



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y

Toxicología

Chile

Prieto M., Judith; Méndez M., María A.; Román G., Alma D.; Prieto G., Francisco
ESTUDIO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE CEREALES KELLOGG'S
Revista Chilena de Nutrición, vol. 32, núm. 1, abril, 2005
Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46914635006>

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

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 COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE CEREALES KELLOGG'S.

COMPARATIVE STUDY OF CHEMISTRY AND PHYSICS CHARACTERISTICS OF KELLOGG'S CEREALS.

Judith Prieto M.¹, María A. Méndez M.², Alma D. Román G.¹ y Francisco Prieto G¹.

1 Centro de Investigaciones Químicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo, km 4,5. Ciudad Universitaria, Pachuca, Hidalgo, México.

2 Centro de Investigaciones en Materiales y Metalurgia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo, km 4,5. Ciudad Universitaria, Pachuca, Hidalgo, México.

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo de las características físicoquímicas de tres variedades de cereales Kellogg's para desayuno, hojuelas de arroz (Special K), hojuelas de maíz (Zucaritas) y hojuelas de trigo (All Brand), y se compararon con las especificaciones dadas por el fabricante. Se constató que existen pequeñas diferencias que pueden ser debidas al tiempo transcurrido desde su elaboración. Se estudió por técnicas de difracción de rayos Lasser la distribución y tamaños de las partículas en suspensión de estos cereales, correspondientes a los gránulos de almidón y partículas de grasas, denotándose una diferencia entre las variedades. Esto puede resultar efectivo para estudios posteriores por técnicas de análisis térmico, que permitan predecir de forma rápida y dinámica, tiempos de vida de estos productos y fechas de caducidad.

Términos claves: Cereales para desayuno; hojuelas de arroz; hojuelas de maíz; hojuelas de trigo.

ABSTRACT

A comparative study of physic and chemical characteristics of three varieties of Kellogg's cereals for breakfast, of rice (Special K), maize (Zucaritas) and wheat (All Brand) was made, and compared with the specifications given by the manufacturer. It was stated that small differences exist that can be due to the time passed from their elaboration. It was possible to be studied by techniques of diffraction Lasser ray the distribution and sizes of particles in suspension of these cereals, corresponding to grains of starch and fat particles, denoting itself a difference between the varieties. These, can be effective for later studies by techniques of thermal analysis, that allow to predict of fast and dynamic form, times of life of these products and dates of lapsing.

Key words: Cereals for breakfast; rice; maize; wheat.

1. INTRODUCCIÓN

Los cereales son principalmente carbohidratos pero contienen cantidades considerables de proteínas (6% en el arroz, 12 % en trigo o maíz) y bajos contenidos de grasas, principalmente insaturadas. La producción de una gran variedad y presentaciones de cereales expandidos de trigo, avena, arroz y maíz es en la actualidad un reto comercial y el control de calidad de estos se hace cada vez más exigente. En los consumos de humanos, el trigo es el principal cereal en los Estados Unidos y Canadá, el maíz en México y Sudamérica, el arroz en China, Japón y la India, el centeno en Rusia y Europa Central; la avena por su parte está más limitada como consumo en la alimentación humana(1).

En los Estados Unidos el 21% del total de calorías que se ingiere procede de los cereales, en tanto que en algunos países del lejano oriente se alcanza hasta un 64%. Por otro lado se conoce que en todo el mundo los cereales aportan casi la mitad (47%) de las proteínas de la dieta. Los cereales aportan entre 300-400 kcal por cada 100 g, 10-12 g de proteínas, 60-80 g de carbohidratos disponibles entre azúcares y almidones y 10-15 g de fibra dietética. El principal carbohidrato de los cereales es el almidón seguido de la celulosa y los azúcares. Estos son los responsables de la estabilidad de los mismos ya que dependiendo de sus velocidades de degradación se reportarían tiempos de estabilidad de dichos productos(2).

Los granos de los cereales son parecidos entre ellos y se diferencian o distinguen por sus tres partes principales: el salvado, el germe o embrión y el endospermo. El endospermo es la porción más grande de un grano de cereal y está compuesto principalmente de células que almacenan almidones que se encuentran embebidos en una matriz de proteínas(2, 3).

El maíz es utilizado tanto en alimentación humana como animal, pudiendo obtenerse numerosos productos a partir de las distintas variedades botánicas cultivadas; entre las más importantes destacan(4):

- a) *Zea mays L. var. indentata* (Sturtev.) L. H. Bailey: variedad botánica más cultivada en el mundo; comúnmente se le conoce como maíz dentado (dent corn), ya que al madurar, sus granos presentan una depresión en el extremo distal. Son muy utilizados en la producción de ensilaje para ganado bovino y, en menor medida, como choclo para consumo humano.
- b) *Zea mays L. var. indurata* (Sturtev.) L. H. Bailey: son conocidos comúnmente con el nombre de maíces cristalinos (flint corn). Sus granos son cónicos y duros, vítreos y de forma redondeada o ligeramente aguzada. El color de los granos es típicamente anaranjado y su velocidad de secado es comparativamente más lenta que en el caso del maíz dentado. Su uso está asociado fundamentalmente a la alimentación de aves y cerdos y, en menor medida, a la producción de ensilaje para ganado bovino.
- c) *Zea mays L. var. saccharata* (Sturtev.) L. H. Bailey: conocidos comúnmente como maíces dulces (sweet corn); debido al alto contenido de azúcar que presentan sus granos, lo cual, sumado a su textura y grosor de pericarpio, los hacen muy atractivos para el consumo humano. En el Cuadro 1 se presentan la composición promedio de un cariópside de maíz perteneciente a la especie *Zea mays L. var. saccharata* (Sturtev.) L. H. Bailey, la composición

promedio de un cariópside de trigo y la composición promedio del arroz descascarado o integral (cariópside) y del arroz blanco o pulido (5-9)).

CUADRO 1

Composición promedio de un cariópside de maíz, de trigo y arroz descascarado o integral y del arroz blanco o pulido (5-9).

Componentes	Maíz	Trigo	Arroz descascarado o integral	Arroz blanco o pulido
	(%)	(%)	(%)	(%)
Humedad	12,0 - 13,0	12,0 - 14,0	10,0 - 12,0	10,0 - 12,0
Carbohidratos	67,0 - 73,0	65,0 - 70,0	76,0 - 78,0	79,0 - 81,0
Proteína	10,0 - 11,0	13,0 - 15,0	8,0 - 9,0	7,0 - 8,0
Grasa	3,0 - 4,0	1,5 - 2,5	1,8 - 2,5	0,4 - 0,6
Fibra	2,0 - 2,5	2,0 - 2,5	1,0 - 2,0	0,3 - 0,5
Ceniza	1,0 - 2,0	1,5 - 2,0	1,0 - 1,5	0,4 - 0,6

El trigo está representado por dos especies monocotiledóneas, de carácter anual y pertenecen a la familia de las poáceas (gramíneas); la más importante, *Triticum aestivum L.*, corresponde al trigo harinero, que se utiliza básicamente en la producción de harina para pan, galletas y repostería. La segunda especie, *Triticum turgidum L. ssp. durum* (Desf.) Husn., corresponde al trigo duro o candeal, que se destina a la obtención de semolina para la fabricación de fideos y pastas(7). La semilla de trigo es parte de un fruto, en el cual las paredes del ovario (pericarpio) y la testa, están estrechamente unidas. La forma de la semilla es ovoide, algo aplastada en un extremo y provista de pilosidades cortas en el otro, siendo acanalada en toda su longitud. En la extremidad no aguzada se aloja el germen, que está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón, que se encuentra en estrecho contacto con el endospermo amiláceo; este último, que ocupa la mayor parte de la semilla, es la fuente de obtención de harina(8).

El arroz es una especie monocotiledónea anual, perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas). La mayoría de los cultivares de arroz corresponden a la especie *Oryza sativa L.*. El arroz, a diferencia del resto de los cereales, es el único en que los granos son consumidos como tales en forma directa por el hombre. La semilla de arroz está rodeada externamente por una estructura llamada pericarpio, conformando de esta forma un fruto llamado cariópside, que a su vez, está incluido dentro de la lemma y de la pálea, estructuras que constituyen la "cáscara". El arroz descascarado o cariópside, se conoce comercialmente como arroz integral; debido a la presencia del pericarpio, es de color café. Para obtener el arroz blanco, que es el que se comercializa en forma masiva, se procede a la extracción del pericarpio; a través de un proceso de pulido, se elimina la testa, la capa de aleurona y el embrión. El producto industrial obtenido en definitiva y que se denomina arroz blanco o pulido, corresponde al endospermo amiláceo que forma parte de las semillas(9).

El endospermo blanco, principal componente de la semilla, está compuesto por gránulos de almidón inmersos en una matriz proteica. El embrión, por su parte, está constituido por la coleorriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleoptilo y el escutelo o cotiledón.

Los granos completos de los cereales son una fuente importante de hierro, tiamina, niacina y fuentes moderadas de riboflavina, son buena fuente de proteína y proporcionan cantidades apreciables de fibras; sin embargo al ser procesados, soplados, expandidos, precocidos, vaporizados entre otros, pierden muchas de estas propiedades y se requiere que se repongan por enriquecimiento, conjuntamente con adiciones de calcio y otros minerales.

Los fabricantes comunican en cada envase los contenidos de grasas, azúcares, proteínas, entre otros, en dependencia del tipo de cereal de que se trate. La firma Kellogg's en sus cereales de hojuelas de arroz (Special K), hojuelas de trigo (All Bran) y hojuelas de maíz (Zucaritas), inserta en las etiquetas de sus envases los datos de contenidos que se recogen en el Cuadro 2.

Independientemente de estos datos de los envases, deben relacionarse también, algunos valores que aparecen recogidos en las normas de especificaciones de calidad para estos productos: NMX-FF-034-1995-SCFI(10); NMX-FF-036-1996-SCFI(11); NMX-FF-035-1982-SCFI(12). Como se observa en el cuadro 4, existe una diferencia importante en los contenidos de carbohidratos disponibles, fundamentalmente por los contenidos en azúcares y no tan marcada en contenidos de almidones. Por esta razón, si existiera una diferencia significativa en cuanto a la estabilidad de estos productos podría asumirse que esté relacionada con los contenidos de azúcares más que de almidones, a pesar de que la mayoría de trabajos en los que se han estudiados por técnicas de análisis térmicos, se inclinan a los efectos provocados por los almidones (degradación, gelatinización, entre otros).

Se trata entonces de corroborar mediante análisis físicoquímicos, el cumplimiento de estos parámetros que permitan evaluar su correspondencia con lo señalado por el fabricante y en trabajos futuros poder realizar estudios de su estabilidad por métodos de análisis térmicos, lo que servirá para estimar su permanencia en almacenamiento (o vida de anaquel) antes de su caducidad.

CUADRO 2

Contenidos en cereales de la firma Kellogg's

Contenido por cada 100 g	H. Arroz (Special K)	H. Trigo (All Bran)	H. Maíz (Zucaritas)
Kilocalorías (Kcal)	370,0	300,0	350,0
Humedad (%)	3,0	4,0	2,0
Proteína (g)	16,0	12,0	4,0
Grasas (g) de las cuales:	1,5	2,0	0,5
•Saturadas	0,4	0,4	0,2
•Mónosaturadas	0,4	0,4	0,1
•Polisaturadas	0,7	1,2	0,2
Colesterol (mg)	0,0	0,0	0,0
Carbohidratos disponibles (g):	72,0	65,0	89,0
•Azúcares	28,0	17,0	41,0
•Almidones	44,0	48,0	48,0
Fibra Dietética total (g):	3,0	14,0	1,5
•Soluble	0,0	3,0	0,0
•Insoluble	3,0	11,0	1,5
Sodio (mg)	600,0	830,0	700,0
Potasio (mg)	260,0	460,0	65,0
Calcio (mg)	266,7	200,0	260,0
Magnesio (mg)	45,0	45,0	45,0
Zinc (mg)	NR	NR	5,0
Hierro (mg)	17,5	9,4	12,5
Fósforo (mg)	160,0	500,0	450,0
Selenio (μg)	14,0	NR	NR
Vitamina A (mg)	333,3	500,0	625,0
Vitamina B Total (mg)	4,5	4,0	4,5
Vitamina C (mg)	50,0	50,0	38,0
Vitamina E (mg)	11,7	NR	NR
Ácido Fólico (μg)	500,0	333,0	500,0

NR: No Reportado

Datos tomados de www.kellogg.com.mx.**2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL****2.1. MUESTRAS Y TRATAMIENTO**

Se tomaron muestras de tres variedades comerciales de cereales Kellogg's:

- * Hojuelas de arroz (Special K)
- * Hojuelas de trigo (All Brand)
- * Hojuelas de maíz (Zucaritas)

Se tomó de cada paquete de 1 kg (5 paquetes de 1 kg por variedad, de la misma fecha de elaboración) una muestra representativa de tamaño "n", calculada a partir de la expresión:

$$n = [Z^2.p.q.N] / [N.e^2 + Z^2.p.q]$$

donde:

- n = tamaño de muestra a tomar en gramos (g)
- N= tamaño de la población en gramos (g)
- p = 0,95 y q = 0,05, como factores de probabilidad de muestra representativa
- Z= 1,960 como valor estadístico para un 95% de nivel de confiabilidad
- e = 0,05 como nivel de error de estimación.

De esta manera los tamaños de muestra (n) de cada variedad de cereal fueron de 65-70 gramos por paquete. Las muestras fueron mezcladas y homogenizadas, trituradas y tamizadas a tamaños de 100 micras a través de tamices Taylor y posteriormente por técnica de cuarteo se tomaron fracciones de tamaños de muestras para los ensayos siguientes.

2.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE CARACTERIZACIÓN

A las muestras se les practicaron los estudios siguientes(13-15):

- * Contenidos de humedad y cenizas: sequedad, incineración y gravimetría (AOAC, 1995, Part 925.09 y 923.03).
- * Contenidos de proteínas: Método Kjeldahl para determinación de nitrógeno (AOAC, 1995, Part 991.20).
- * Contenidos de grasas totales: Método de extracción en equipo Soxhlet (AOAC, 1995, Part 922.06).
- * Carbohidratos disponibles: Por cálculos (Blanco, et al., 200).
- * Contenido de almidones: Por diferencia.
- * Contenidos de azúcares: Método de azúcares reductores totales y azúcares reductores directos (AOAC, 1995, Part 941.9, 942.9, método volumétrico de Lane-Eynon).
- * Contenido de fibras totales o fibra bruta y contenidos de fibras solubles e insolubles (AOAC, 1995, Part 978.10).
- * Contenidos de elementos metálicos: sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc: Método de espectroscopía de absorción y/o emisión atómica, posterior a una mineralización total (AOAC, 1995, Part 973.34, 969.32 y 985.35).
- * Distribución de tamaños de gránulos: Por analizador de difracción de rayos Láser de tamaños de partículas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de humedades reflejan valores reales ligeramente más altos que los reportados por los fabricantes en el orden de 1,2 a 1,4 veces mayores; esto puede tener su explicación por el tiempo en anaquel y almacenaje desde su elaboración (Ver Cuadro 3).

CUADRO 3

Porcentaje de humedad y cenizas de cereales para desayuno.

Humedades y Cenizas en cereales						
Muestra	CKHArroz		CKHMaíz		CKHTrigo	
	% Humedad	% Cenizas	% Humedad	% Cenizas	% Humedad	% Cenizas
1	3,90	3,52	2,54	2,44	5,00	4,39
2	4,17	3,74	2,83	2,40	5,47	4,46
3	4,16	3,62	2,40	2,42	5,12	4,52
4	4,58	3,64	2,74	2,56	5,58	4,62
5	3,56	3,46	2,32	2,72	5,77	4,32
Media	4,07	3,59	2,57	2,51	5,39	4,46
Des Est	0,25	0,13	0,25	0,09	0,26	0,12
% CV	5,94	3,61	9,72	3,55	4,81	2,61
Según Kellogg's	3,00	NR	2,00	NR	4,00	NR

NR: No Reportado

CV: Coeficiente de variación

Los resultados en % de grasas totales resultan de interés, partiendo de lo señalado por la bibliografía consultada. Si comparamos lo reportado en los cuadros 1 a 3, en contenidos de grasas totales en los granos de cada cereal, con lo encontrado en los valores experimentales en los cereales para desayuno evaluados (Cuadro 4a y 4b), podemos notar que según el fabricante, los porcentajes en grasas totales, en el cereal para desayuno de hojuelas de maíz, deben ser unas 7 veces menor que el contenido en el grano y experimentalmente se encontró que es unas 2,5 veces menor; por su parte en las hojuelas de trigo están en correspondencia los valores reportados para los granos, por el fabricante y el encontrado experimentalmente. Sin embargo para las hojuelas de arroz, del grano al producto final, deberá ser unas 1,5 veces menor y experimentalmente se encontró que es 2,4 veces mayor. Esto pone de manifiesto que en las condiciones de producción para este último producto se emplea algún tipo de grasa.

CUADRO 4 a

Porcentaje de grasas totales y de proteínas en cereales para el desayuno.

Grasas totales y proteínas en cereales para desayuno						
	CKHArroz		CKHMaíz		CKHTrigo	
Muestra	% Grasa	% Proteinas	% Grasa	% Proteinas	% Grasa	% Proteinas
1	3,51	15,76	1,48	3,91	2,14	11,36
2	3,77	14,81	1,42	4,00	2,20	10,55
3	3,81	14,64	1,44	4,08	2,20	10,99
4	3,71	14,93	1,47	3,77	2,13	11,96
5	3,68	14,72	1,40	3,91	2,16	11,24
Media	3,70	15,07	1,44	3,93	2,17	11,22
Des Est	0,21	0,26	0,13	0,13	0,21	0,31
% CV	5,99	1,81	9,88	3,04	8,96	3,28
Según Kellogg's	1,50	16,00	0,50	4,00	2,00	12,00

CUADRO 4 b

Comparación del % de grasas totales en grano, cereal para desayuno
y según el fabricante (Kellogg's)

		GRANO	CEREAL P/DESAYUNO	S/KELLOGGS
MAÍZ	% Grasa	3,0 - 4,0	1,44	0,50
TRIGO	% Grasa	1,5 - 2,5	2,17	2,00
ARROZ	% Grasa	1,8 - 2,5	3,70	1,50

Valores medios

Con respecto a los contenidos de proteína se puede considerar que aunque se presentan ligeramente más bajos que las especificaciones del fabricante para las hojuelas de arroz y trigo, son admisibles estos rangos y pueda deberse al tiempo transcurrido desde su producción.

Los contenidos en fibras totales y carbohidratos se muestran en el cuadro 5. Se observa que los porcentajes en fibras corresponden con buena aproximación a lo reportado por el fabricante con la salvedad de las hojuelas de trigo, que los valores reales encontrados resultaron ligeramente más bajos. De manera análoga los contenidos de carbohidratos totales se comportan similar a lo señalado por los fabricantes para las hojuelas de arroz y de

maíz; en las hojuelas de trigo se aprecia un contenido mayor en 1,2 veces mayor que lo indicado en las especificaciones de calidad. De los contenidos totales de carbohidratos, en el cuadro 6 se recoge la composición en azúcares y por diferencia los contenidos en almidones.

CUADRO 5

Contenidos de fibras totales y de carbohidratos en cereales para desayuno.

Fibras totales y Carbohidratos en cereales						
	CKHArroz		CKHMaíz		CKHTrigo	
Muestra	% Fibra	% Carbohid	% Fibra	% Carbohid	% Fibra	% Carbohid
1	2,70	74,74	1,57	89,19	12,41	79,12
2	2,68	74,15	1,47	89,54	12,09	78,00
3	2,89	74,58	1,43	89,68	12,16	77,98
4	2,86	74,32	1,33	89,00	12,10	78,22
5	2,84	74,18	1,52	89,78	12,36	78,33
Media	2,80	74,39	1,46	89,44	12,22	78,33
Des Est	0,09	2,84	0,12	1,66	0,14	3,08
% CV	3,16	3,79	9,01	1,81	0,94	4,57
Según Kellogg's	3,00	72,00	1,50	89,00	14,00	65,00

CUADRO 6

Contenidos de azúcares totales y de almidones en cereales para el desayuno.

Azúcares totales y almidones en cereales						
	CKH Arroz		CKH Maíz		CKH Trigo	
Muestra	% Azúcares	% Almidones	% Azúcares	% Almidones	% Azúcares	% Almidones
1	22,56	53,03	51,05	42,19	22,16	57,00
2	24,35	53,50	49,87	39,70	24,07	55,88
3	21,18	53,15	48,67	40,23	20,63	55,18
4	25,07	53,05	50,00	40,47	23,450	55,88
5	26,72	52,06	52,44	41,02	20,09	55,52
Media	23,98	52,96	50,41	40,72	22,08	55,89
Des Est	2,16	2,45	1,42	1,57	1,73	3,12
% CV	9,01	4,82	2,81	3,78	7,82	6,90
Según Kellogg's	28,00	44,00	41,00	48,00	17,00	48,00

Se observa que las hojuelas de arroz presentan un contenido en azúcares totales 1,2 veces menor que lo reportado por las especificaciones de calidad, en tanto las hojuelas de trigo y maíz en 1,2 - 1,3 veces mayor. Esto marca la diferencia, por cuanto las hojuelas de arroz y trigo resultan similares en contenidos reales de azúcares y de almidones, incluso 1,2 veces por encima de lo señalado por encima de lo señalado en las especificaciones, para este último.

Con respecto a los contenidos metálicos de los cereales en estudio, en el Cuadro 7 se aprecian los resultados de Ca, Mg, Na, K, Fe y Zn así como los análisis en contenidos de Cr, Cd y Pb como elementos metálicos no deseables, tóxicos y no biodegradables. Los contenidos de Ca, Fe y Na son similares los reportados y los encontrados experimentalmente en los cereales. Los contenidos en Mg en las hojuelas de maíz resultaron ser 1,6 veces menor que lo indicado en la etiqueta y los contenidos en K, 1,5 veces menor; para este último elemento, en las hojuelas de trigo fueron 2,3 veces menos que lo indicado por las especificaciones. Los contenidos de Zn para las hojuelas de maíz fueron 1,5 veces menores que las indicadas, resaltando el caso de las hojuelas de arroz donde el fabricante no reporta presencia de este elemento y sin embargo fue detectado en valores de 1 mg/100 g del producto. El Cuadro 8 muestra estas comparaciones globales y en forma gráfica.

CUADRO 7

Análisis de metales en cereales por variedad.

a) Cereal de Maíz mg/100g

Muestra	Ca	Fe	Na	Mg	K	Zn	Cr	Cd	Pb
1	274.966	11.167	749.731	27.263	43.645	3.394	<0.015	<0.095	<0.030
2	278.231	11.864	740.022	29.014	44.142	3.529	<0.015	<0.095	<0.030
3	275.565	11.034	700.893	26.720	44.395	3.644	<0.015	<0.095	<0.030
4	266.582	12.032	749.731	28.202	43.724	3.041	<0.015	<0.095	<0.030
media	273.838	11.524	738.094	27.805	43.977	3.402	<0.015	<0.095	<0.030
Desv Est.	4.365	0.431	20.140	0.876	0.307	0.226	-	-	-
%CV	1.59	3.74	2.74	3.15	0.70	6.65	-	-	-
Según Kellog	260.000	12.500	700.000	45.000	65.000	5.000	NR	NR	NR

b) Cereal de Arroz mg/100g

Muestra	Ca	Fe	Na	Mg	K	Zn	Cr	Cd	Pb
1	244.309	16.361	557.969	47.859	242.563	1.111	<0.015	<0.095	<0.030
2	251.316	18.096	548.279	46.161	246.044	0.968	<0.015	<0.095	<0.030
3	245.560	16.220	528.324	50.726	232.120	1.050	<0.015	<0.095	<0.030
4	254.070	16.101	557.989	46.779	241.568	1.130	<0.015	<0.095	<0.030
media	248.814	16.695	548.145	48.382	240.574	1.072	<0.015	<0.095	<0.030
Desv Est.	4.024	0.815	12.111	1.648	6.156	0.052	-	-	-
%CV	1.62	4.88	2.21	3.41	2.14	4.89	-	-	-
Según Kellog	267.000	17.500	600.000	45.000	260.000	NR	NR	NR	NR

c) Cereal de Trigo mg/100g

Muestra	Ca	Fe	Na	Mg	K	Zn	Cr	Cd	Pb
1	174.022	8.223	941.436	41.001	192.633	<0.079	<0.015	<0.065	<0.030
2	186.533	8.401	950.939	42.732	195.320	<0.079	<0.015	<0.065	<0.030
3	185.510	8.437	892.806	40.438	197.324	<0.079	<0.015	<0.065	<0.030
4	191.512	8.569	941.474	41.920	197.806	<0.079	<0.015	<0.065	<0.030
media	184.394	8.408	931.664	41.623	195.821	<0.079	<0.015	<0.065	<0.030
Desv Est.	6.405	0.124	22.765	0.876	1.961	-	-	-	-
%CV	3.47	1.47	2.44	2.11	1.00	-	-	-	-
Según Kellog	200.000	9.400	830.000	45.000	460.000	NR	NR	NR	NR

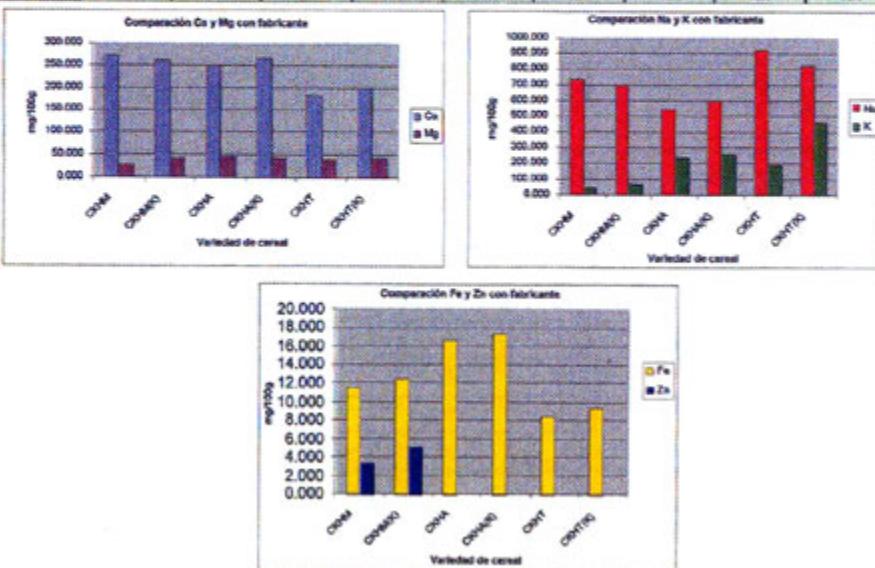
LD: Límites de detección experimentales

LD (mg/100g) 0.536 0.193 0.247 0.070 0.152 0.079 0.015 0.095 0.030

CUADRO 8

Comparación de valores medios entre las concentraciones de metales encontradas y las reportadas por el fabricante.

Muestra	Cu	Fe	Na	Mg	K	Zn	Cr	Cd	Pb
DON	273.636	11.524	735.094	27.905	43.977	3.402	<0.015	<0.095	<0.030
260.000	12.500	700.000	45.000	55.000	5.000	NR	NR	NR	NR
248.814	16.595	548.145	48.382	240.574	—	<0.015	<0.095	<0.030	NR
267.000	17.500	600.000	45.000	260.000	NR	NR	NR	NR	NR
184.394	8.408	501.664	41.523	195.821	<0.078	<0.015	<0.095	<0.030	NR
200.000	9.400	630.000	45.000	480.000	NR	NR	NR	NR	NR



Los contenidos metálicos encontrados en cereales para desayuno y expresados como % m/m de sus respectivos óxidos y sumados, se corresponden con los porcentajes de cenizas encontrados experimentalmente.

Muestras de cereales para desayuno preparadas en forma de suspensiones acuosas, fueron separadas en sus componentes solubles (azúcares) de materiales fibrosos (fácilmente sedimentables) y de los restantes componentes como grasas y partículas de almidones, que quedaron en suspensión. La fase suspendida, se sometió al análisis de distribución y tamaño de partículas por difracción de rayos Lasser, en un equipo LS13320, de la firma Beckman.

Los tamaños promedios de los gránulos de almidón, oscilaron entre 10 y 40 micras, en dependencia de la especie que lo origina. En las figuras 1 a la 3 se aprecian los gráficos de distribución de tamaños de las partículas donde se denota una marcada diferencia entre los tamaños de gránulos de almidón de una especie a otra (arroz < maíz < trigo) y esta diferencia es prácticamente el doble de una a otra. Se acompañan de una microfotografía realizada al sólido separado por centrifugación, en la que se puede apreciar la morfología de dichos gránulos. Finalmente en la figura 4 se recoge un análisis gráfico de los valores promedios de estos gránulos en los que se hace notar la diferencia señalada. Es importante destacar que en todos los casos se pudo apreciar agregados de partículas de tamaños cercanos a las 150-250 micras que corresponden a las fracciones de grasas suspendidas y están en correspondencia con los contenidos en grasas encontrados, arroz (3,53 %) > trigo (2,32 %) > maíz (1,36 %).

Las microfotografías se realizaron en un microscopio electrónico de barrido JEOL. Los esquemas de comparación fueron tomados de la bibliografía(3).

FIGURA 1

Distribución de tamaño de gránulos de almidón en cereal de arroz.

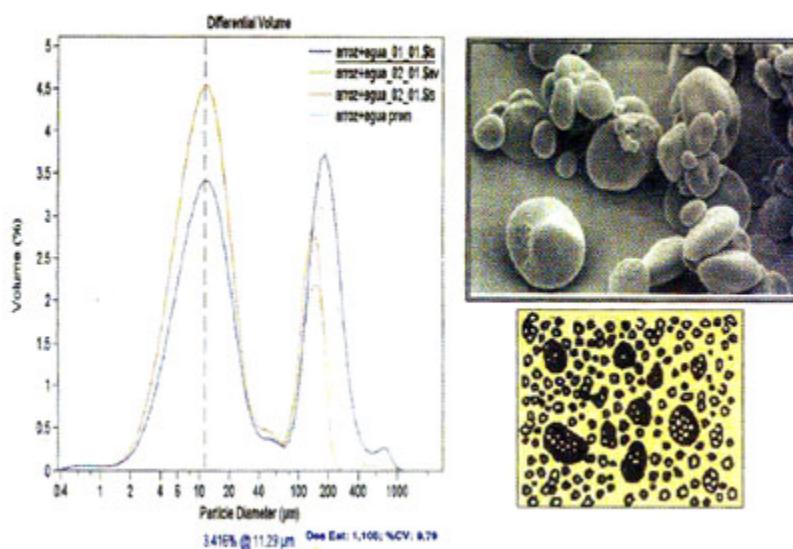


FIGURA 2
Distribución de tamaño de gránulos de almidón en cereal de maíz.

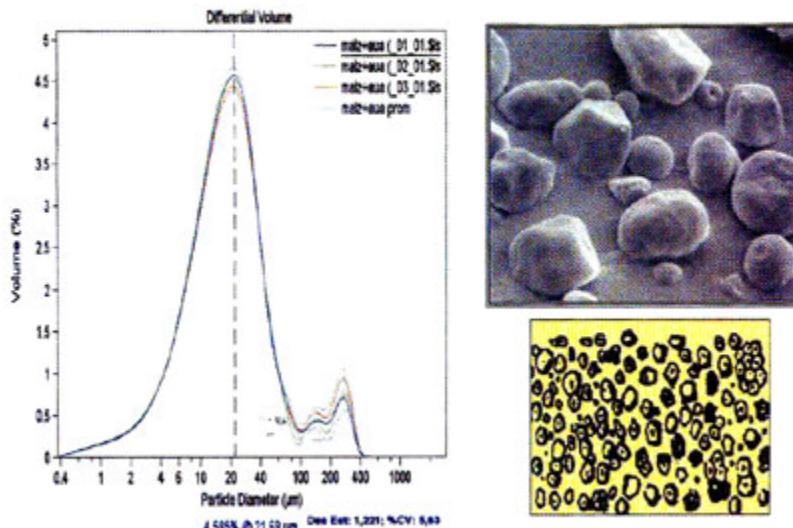
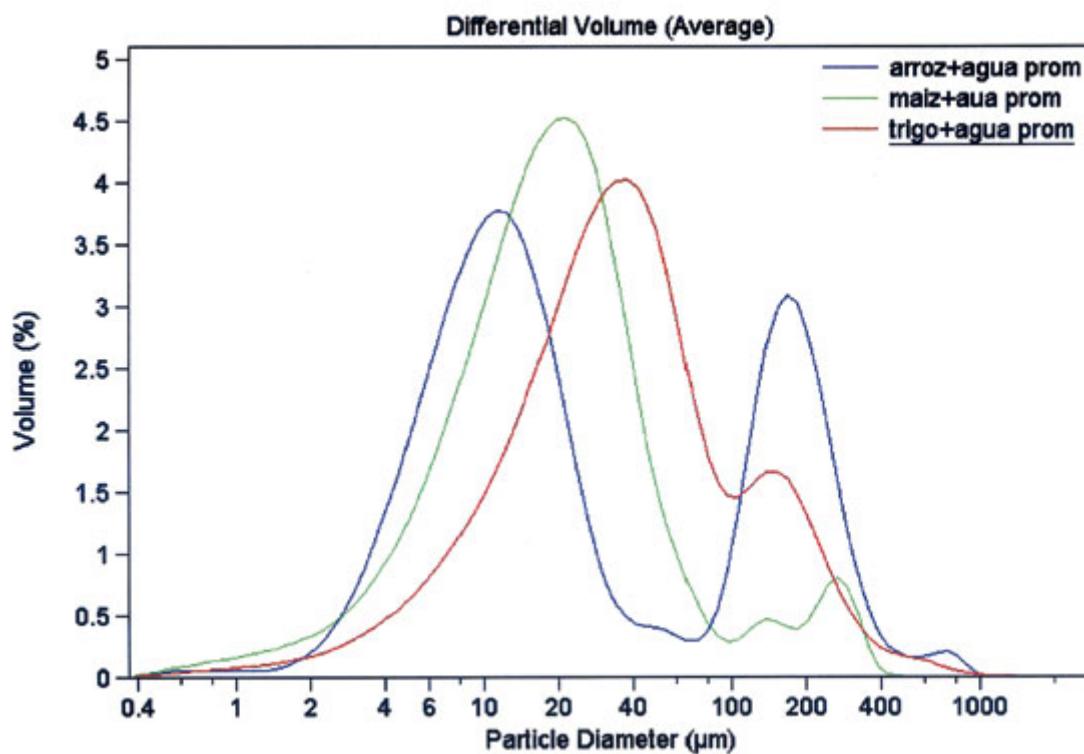
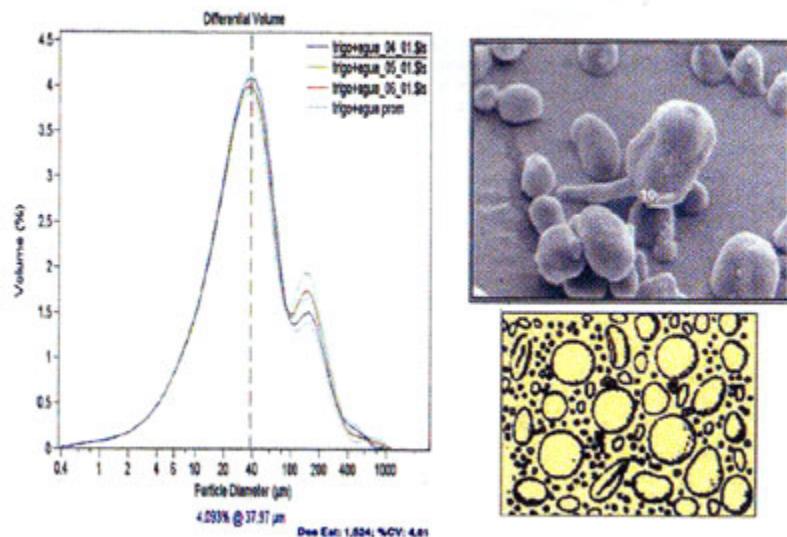


FIGURA 3

Distribución de tamaño de gránulos de almidón en cereal de trigo.



4. CONCLUSIONES

Un estudio de caracterización fisicoquímica de cereales expandidos en forma de hojuelas de diferentes especies de granos (arroz, maíz y trigo), permite encontrar diferencias sustanciales entre los mismos así como corroborar los valores reportados por los fabricantes. Esto permitiría de manera análoga evaluar su estabilidad al almacenamiento y realizar estudios de predicción de fechas de caducidad.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Brand, T. S.; Cruywagen, C. W.; Brandt, D. A.; Viljoen, M. and Burger, W. W. "Variation in the chemical composition, physical characteristics and energy values of cereal rations produced in the Western Cape of South Africa". *South African J Animal Science*, 2003, 33 (2), 117-126.
2. Charley, H. *Tecnología de alimentos. Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. Editorial Limusa. Noriega Editores. (2000), p.p 189-197.
3. Callejo, M. de J. *Industria de cereales y derivados*. Editorial AMV Ediciones y Mundi-Prensa. 1^a. Edición, 2002, Cap. 14 pp. 313-325.
4. Aldrich, S. R., W. O. Scott y R. G. Hoeft. *Modern corn production*. Tercera edición. A y L Publications, Inc., Champaign, Illinois, EUA. 1986. pp. 358
5. Faiguenbaum, H. Trigo. Faiguenbaum (ed.). *Producción de cultivos en Chile. Cereales, leguminosas e industriales*. Publicitaria Torrelodones, Santiago, Chile. 1988. pp. 187-212.
6. Faiguenbaum, H. *Crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz*. Faiguenbaum y M. Kogan (eds.). *Técnicas de producción de maíz*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales, Santiago, Chile. 1990. pp. 51-75.
7. Leonard, W. H. y J. H. Martin. *Cereal crops*. The Macmillan Company, New York, New York, EUA. 1963. pp. 824.
8. Peterson, R. F. *Wheat: Botany, cultivation and utilization*. N. Polunin (ed.). *World Crops Books*, London, Inglaterra. 1965, pp. 422.
9. Davis, H. *Compendium of rice diseases*. R. K. Webster and P. S. Gunnell (eds.). University of California, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, EUA. 1992. pp. 62.
10. NMX-FF-034-1995-SCFI; "Productos alimenticios no industrializados - cereales - maiz (*Zea mays* L) - Especificaciones y métodos de prueba".
11. NMX-FF-036-1996; "Productos alimenticios no industrializados-cereales-trigo (*Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* desf.)

12. NMX-FF-035-1982; "Productos alimenticios no industrializados para uso humano - cereales - arroz (*Oryza sativa*) Especificaciones y métodos de prueba. 1982.
13. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Edited by Kenneth Herlich. 1995; I: 78-79, 237, 247, 272.
14. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 1995. Volumen II. Edited by Kenneth Herlich. 1995. pp. 777-778, 1110.
15. Blanco, M. A.; Montero, M. de los A.; Fernández, M. "Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica" Arch Latinoam Nutr 2000, 50 (1), 62-74.

Correspondencia a: Profesor Francisco Prieto G.

Centro Investigaciones en Materiales y Metalurgia, Universidad Autónoma de Hidalgo
Carretera Pachuca-Tulancingo,Ciudad Universitaria, Pachuca, Hidalgo. Mexico, E-mail:
prietog@uaeh.reduaeh.mx.