

Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones

Valeria Del Castillo, Gerardo Lescano, Margarita Armada

Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSA), Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta, Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI – CONICET) – Argentina

RESUMEN. Se formularon alimentos sin gluten para celíacos con base a mezclas de harina de quínoa (*Chenopodium quinoa*), arroz y maíz con almidones. Para la formulación de estos alimentos se usó la herramienta informática (ALIM V1.0) desarrollada por los autores. Se obtuvieron panqueques, scones, prepizza y pan, los cuales fueron evaluados en composición química (proteínas, grasas, cenizas, fibras, humedad y carbohidratos). También se determinaron actividad de agua (a_w), aceptabilidad y parámetros de textura (dureza, gomosidad, masticabilidad, adhesividad, cohesividad). Se tomaron como referencia productos comerciales (C) a los que se les realizaron los mismos análisis que a los productos formulados (F). Se encontraron diferencias significativas en los contenidos de proteínas, grasas, humedad, cenizas, fibras y en la mayoría de los parámetros de textura estudiados en ambos grupos de productos ($p < 0.05$). En los panqueques y scones (F) se observan incrementos de proteínas de 88 y 198 % respectivamente, mientras que la prepizza y el pan (F) mostraron contenidos menores (8 y 22 %) respecto de sus pares comerciales; sin embargo todos los productos (F) poseen Cómputos Químicos con valores superiores a 100. Las a_w de los productos (F) y (C) resultaron similares a los datos citados en bibliografía para productos análogos. Las formulaciones más aceptables fueron los scones y los panqueques con valores superiores al 80%. Los productos formulados en general aportan proteínas de buena calidad, poseen buenas características texturales y adecuados porcentajes de aceptabilidad para ser usados en la alimentación de pacientes celíacos.
Palabras clave: Alimentos formulados, celíacos, harina de quínoa, mezcla de harinas.

INTRODUCCION

La enfermedad celíaca ocurre en individuos predispuestos genéticamente, en los cuales la ingestión de alimentos que contienen gluten daña la superficie de la mucosa del intestino delgado lo que lleva a la incapacidad de absorción de nutrientes. El tratamiento de esta patología es exclusivamente dietético y consiste en la eliminación de la dieta de los cereales: trigo, avena, cebada y centeno y de los productos elaborados a partir de sus harinas (1).

La mayoría de los productos de panadería, confitería y pastelería en Argentina contienen harina de trigo como principal componente, entonces, el paciente celíaco encuentra limitaciones en cuanto a su alimentación. Si bien se han desa-

SUMMARY. Foods formulation for people with celiac disease based on quinoa (*Chenopodium quinoa*), cereal flours and starches mixtures. Gluten free food for people with celiac disease based on quinoa, rice and corn flours and starches, were formulated. An informatic tool (ALIM V 1.0) developed by the authors, was used for the formulation of these foods. The obtained products were pancakes, scones, precooked pizza and bread which were analyzed in their chemical composition (protein, fat, fiber, moisture, ash and carbohydrates). Water activity (a_w), acceptability and texture parameters (hardness, gumminess, chewiness, adhesiveness and cohesiveness) were also determined. Commercial products (C) were taken as reference and were performed the same analysis to formulated products (F). Significant differences were found in protein, fat moisture, ash and fiber content and in most of the texture parameters studied in both food groups ($p < 0.05$). In pancakes and scones (F) was observed an increase of protein of 88 and 198% respectively, while prepizza and bread (F) showed lower contents (8 and 22%) respect to their commercial pairs, however all products (F) have Chemical Scores higher to 100. The a_w of products (F) and (C), gave values similar to the data cited on bibliography for analogous products. The formulations more acceptable (values over 80%) were scones and pancakes. Overall, the formulated products provide good quality proteins, have good textural characteristics and adequate percentages of acceptability to be used in the feeding of celiac patients.

Key words: Formulated foods, celiac, quinoa flour, flour mixes.

rollado una serie de productos comerciales para estos pacientes, su variedad en el mercado local es escasa y no existen productos elaborados con quínoa. Este cereal es un cultivo ancestral de la región de Los Andes. Su grano pequeño contiene proteínas de alto valor biológico, es rico en potasio y otros minerales y a diferencia del trigo posee mayores contenidos de lisina. Puede ser consumido como grano entero o harina. Debido a su valor nutritivo y al no contener gluten es posible su utilización en formulación de productos aptos para celíacos y a su vez revalorizar su cultivo en la región del Noroeste de la Argentina para ser introducido en la alimentación de poblaciones en riesgo nutricional (2,3).

El objetivo del presente trabajo fue formular y obtener alimentos libres de gluten, aptos para pacientes celíacos, en

base a mezclas de harina de quínoa, arroz y maíz con almidones de maíz y mandioca.

MATERIAL Y METODOS

Para la formulación de alimentos se trabajó con una herramienta informática desarrollada por los autores (ALIM V1.0) (4) cuya base de datos fue elaborada a partir de Tablas de composición química de alimentos (5-7).

Como ingrediente básico se utilizó harina de quínoa (*Chenopodium quínoa*), procedente de Bolivia y adquirida en un comercio local, harina de arroz (*Oryza sativa*), harina de maíz (*Zea mays*), almidón de mandioca o yuca (*Manihot esculenta*) y almidón de maíz, como sustitutos del harina de trigo. Se usó además, leche, huevos, almidón pregelatinizado, lecitina y otros productos aptos para celíacos según Codex Alimentarius (8) y ACELA (Asociación Celíaca Argentina) (9).

Las formulaciones obtenidas (F) fueron: panqueques (crêpes o masa delgada que admite un relleno dulce o salado), scones (bollito dulce para acompañar el te), prepizza (masa para pizza precocida) y pan. A estos productos se les determinó: Energía por cálculo con factor de Atwater, proteína por Kjeldahl, grasas por Soxhlet, humedad y cenizas (técnicas oficiales de AOAC) (10), carbohidratos por diferencia a 100, fibra dietética (ANKOM 220 Fiber Analyzer), a_w (con higrómetro Rotronic Hygroskop BT a 25 °C), aceptabilidad (en 100 consumidores usando una escala hedónica de 5 puntos) (11) y parámetros de textura (dureza, gomosidad, masticabilidad, adhesividad, cohesividad) con analizador de texturas CNS Farnell QTS 25.

Los productos comerciales (C) usados como referencia fueron alimentos no aptos para celíacos puesto que no se dispone de los mismos en el mercado local. Se tomaron 2 marcas comerciales de cada producto y se realizaron las mismas determinaciones que para los productos formulados.

Análisis estadístico

Los resultados fueron presentados como media \pm D.S. de los valores obtenidos por triplicado. Se usó la prueba t para composición química y parámetros de textura de alimentos formulados y comerciales con un nivel de significación del 95% usando el programa Graph Pad Prism 4.0 (12).

RESULTADOS

En la Tabla 1 se observan los ingredientes utilizados para cada formulación, en donde la quínoa está incluida en porcentajes entre el 8.22% para el panqueque y el 34.82% para la prepizza. Estas proporciones defieren en función de las características nutricionales y funcionales que son deseables para cada producto.

TABLA 1
Ingredientes de los alimentos formulados (g/100g)0

Ingredientes	Panqueque	Scones	Prepizza	Pan
Harina quínoa	8.22	21.51	34.82	26.32
Harina maíz	-	-	13.93	-
Harina arroz	-	32.26	-	-
Almidón maíz	-	-	-	2.63
Almidón mandioca	8.22	-	13.93	26.32
Leche fluida	54.79	-	13.93	-
Leche polvo entera	-	-	-	2.63
Leche polvo descremada	-	8.60	-	-
Huevo entero	27.40	10.75	13.93	-
Clara de huevo	-	-	-	26.32
Azúcar	-	16.13	0.70	4.39
Levadura	-	-	3.48	5.26
Margarina	-	10.75	-	4.39
Aceite	-	-	2.79	-
Sal	1.37	-	2.09	0.88
Lecitina	-	-	0.42	0.88
Agua	-	c.n.	c.n.	-

Los panqueques y scones (F) poseen mayores contenidos de proteína que los (C). Por su parte la prepizza y el pan (F) presentaron menores contenidos de este nutriente. Sin embargo, el Cómputo Químico de los productos (F) presenta valores mayores a 100 para todos los aminoácidos (Tabla 2). La prepizza y scones (F) tienen mayores contenidos de fibras en tanto que la prepizza y los panqueques presentan mayores contenidos de grasa que sus testigos (C). Todos los productos (F) presentaron menores porcentajes de humedad a excepción del pan.

Mediante análisis estadístico se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) en todos los macronutrientes entre ambos grupos de alimentos, excepto para la humedad de las prepizzas (Tabla 3). La Tabla 4 presenta los resultados de los parámetros de textura evaluados en productos formulados y comerciales. Los scones, prepizza y pan (F) presentaron mayores valores para todos los parámetros de textura con respecto a los comerciales a excepción de la cohesividad de los scones. Por el contrario, los panqueques (F) presentaron menores valores en todos los parámetros de textura evaluados, respecto de los panqueques (C).

Mediante análisis estadístico se observan diferencias significativas en la mayoría de los parámetros evaluados en scones, prepizza y pan, excepto para la cohesividad del pan y la cohesividad y gomosidad de la prepizza ($p < 0.05$) (Tabla 4).

En los panqueques (F) y (C) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en ninguno de los parámetros de textura evaluados.

TABLA 2
Cómputo químico de ingredientes y productos formulados (F)

	Patrón* (mg/g proteína)	Cómputo Químico						
		Maíz	Arroz	Quínoa	Panqueque	Scones	Prepizza	Pan
Histidina	15	203	157	160	157	169	165	169
Isoleucina	30	119	144	120	168	167	138	163
Leucina	59	208	140	102	135	137	127	131
Lisina	45	63	80	125	161	153	130	148
Azufrados	22	177	200	121	191	159	156	189
Aromáticos	38	236	228	182	234	225	207	227
Treonina	23	164	155	152	194	181	170	171
Triptofano	6	118	194	160	249	200	179	183
Valina	39	130	156	115	148	147	129	151

* WHO/FAO/UNU. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. WHO Technical Report Series 935. Geneva, 2007 (19).

TABLA 3
Composición química y aporte calórico de productos formulados (F) y comerciales (C) (g/100g)

		Energía (kcal)	Proteínas	Grasas	H de C [†]	Fibra	Cenizas	Humedad
Panqueque	F	200	9.42±0.05 ^{a*}	7.75±0.14 ^a	23.24	0.85±0.09 ^a	3.45±0.08 ^a	55.28±0.43 ^a
	C	179	5.00±0.02 ^b	4.33±0.08 ^b	29.90	1.33±0.02 ^b	2.81±0.06 ^b	56.57±0.50 ^b
Scones	F	408	9.93±0.06 ^a	12.47±0.27 ^a	63.92	2.20±0.04 ^a	1.73±0.04 ^a	9.75±0.11 ^a
	C	444	3.33±0.05 ^b	20.61±0.16 ^b	61.40	1.06±0.02 ^b	1.93±0.04 ^b	11.67±0.05 ^b
Prepizza	F	247	7.01±0.04 ^a	6.79±0.17 ^a	39.51	3.80±0.06 ^a	3.17±0.06 ^a	39.71±0.25 ^a
	C	238	7.60±0.03 ^b	3.40±0.07 ^b	44.25	1.80±0.03 ^b	2.65±0.05 ^b	40.30±0.25 ^a
Pan	F	230	6.12±0.05 ^a	5.50±0.12 ^a	39.12	1.81±0.12 ^a	1.77±0.05 ^a	45.66±0.32 ^a
	C	231	7.80±0.04 ^b	3.60±0.05 ^b	41.86	4.40±0.05 ^b	2.14±0.05 ^b	40.20±0.29 ^b

[†] Calculado por diferencia.

* Letras distintas indican diferencia significativa (p<0.05)

TABLA 4
Parámetros de Textura de los productos formulados (F) y comerciales (C)

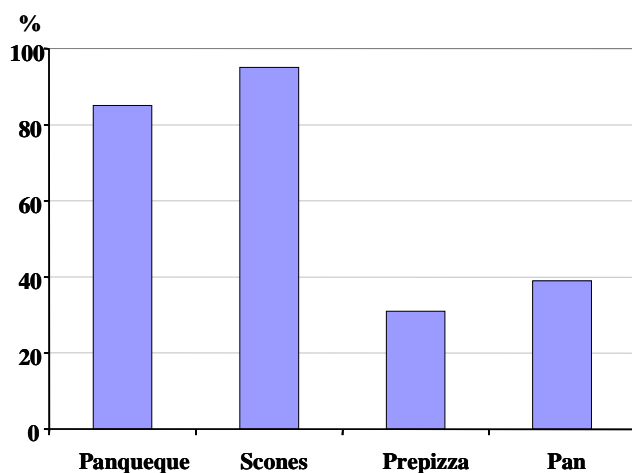
		Dureza (g)	Gomosidad (g)	Masticabilidad (g.mm)	Adhesividad [†] (g.s)	Cohesividad
Panqueque	F	72.67±21.01 ^{a*}	27.00±7.55 ^a	128.30±50.00 ^a	25.67±8.02 ^a	0.37±0.07 ^a
	C	142.70±45.00 ^a	81.67±44.00 ^a	592.30±152.00 ^a	36.67±7.02 ^a	0.62±0.10 ^a
Scones	F	1681±127 ^a	290.70±6.03 ^a	841.70±95.00 ^a	321.70±49.00 ^a	0.11±0.02 ^a
	C	1061±84 ^b	31.67±3.06 ^b	15.67±4.04 ^b	110.70±5.03 ^b	0.30±0.04 ^b
Prepizza	F	83.67±14.01 ^a	16.67±7.02 ^a	73.33±15.01 ^a	166.70±13.01 ^a	0.20±0.06 ^a
	C	39.67±3.06 ^b	7.07±0.61 ^a	14.10±1.97 ^b	105.70±3.06 ^b	0.17±0.02 ^a
Pan	F	75.33±12.01 ^a	17.67±2.08 ^a	129.30±19.01 ^a	235.70±35.50 ^a	0.24±0.10 ^a
	C	31.67±7.02 ^b	6.67±3.06 ^b	18.67±9.02 ^b	59.67±12.01 ^b	0.22±0.06 ^a

[†] Valores negativos.

* Letras distintas indican diferencia significativa (p<0.05).

La evaluación sensorial de los productos se presenta en la Figura 1, en la cual los productos más aceptables (categoría “me gusta mucho” + “me gusta”) fueron los scones y panqueques con el 95 y 85 % de aceptabilidad respectivamente.

FIGURA 1
Aceptabilidad de productos formulados



Todos los productos (F) y (C) presentaron a_w similares a los datos de bibliografía a excepción de los scones formulados (Tabla 5) (13).

TABLA 5
Actividad de Agua de productos formulados y comerciales

	Formulado	Comercial	Referencia*
Panqueques	0,999	0,999	> a 0,98
Scones	0,822	0,453	< a 0,60
Prepizza	0,958	0,980	0,93 – 0,98
Pan	0,970	0,980	0,93 – 0,98

* Valores de bibliografía (13).

DISCUSION

La sustitución parcial o total de harina de trigo por harinas de otros cereales (por ej. maíz, arroz) en la elaboración de productos de panificación para distintos grupos poblacionales, ha sido estudiada por diversos autores (14-18). Sin embargo, no se han encontrado trabajos de investigación que utilicen harina de quínoa en la formulación de alimentos para celíacos.

Riera (17) formuló panes sin gluten a partir de mezclas de almidones maíz-mandioca 50:50 y 60:40 utilizando leche o agua como medio líquido. Estos panes presentan menores contenidos de humedad (entre 26,79 y 33,96 g/100 g), de pro-

teínas (entre 0,82 y 3,07 g/100 g), de grasas (entre 3,15 y 4,75 g/100 g); mayores contenidos de carbohidratos (entre 80,58 y 93,43 g/100 g) y similares contenidos de cenizas (entre 1,44 y 2,34 g/100 g) al pan obtenido en el presente estudio.

Pedrosa Silva y El-Dash (18) formularon un pan exclusivamente a base de harina de arroz y con sustitución de un 10 % por harina pregelatinizada por extrusión y determinaron parámetros de textura. El pan (F) presenta mayor gomosidad, cohesividad y dureza y similares valores de masticabilidad respecto al pan de arroz.

La aceptabilidad del pan (F) es de aproximadamente 40% (Figura 1). Riera (17) obtuvo para el pan a base de almidones, un nivel de aceptabilidad entre el 84 y 97 %. Las diferencias entre los porcentajes de aceptabilidad pueden ser debidas a los ingredientes utilizados en ambas formulaciones y a la incorporación de mejoradores químicos en el pan.

Los investigadores da Silva Sunada y cols (16) obtuvieron un pan sin gluten a partir de una premezcla de harina de mandioca con una a_w (0,48) la cual es menor a la determinada en el presente estudio.

Con respecto a los demás productos formulados (panqueques, scones y prepizza) estos poseen proteínas de buena calidad, adecuada aceptabilidad y propiedades texturales que difieren de los patrones comerciales posiblemente debido al uso de harina de quínoa y almidones que carecen de las propiedades texturales que el gluten confiere a las masas elaboradas con trigo. Por esto, los productos (F) se presentan como una alternativa con buenas características nutricionales para ser implementados en la alimentación de pacientes celíacos.

Se concluye que la importancia de este trabajo radica en que: 1) La introducción de quínoa en las formulaciones para celíacos, además de sus ventajas nutricionales, promueve el uso de este grano andino revalorizando su cultivo en el Noroeste Argentino, 2) Facilita el acceso de alimentos libres de gluten para celíacos, actualmente muy escasos en el mercado local y 3) Sienta las bases para el desarrollo de nuevos productos a partir de mezclas que incluyan harina de quínoa, para distintos grupos poblacionales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la colaboración de la Ing. Neli Romano en la realización de los análisis estadísticos y la revisión del Resumen del presente trabajo.

REFERENCIAS

1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Subprograma XI. Tratamiento y Conservación de Alimentos. Red Iberoamericana de Alimentos para Regímenes Especiales. Guía Do Celiaco. Riare-Portugal; 1995. pp 12-21

2. Tapia M, Morón C. Valor Nutritivo de los Cultivos Andinos Subexplotados. En: Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Oficina Regional para América Latina y el Caribe; 1990. p.112-134.
3. Ayala, G. Aporte de los Cultivos andinos a la Nutrición Humana. En Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. p 101-112.
4. Lescano, G; Del Castillo,V. y Armada, M. Alim V 1.0 Herramienta Informática para la formulación de nuevos alimentos. Universidad Nacional de Salta; 2004
5. USDA. United State Department of Agriculture. Nutrient Data Laboratory. National Nutrient Database for Standard Reference. Release 19; 2007.
6. Wu Leung. Tabla de composición de alimentos para su uso en América latina. INCAP-ICNND; 1961.
7. Blanco-Metzler,A; Montero-Campos, M y Fernández-Piedra, M. Tabla de composición de alimentos de Costa Rica. Macronutrientes y fibra dietética. San José. Costa Rica;2006.
8. Codex Alimentarius. Codex Stan 118. Adoptado en 1979, enmendado en 1983 y revisado en 2008. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/web/Standard_list.do?lang=en
9. ACELA. Asociación Celiaca Argentina. Disponible en: <http://www.celiaco.org.ar/ar/alimentos.asp>. Guía de Alimentos y Medicamentos. 2007-2008.
10. Association of Official Analytical Chemistry. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12-13 th edition. Washington D.C.;1980.
11. Wittig de Penna, E. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Talleres Gráficos USACH. Chile. 1981. 134 pp.
12. GraphPad Software, Inc. GraphPad Prism V. 4.0. 2003
13. Fennema, O. R. Química de los Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España. p 67
14. Reyes Aguilar, M.J.; de Palomo, P. y Bressani, R. Desarrollo de un producto de panificación apto para el adulto mayor a base de harina de trigo y harina de arroz. Arch. Latinoam. Nutr. 2004;54(3)314-321.
15. Blanco-Metzler,A; Montero-Campos, M y Fernández-Piedra, M. Composición Química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica. Arch. Latinoam. Nutr.2000;50(1)91-96.
16. da Silva Sunada, C; Cereda Pascoli, M; Vilpoux, O y de Avila, E.R. Pré-mistura para produção do pão sem glúten baseada em derivados da mandioca. XI Congresso Brasileiro de Mandioca.
17. Riera, A.L. Productos de Panificación a base de mezclas de almidones. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Salta; 1992. pp.37-41
18. Pedrosa Silva Clerici, M.T. y El-Dash, A. Farinha extrusada de arroz como sustituto de glúten na produção de pão de arroz. Arch. Latinoam. Nutr.2006;56:288-294.
19. WHO/FAO/UNU. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. WHO Technical Report Series 935. Geneva; 2007.

Recibido: 23-03-2009

Aceptado: 24-07-2009