,434	1,37±0,184	0,37±0,177
C _{18:3}	1,80±0,321	1,70±0,156	1,45±0,028
C ₂₀	0,39±0,385	0,19±0,042	---
Otros	0,95	1,53	0,23

(*) Según método UNE 55.037.73 (1973), a partir de grasa extraída por Método de Bligh-Dyer (1959).
T-1=Tocosh de 9 días de fermentación.
T-2=Tocosh de 30 días de fermentación.
T-3=Tocosh de 45 días de fermentación.

España, a los cuatro períodos de fermentación, determinada por el primer estudio, se recoge en la Tabla V.

Se observa que el ácido palmítico desciende a los diez, veinte y cuarenta y cinco días de fermentación en relación al maíz original; no obstante hay un notable incremento a los treinta días. Al igual que en las muestras

Tabla V. Composición en ácidos grasos (%) de la grasa del *Tocosh de maíz experimental*. Primer estudio (*)

Ac. grasos	T-I	T-II	T-III	T-IV
C ₁₄	0,20±0,000	---	---	---
C ₁₆	13,81±0,912	13,00±0,333	22,42±5,690	15,17±0,739
C _{16:1}	0,14±0,000	0,49±0,025	Trazas	Trazas
C ₁₈	1,90±0,247	2,28±0,529	4,82±0,607	2,49±0,125
C _{18:1t}	---	0,16±0,162	0,09±0,106	0,04±0,021
C _{18:1}	36,81±2,143	37,21±1,868	49,43±8,383	40,06±1,325
C _{18:2t}	---	0,21±0,283	0,28±0,380	Trazas
C _{18:2}	45,17±0,095	45,32±2,286	17,95±0,049	41,22±1,358
C _{18:3γ}	---	0,10±0,007	3,67±1,044	Trazas
C _{18:3}	0,66±0,453	1,06±0,229	1,13±0,601	0,98±0,068
C ₂₀	0,04±0,000	---	---	---
Otros	1,27	0,18	0,21	0,54

(*) Según método de De Francesco y Avancini (1961), a partir de grasa extraída por Método Oficial CICC (1985).

T-I=*Tocosh* de 10 días de fermentación.

T-II=*Tocosh* de 20 días de fermentación.

T-III=*Tocosh* de 30 días de fermentación.

T-IV=*Tocosh* de 45 días de fermentación.

Tabla VI. Composición en ácidos grasos (%) de la grasa del *Tocosh de maíz experimental*. Segundo estudio (*)

Ac. grasos	T-II	T-III	T-IV
C ₁₄	---	---	---
C ₁₆	14,20±0,000	13,58±0,364	14,41±2,205
C _{16:1}	0,41±0,000	0,43±0,016	0,48±0,100
C ₁₈	2,96±0,000	3,08±0,101	2,99±0,165
C _{18:1t}	---	Trazas	---
C _{18:1}	37,90±0,000	38,92±1,356	37,66±0,597
C _{18:2t}	---	0,20±0,050	0,18±0,000
C _{18:2}	42,78±0,000	41,89±1,025	42,37±2,052
C _{18:3γ}	0,35±0,000	0,37±0,071	0,40±0,093
C _{18:3}	1,26±0,000	1,27±0,159	1,40±0,062
C ₂₀	---	---	---
Otros	0,14	0,26	0,11

(*) Según método UNE 55.037.73 (1973), a partir de grasa extraída por Método de Bligh-Dyer (1959).

T-II=*Tocosh* de 20 días de fermentación.

T-III=*Tocosh* de 30 días de fermentación.

T-IV=*Tocosh* de 45 días de fermentación.

comerciales, se detecta la presencia de ácido gamma-linolénico, siendo la mayor proporción a los treinta días del proceso.

En la Tabla VI se recogen los resultados correspondientes a las muestras experimentales de veinte, treinta y cuarenta y cinco días de fermentación según el segundo estudio. El maíz patrón, variedad

blanco choclero precoz presenta un mayor porcentaje de palmítico, esteárico, y oleico que las muestras de los tres periodos de fermentación estudiados.

Las variaciones que se observan en los diferentes componentes en relación a los días de fermentación son similares a las obtenidas en el primer estudio. En este primer estudio se observa una metilación selectiva de la fracción lipídica del producto más rica en ácidos gamma-linolénico, mientras que en el segundo estudio se refleja la composición en ácidos grasos del aceite de tocosh de maíz en su totalidad.

La presencia del ácido gamma-linolénico en la grasa del tocosh podría deberse a los microorganismos presentes en el medio, quienes sintetizarían este ácido a partir del linoleico. Así se explicaría también la disminución de este último en relación a su contenido en el maíz de partida. (Aggelis y cols. 1991). El ácido gamma-linolénico, tiene gran importancia en el metabolismo humano para la síntesis de la prostaglandina E1 (Leningher, 1989) y es sintetizado por microorganismos unicelulares (Aggelis y cols., 1991). También se ha encontrado en la composición de aceites vegetales tales como los obtenidos de las semillas de primula y borraja (Fernández, 1992). Su presencia en las muestras de tocosh analizadas pudiera deberse al proceso de fermentación o bien al almacenamiento y conservación; esto último parece corroborarse por el hecho de que se han encontrado mayores contenidos del mismo en las muestras que sufrieron un transporte prolongado (Perú-España) que en aquellas que no tuvieron prácticamente almacenamiento (elaboradas experimentalmente en España).

En las muestras de tocosh (comerciales y experimentales) se observa la presencia de isómeros trans en cantidades traza y hasta un máximo de 0,16% de elaídico y 0,80% de linoelaídico (en las muestras

comerciales de treinta días de fermentación). En los resultados procedentes de los dos estudios, se puede observar que la concentración del ácido linoleico está en relación inversa al linoeláidico y gamma-linolénico. Esto confirmaría, como ya se ha señalado, la acción de microorganismos durante el proceso fermentativo que se desarrolla (Bour, 1985), (Aggelis y col. 1991). El máximo contenido en gamma-linolénico se ha encontrado en muestras de treinta días de fermentación, que son precisamente las más consumidas por la población peruana.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggelis, G.; Balatsouras, G.; Comaitis, M.; Anagnostopoulou, G.; Dimitrioulas, G.; Pina, M. y Graicelle, J. (1991).- "Production d'acide gamma linoléique par bioconversion de l'acide linoléique de quelques huiles végétales".- Rev. Fr. Corps Gras **38**, 95.
- Antúnez de Mayolo, S. E. (1981).- "La nutrición en el antiguo Perú".- Ed. Banco Central de Reserva del Perú.
- Belitz, H.D. y Grosch, W. (1988).- "Química de los alimentos".- Ed. Acribia S.A. Zaragoza.
- Bligh, E. G. y Dyer, W.J. (1959).- "A rapid method of total lipid extraction and purification".- Canad. J. Biochem. Physiol. **37**, 911-917.
- Bour, H. (1983).- "Los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación".- Alimentaria **161**, 31.
- Coll Hellín, L. y Gutiérrez Ruíz, L. (1989).- "Determinación de ácidos grasos trans-insaturados en margarinas".- VII Jornadas Toxicológicas Españolas. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
- Entressangles, B. (1986).- "Mise au point sur les isomeres trans alimentaires".- Cah. Nutr. Diet. XXI 309
- Fernández San Juan, P. M. (1992).- "Estudio de la presencia del ácido gamma-linolénico en los aceites vegetales".- Alimentaria 49-52.
- Francesco, F. de y Avancini, D. (1961).- "La sofisticazione del burro con grassi transesterificati".- Latte **35**, 809-817.
- Hasim, N. B. y Fields, M. L. (1979).- "Germination and relative Nutritive value of corn meal and corn chips".- J. Food Sci. **44**, 936.
- Hernández, N. i Rabascall; Boatella, J. i Riera. (1988).- "Contenidos en isómeros trans de los ácidos grasos en margarinas".- Grasas y Aceites **6**, 348.
- Honorio, Z.; Coll Hellín, L. y Torija Isasa, E. (1993).- "Composición química del tocosh de maíz. II. Tocosh de maíz, variedad blanco chochero precoz obtenido experimentalmente en España".- Alimentaria. En prensa.
- Horkheimer, H. (1973).- "Alimentación y obtención de alimentos en el Perú Prehispánico".- Ed. Univ. Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- Khetarpaul, N. y Chauhan, B. M. (1991).- "Effects of germination and pure culture fermentation by yeasts and
- Leningher, A. (1989).- "Bioquímica".- Ed. Omega, S. A. Barcelona.
- Métodos Oficiales de Análisis CICC (1985).- Servicio de Publicaciones del Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid.
- Okoli, E. y Adeyemi, I. A. (1989).- "Manufacturing of ogi from malted (germinated) corn (Zea mays). Evaluation of chemical, pasting and sensory properties".- J. Food Sci. **54**, 971.
- Reyes, C. P. (1990).- "El maíz y su cultivo".- Ed. AGT Editor, S. A. México.
- Umoh, V. y Fields, M. L. (1981).- "Fermentation on corn for nigerian agidi".- J. Food Sci. **46**, 903.

(Recibido: Enero 1994)