

GALLETITAS A BASE DE HARINA DE SORGO, BAJAS EN GRASAS SATURADAS, LIBRES DE PROLAMINAS Y GLUTELINAS POTENCIALMENTE ALERGÉNICAS

COLOMBO, María Elena; ALTAMURA, Maríangeles; RIVAS, Jessica Ruth; RUSSANO, Melisa Lorena; VALENTINI, Mara; RODRIGUEZ LUBARY, Delia

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición, Buenos Aires, Argentina.

I. RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue diseñar y desarrollar galletitas a base de harina de sorgo, libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas, reducidas en grasas saturadas; evaluar su aceptabilidad global y calcular el costo de elaboración.

Materiales y Métodos: Diseño transversal, cuantitativo. Etapa 1: Se desarrollaron cuatro prototipos de galletitas a base de un 80 % de harina de sorgo y el restante 20% con harina de trigo sarraceno (prototipo 1), harina de arroz (prototipo 2), fécula de mandioca (prototipo 3) y almidón de maíz (prototipo 4). Se calculó la composición química porcentual y el costo de elaboración de cada prototipo. Etapa 2: Se realizó una evaluación sensorial (prueba hedónica de aceptabilidad global) en 40 individuos sanos, habituales consumidores de galletitas. La obtención de la muestra fue por conveniencia.

Resultados: El 50% de la muestra calificó al prototipo 1 como el más aceptado (“me gusta mucho”), con una concentración porcentual de 18,26 g de grasas totales y 2,25 g de ácidos grasos saturados. El costo promedio de elaboración fue de \$9,49 cada 100 g de galletita.

Conclusión: Fue factible la elaboración de una galletita libre de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas a base de un 80% de harina de sorgo y 20% de trigo sarraceno, baja en grasas saturadas, agradable a los consumidores y de costo accesible.

Palabras clave: Sorgo, galletitas, celiacuí, prolaminas y glutelinas alergénicas

ABSTRACT

The aim of this study is to design and create biscuits based on sorghum flour, free of potentially allergenic glutelins and prolamins, which are reduced in saturated fats; as well as to evaluate their overall acceptability and calculate the cost of processing.

Materials and method: Transverse, quantitative design. Stage 1: Four prototypes of biscuits were created based on 80% sorghum flour and the remaining 20% with buckwheat flour (prototype 1), rice flour (prototype 2), cassava starch (prototype 3) and corn starch (prototype 4). The percentage of the chemical composition and the manufacturing cost of each prototype were calculated. Stage 2: A sensory evaluation (hedonic test of global acceptability)

was carried out in 40 healthy individuals, who regularly consume biscuits. Obtaining the sample was of convenience type.

Results: 50% of the individuals rated prototype 1 as the most accepted ("I like it a lot"). The cost of making them was \$ 9.49 per 100 g of biscuit.

Conclusion: It was possible to prepare a biscuit free of potentially allergenic glutelins and prolamins, made of 80% sorghum flour and 20% buckwheat, which is reduced in saturated fats, pleasant for consumers and that has an accessible price.

Key words: Sorghum, biscuits, celiac disease, prolamines and allergenic glutelins.

II. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los productos de panadería, confitería y pastelería en Argentina contienen harina de trigo como principal componente, es por ello que la población celíaca encuentra limitaciones en la elección de alimentos. A su vez, los productos para celíacos como galletitas o bizcochos disponibles en el mercado, generalmente contienen una alta proporción de grasas saturadas, y bajo contenido de ácidos grasos omega 6 y 9, lo que reduce su calidad nutricional desde el punto de vista del perfil lipídico.

Por tal razón se decidió diseñar y desarrollar un prototipo de galletita libre de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas con un mejor perfil lipídico, utilizando como ingrediente principal en su formulación la harina de sorgo.

Enfermedad celíaca

La Enfermedad Celíaca es una enfermedad sistémica autoinmune y se manifiesta por la intolerancia permanente a las proteínas formadoras de gluten presentes en cereales como trigo (gliadinas), cebada (hordeinas), centeno (secalinas) y en avena (avidina) (TACC). Esta afección puede presentarse en cualquier momento de la vida, es hereditaria y tiene mayor incidencia en las mujeres (Anexo I) (1, 2, 3, 4). En la Argentina la incidencia de esta enfermedad se duplicó en el último tiempo. El Ministerio de Salud refiere que estudios preliminares en nuestro país indican una prevalencia de 1 caso cada 200

personas, sin embargo, actualmente se calcula que 1 de cada 100 personas es celíaca (5). Cada vez se conoce más sobre la enfermedad y, en 2011, su atención médica, investigación clínica y epidemiológica fue declarada de interés nacional a través de la Ley N° 26.588 (6, 7, 8). Al momento, el único tratamiento posible y eficaz para contrarrestar sus efectos es mantener una dieta libre de gluten (DLG) durante toda la vida. Se debe considerar que una DLG mejora el estado general del paciente (3, 4, 7, 9).

En la Argentina, las galletitas son uno de los productos industrializados más consumidos (10). En base a un estudio realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Acuña y Petrantonio (11), estimaron que la producción total de galletitas está integrada en un 55% por galletitas dulces, siendo el consumo nacional el más importante de América Latina, con un promedio de 8 kg/habitante/año (12).

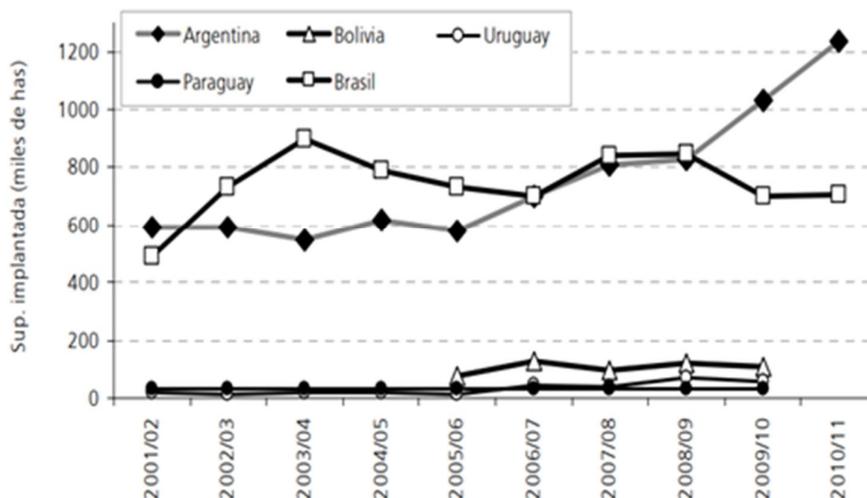
En el presente estudio se diseñaron y desarrollaron galletitas libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas, a base de harina de sorgo, con bajo contenido de grasas saturadas, destinadas a la población celíaca.

Se eligió harina de sorgo debido a que es libre de gluten, haciendo posible su utilización como base para la formulación de galletitas aptas para celíacos. La harina que se obtiene del grano es elegida porque no imparte colores inusuales a los alimentos y tampoco transmite sabores fuertes (13, 14, 15, 16, 17, 19, 19).

El sorgo fue y sigue siendo la base de la alimentación de muchas culturas, principalmente de África e India. El origen de este cultivo se remonta al 2.200 AC, siendo los esclavos procedentes de África quienes lo trajeron hacia América. Actualmente el sorgo (*Sorghum Vulgare L. Moench*), denominado como «el cereal del siglo XXI», es el quinto cereal en importancia a nivel mundial luego del maíz, el trigo, el arroz y la cebada (18, 19, 20).

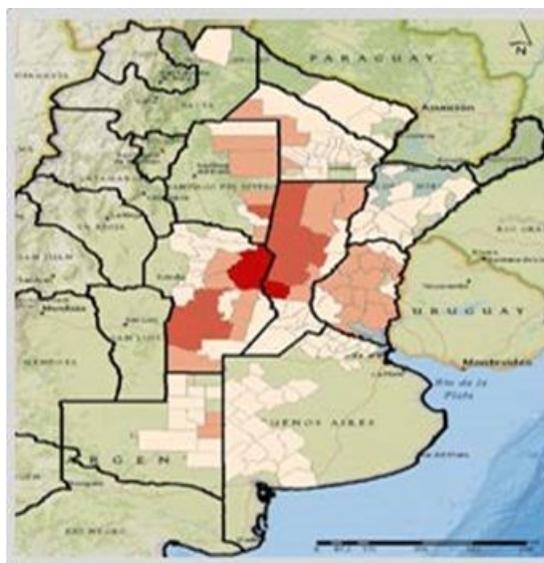
Debido a sus características agronómicas particulares, se aumentó el área de cultivo en los últimos años (gráfico N°1). Puede incluirse en las rotaciones del suelo brindando beneficios como la conservación, sobre todo en zonas marginales donde la agricultura es difícil (17, 18, 21, 22). En Argentina, la producción de sorgo se concentra en la Región Pampeana (Imagen n° 1 y 2), destacándose las zonas de Santa Fe y Córdoba como las que mejores aptitudes tienen para su siembra (22).

Gráfico n°1: Evolución de la superficie sembrada en Argentina y países limítrofes.



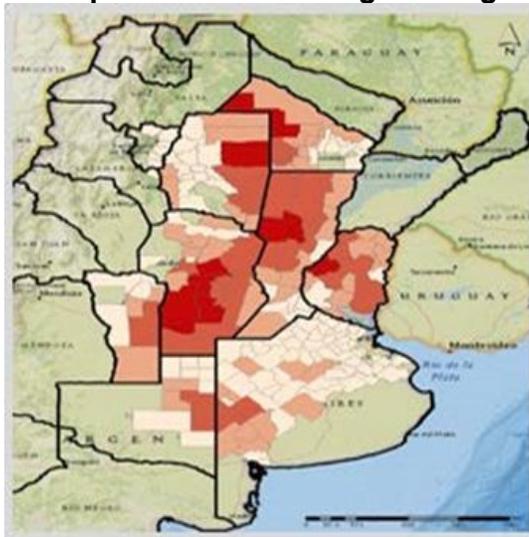
Fuente: Carrasco N, Zamora M, Melin A. Manual del sorgo. 1° Edición. Buenos Aires: Chacra Experimental Integrada Barrow: ediciones INTA 2011; 2011. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf

Imagen n° 1: Zonas de producción del sorgo en Argentina en 2002-2003



Total de Hectáreas cosechadas: 490.000

Fuente: Pouiller C. Mercado de Sorgo: Situación mundial y local. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en: <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/informes/Mercado%20de%20Sorgo.pdf>

Imagen n° 2: Zonas de producción del sorgo en Argentina en 2014-2015

Total de hectáreas cosechadas: 915.000

Fuente: Pouiller C. Mercado de Sorgo: Situación mundial y local. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Disponible en: <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/informes/Mercado%20de%20Sorgo.pdf>

La incorporación al mercado de los híbridos sin taninos condensados, compuestos que fijan las proteínas del grano reduciendo su disponibilidad e inhiben la acción de la amilasa disminuyendo la digestibilidad de los granos, ha permitido obtener la calidad necesaria para elaborar galletitas, pastas, sorgos inflados, aperitivos y embutidos (18, 19).

La semilla de sorgo presenta tres componentes principales: la capa externa, que constituye alrededor del 8%, el embrión con el 10%, y el endospermo con el 80% en la semilla de sorgo madura (14, 22).

El embrión es rico en proteínas, lípidos y minerales. En el caso del sorgo, la mayor cantidad de proteína se encuentra en el endospermo, conteniendo principalmente Leucina, un aminoácido esencial.

La definición de la harina de sorgo se encuentra contemplada en el Código Alimentario Argentino: “Con la denominación de Harina de sorgo, se entiende el producto proveniente de la molienda del grano de sorgo previamente descascarado (perlado), debiendo presentar este último características de semilla sana, limpia, bien conservada, y provenir de cultivares que integren el sorgo granífero (*Sorghumcaffrorum*)” (23).

Características de los ingredientes seleccionados para formular los prototipos:

Harina de arroz: su contenido proteico es bajo (7 a 9 g %). Son las únicas proteínas de cereales ricas en glutelinas y pobres en prolaminas (24, 25).

Si bien en los cereales la Lisina es un aminoácido limitante, el arroz contiene cantidades considerables de este aminoácido esencial. La harina de arroz se destaca por su alto contenido en almidón (85%), del cual un 15 a 35% corresponde a la amilosa y el 65 a 85% restante, a la amilopectina (26).

El incremento de la proporción de amilopectina en el almidón de las harinas provoca el hinchamiento del gránulo, disminución de la temperatura de inicio de gelatinización, mayor viscosidad y humedad y menor dureza, mientras que al elevar la proporción de amilosa el efecto es opuesto. La amilosa tiene una gran tendencia a retrogradar, por lo que es considerada la principal causa de deterioro a corto plazo que se ve reflejado en cambios de textura durante su almacenamiento (27).

Harina de trigo sarraceno: esta harina aporta hidratos de carbono como manosa, galactosa, xilosa y ácido glucurónico. Se destaca por su gran contenido en fibra. Posee entre un 12 y un 16% de proteínas, con un alto contenido en lisina, aminoácido carente en la mayoría de los cereales, como ser el caso del trigo. Las principales proteínas que contiene esta harina son las globulinas y albuminas, lo que conlleva a una característica diferencial respecto a la harina de trigo que presenta mayor contenido de prolaminas y glutelinas. Debido a la ausencia de gluten, la convierte en materia prima potencial para la elaboración de productos aptos celíacos (28,29).

Fécula de mandioca: también conocida como almidón de yuca, está constituida por un 17% de amilosa y 83% de amilopectina. Tiene un bajo aporte proteico, con baja concentración de metionina y cistina (30, 31).

Almidón de maíz: contiene un 91% de carbohidratos y un 0,9 g% de fibra dietética y 0,23 g% de proteínas no formadoras de gluten. Respecto a los minerales, contiene calcio (2 mg%), fósforo (13 mg%), magnesio (3 mg%), hierro (0,46 mg%) y zinc (0,06 mg%) (32).

En la harina de trigo, el gluten representa casi un 80% de las proteínas y confiere a la harina sus propiedades elásticas y dota de consistencia y esponjosidad a las preparaciones que con ella se elaboren (33, 34).

La composición del gluten obtenido a partir de la harina de trigo, formada por gluteninas y gliadinas, confiere cohesividad y propiedades viscoelásticas. La fracción de gliadinas contribuye a las propiedades viscosas y a la extensibilidad de la masa, mientras que las gluteninas confieren elasticidad y

fuerza. Las proporciones relativas de gliadinas y gluteninas afectan a las propiedades funcionales de las masas (9, 34, 35).

La eliminación del gluten origina masas líquidas con textura generalmente disgregable. Por ello, la fabricación de productos de amasados libres de gluten requiere el uso de ingredientes poliméricos que imiten su funcionalidad, como almidón, derivados lácteos, huevo, proteína de soja, fibra dietaria e hidrocoloides (36). En la industria de la panificación, contribuyen a mejorar la textura de los alimentos, la capacidad de retención de agua, retrasar el envejecimiento y en general, incrementar la calidad de los productos durante su almacenamiento (36). Por lo antedicho, para realizar el diseño de los cuatro prototipos se escogió el agregado de semillas de chía por su aporte de mucílagos y de la goma xántica como hidrocoloide interviniente, ya que produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones, además de poseer una excelente estabilidad al calor y pH (37). También se utilizó aceite de girasol, leche de vaca parcialmente descremada fluida y huevo entero de gallina.

III. OBJETIVOS

Principal:

- El objetivo del presente estudio fue diseñar y desarrollar galletitas a base de harina de sorgo, libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas y reducidas en grasas saturadas, evaluar su aceptabilidad global y calcular el costo de elaboración.

Secundarios:

-Diseñar 4 prototipos de galletitas libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas a base de 80% de harina de sorgo y 20% de diferentes harinas/féculas/almidones para cada prototipo: harina de trigo sarraceno, harina de arroz, fécula de mandioca, almidón de maíz respectivamente.

-Describir la composición nutricional porcentual estimada de los prototipos desarrollados.

-Calcular costos de producción de cada prototipo.

-Evaluar la aceptabilidad global de cada prototipo en una población adulta sana.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo original, fue cuantitativo y de diseño transversal.

OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se desarrolló una técnica estándar de elaboración (Anexo II) para los prototipos de galletitas libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas, la cual tuvo como única variable cuantitativa discreta el tipo de harina, fécula o almidón alternativo utilizado.

En los prototipos se combinó un 80% de harina de sorgo completando el restante 20% con harina de trigo sarraceno (prototipo 1), harina de arroz (prototipo 2), fécula de mandioca (prototipo 3) y almidón de maíz (prototipo 4).

Los ingredientes utilizados para el diseño de los prototipos ordenados en forma decreciente según cantidad (g) fueron: harina de sorgo, azúcar de mesa, aceite de girasol, harina, fécula o almidón alternativo, huevo de gallina, leche parcialmente descremada fluida, semillas de chía, esencia de vainilla, polvo de hornear y goma xántica.

Las muestras se elaboraron en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA) el día 12 de Octubre 2018 de 14 a 16hs.

La totalidad de los ingredientes utilizados fueron aptos celiacos comprobados por contener el símbolo sin TACC en sus envases certificados por el ANMAT.

Para la elaboración de las galletitas se utilizó:

Tabla n°1: Insumos utilizados en la elaboración de los prototipos

Balanza "ATMA" con un error de 1g
1 Horno convector eléctrico marca Special
1 Bowl de acero inoxidable
1 Cortante de acero inoxidable de 4 cm de diámetro
2 Placas enlozadas para horno de 32 cm de diámetro.
Mesada de mármol
1 Palo de amasar plástico

Fuente: elaboración propia

Con el objetivo de evitar la contaminación cruzada, la totalidad de los utensilios, mesadas y horno utilizados para la elaboración de las muestras fueron higienizados previamente con detergente y agua potable, y desinfectados con alcohol al 70%. Los manipuladores cumplieron las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) (38, 39, 40).

Los prototipos se elaboraron siguiendo el siguiente esquema:

Imagen n° 3: Secuencia de operaciones unitarias para la elaboración de los prototipos.



Fuente: elaboración propia

PRUEBA HEDÓNICA DE ACEPTABILIDAD GLOBAL.

A fin de evaluar la aceptación global de los productos desarrollados, se realizó una prueba de aceptabilidad global de los 4 prototipos.

Muestreo de consumidores: Se utilizó el muestreo no aleatorio por conveniencia, con un tamaño muestral de n: 40.

Se estableció como criterio de inclusión al ensayo personas adultas sanas de ambos sexos, de 18 a 50 años de edad, que se notificaron y aceptaron el consentimiento informado (Anexo III) y que residían en la provincia de Buenos Aires, Argentina y consumiesen al menos 4 veces por semana galletitas dulces.

El muestreo fue a ciegas.

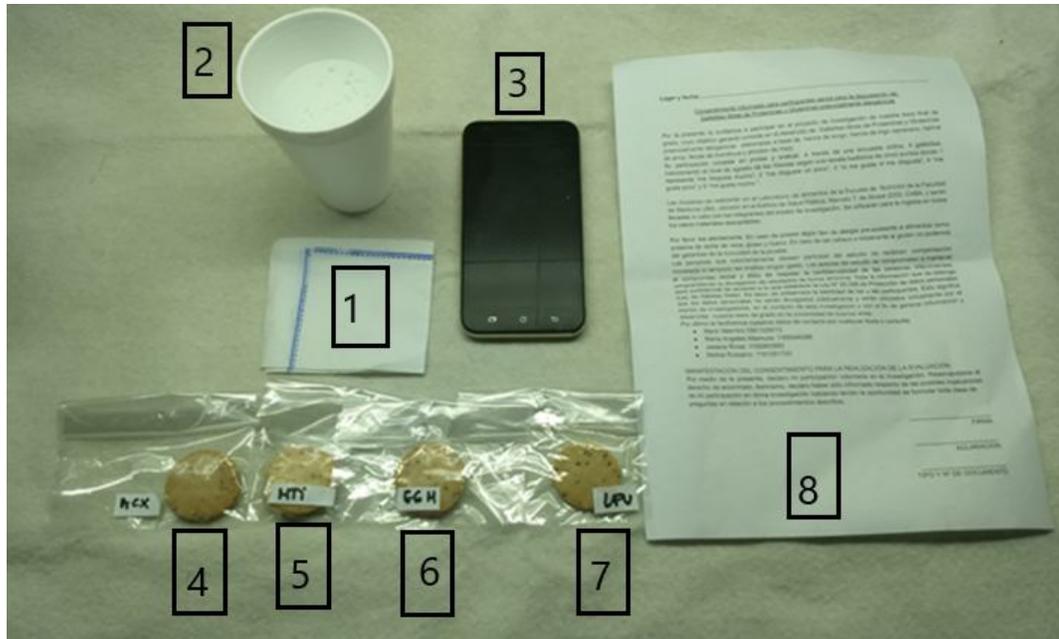
Encuesta utilizada: Se utilizó una encuesta virtual Google Drive con un cuestionario que contenía una escala hedónica de cinco puntos para evaluar la aceptabilidad global (41), donde 1 representa “me disgusta mucho”, 2 “me disgusta un poco”, 3 “ni me gusta ni me disgusta”, 4 “me gusta poco” y 5 “me gusta mucho”.

Elementos utilizados: Los prototipos elaborados fueron codificados con 3 siglas cada uno: ACX (prototipo 1), EGH (prototipo 2), MTI (prototipo 3) y LFU (prototipo 4), con el fin de que los consumidores no portaran información de las muestras. Se presentaron en forma individual, en bolsa plástica transparente con la codificación en su frente.

Durante la prueba cada panelista recibió un kit conteniendo una servilleta de papel, un vaso descartable con agua, un celular para realizar la encuesta

online, las 4 muestras en forma aleatoria y el consentimiento informado (Imagen n° 4).

Imagen n° 4: Kit entregado durante el ensayo



Fuente: elaboración propia

1: servilleta, 2 vaso de plástico con agua, 3: celular, 4: ACX (prototipo 1), 5: EGH (prototipo 2), 6: MTI (prototipo 3), 7: LFU (prototipo 4), 8: consentimiento informado

Desarrollo de las pruebas:

Las pruebas sensoriales se llevaron a cabo dentro de las 48 hs de haber sido elaboradas.

Durante el desarrollo de las mismas, se les solicitó a los panelistas que al degustar cada muestra, puntúen según su percepción y luego realicen un enjuague bucal con agua potable, antes de proseguir con la siguiente. Las

pruebas fueron realizadas en un ambiente tranquilo para disminuir la distracción.

PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS RELEVADOS

Luego de realizar la encuesta, se analizaron los datos recolectados con la Encuesta virtual Google Drive¹. Se resumieron los datos en porcentajes y representaron en gráficos de torta.

ESTIMACIÓN DE APORTE DE NUTRIENTES DE LOS PROTOTIPOS:

Se estimó el aporte de hidratos de carbono, fibra alimentaria, proteínas, lípidos, ácidos grasos saturados, ácidos grasos Omega 3, 6 y 9, vitamina E, calcio, hierro y sodio cada 100g de producto utilizando como referencia a la 2° edición de las tablas de composición de alimentos el pequeño “Souci-Fachmann-Kraut” correspondiente al año 1999.

A su vez se estimó el aporte de Kcal cada 100g de prototipo utilizando el factor de Atwater.

¹<https://goo.gl/forms/3B4iNWmOVOC95Bs2>

IV. RESULTADOS

Estimación de la composición química de los diferentes prototipos diseñados:

Tabla n° 2: Prototipo N°1: Harina de sorgo 80 % / Harina de Trigo Sarraceno20%

PROTOTIPO 1														
Ingredientes	Cantidad (g)	Hidratos de Carbono (g)	Fibras (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Ácidos grasos Saturados (g)	AG Poliinsaturados			Colesterol (mg)	Sodio (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina E (mg)
							Ácido graso Oleico, Omega 9 (g)	Ácido graso Linoleico, Omega 6 (g)	Ácido graso Linolénico, Omega 3 (g)					
Harina de sorgo	104	68,64	7,59	10,71	3,32	0,4472	1,0296	1,0504	0,0728	-	-	26	2,80	0,17
Harina de trigo sarraceno	26	18,38	*	2,83	0,70	0,0949	0,1755	0,1612	0,0286	-	0,26	9,1	0,57	-
Aceite de girasol	50	-	-	-	46,15	5,500	10,950	30,100	0,250	-	-	-	-	26,92
Huevo entero de gallina	25	0,07	-	3,22	2,8	0,770	1,145	0,21875	0,0175	98,75	36,25	13,75	0,52	0,18
Azúcar blanca	65	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semillas de chía	10	0,86	3,3	1,99	2,79	0,00111	0,00089	0,00193	-	-	-	-	-	4,23
Leche parcialmente descremada	20	0,96	-	0,6	0,3	0,116	0,076	0,012	0,006	1	12,4	22	-	-
Goma xantica	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polvo de hornear	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	-	-	-
Esencia de vainilla	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	307	153,91	10,89	19,35	56,06	6,92	13,37	31,54	0,37	99,75	154,91	70,85	3,89	31,5

Tabla de elaboración propia

Fuente: Tablas de composición de alimentos, el pequeño "Souci-Fachmann-Kraut". 2ª edición. Zaragoza: Acribia; 1999.

Tabla de composición química de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). 2005.

Hidratos de carbono, calculados por diferencia; se incluye la fibra en los hidratos de carbono utilizables Ácidos Grasos Saturados incluye la sumatoria del Ácido Palmítico y Esteárico.

Tabla n°3: Prototipo N°2: Harina de sorgo 80 %/ Harina de arroz 20%

PROTOTIPO 2														
Ingredientes	Cantidad (g)	Hidratos de Carbono (g)	Fibras (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Ácidos grasos Saturados (g)	AG Poliinsaturados			Colesterol (mg)	Sodio (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina E (mg)
							Ácido graso Oleico, Omega 9 (g)	Ácido graso Linoleico, Omega 6 (g)	Ácido graso Linoléico, Omega 3 (g)					
Harina de sorgo	104	68,64	7,59	10,71	3,32	0,4472	1,0296	1,0504	0,0728	-	-	26	2,80	0,17
Harina de Arroz	26	20,22	0,62	1,56	0,36	-	-	-	-	-	-	2,6	0,10	-
Aceite de girasol	50	-	-	-	46,15	5,500	10,950	30,100	0,250	-	-	-	-	26,92
Huevo entero de gallina	25	0,07	-	3,22	2,8	0,770	1,145	0,21875	0,0175	98,75	36,25	13,75	0,52	0,18
Azúcar blanca	65	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semillas de chía	10	0,86	3,3	1,99	2,79	0,00111	0,00089	0,00193	-	-	-	-	-	4,23
Leche parcialmente descremada	20	0,96	-	0,6	0,3	0,116	0,076	0,012	6	1	12,4	22	-	-
Goma xantica	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polvo de hornear	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	-	-	-
Esencia de vainilla	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	307	155,75	11,51	18,08	55,72	6,83	13,20	31,38	0,34	99,75	154,65	64,35	3,42	31,5

Tabla de elaboración propia
Fuente: Tablas de composición de alimentos, el pequeño "Souci-Fachmann-Kraut". 2ª edición.
Zaragoza: Acribia; 1999.

Tabla de composición química de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER).
2005.

Tabla n°4: Prototipo N° 3: Harina de sorgo 80 %/ Fécula de Mandioca 20%

PROTOTIPO 3														
Ingredientes	Cantidad (g)	Hidratos de Carbono (g)	Fibras (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Ácidos grasos Saturados (g)	AG Poliinsaturados			Colesterol (mg)	Sodio (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina E (mg)
							Ácido graso Oleico, Omega 9 (g)	Ácido graso Linoleico, Omega 6 (g)	Ácido graso Linolénico, Omega 3 (g)					
Harina de sorgo	104	68,64	7,59	10,71	3,32	0,4472	1,0296	1,0504	0,0728	-	-	26	2,80	0,17
Fécula de mandioca	26	22,79	0,26	0,08	-	-	-	-	-	-	-	5,2	0,41	-
Aceite de girasol	50	-	-	-	46,15	5,500	10,950	30,100	0,250	-	-	-	-	26,92
Huevo entero de gallina	25	0,07	-	3,22	2,8	0,770	1,145	0,21875	0,0175	98,75	36,25	13,75	0,52	0,18
Azúcar blanca	65	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semillas de chía	10	0,86	3,3	1,99	2,79	1,11	0,00089	0,00193	-	-	-	-	-	4,23
Leche parcialmente descremada	20	0,96	-	0,6	0,3	0,116	0,076	0,012	0,006	1	12,4	22	-	-
Goma xantica	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polvo de hornear	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	-	-	-
Esencia de vainilla	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	307	158,32	11,15	16,6	55,36	6,83	13,20	31,38	0,34	99,75	154,65	66,95	3,73	31,5

Tabla de elaboración propia

Fuente: Tablas de composición de alimentos, el pequeño "Souci-Fachmann-Kraut". 2ª edición. Zaragoza: Acribia; 1999.

Tabla de composición química de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). 2005.

Tabla n°5: Prototipo N°4: Harina de sorgo 80 %/ Almidón de maíz 20%

PROTOTIPO 4														
Ingredientes	Cantidad (g)	Hidratos de Carbono (g)	Fibras (g)	Proteínas (g)	Lípidos (g)	Ácidos grasos Saturados (g)	AG Poliinsaturados			Colesterol (mg)	Sodio (mg)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina E (mg)
							Ácido graso Oleico, Omega 9 (g)	Ácido graso Linoleico, Omega 6 (g)	Ácido graso Linolénico, Omega 3 (g)					
Harina de sorgo	104	68,64	7,59	10,71	3,32	0,4472	1,0296	1,0504	0,072	-	-	26	2,80	0,17
Almidón de maíz	26	23,73	0,23	0,06	0,01	-	-	-	-	-	-	0,52	0,12	-
Aceite de girasol	50	-	-	-	46,15	5,500	10,950	30,100	0,250	-	-	-	-	26,92
Huevo entero de gallina	25	0,07	-	3,22	2,8	0,770	1,145	0,21875	0,0175	98,75	36,25	13,75	0,52	0,18
Azúcar blanca	65	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semillas de chía	10	0,86	3,3	1,99	2,79	0,0111	0,00089	0,0019	-	-	-	-	-	4,23
Leche parcialmente descremada	20	0,96	-	0,6	0,3	0,116	0,076	0,012	0,006	1	12,4	22	-	-
Goma xantica	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polvo de hornear	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106	-	-	-
Esencia de vainilla	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	307	159,26	11,12	16,58	55,37	6,83	13,20	31,38	0,34	99,75	154,65	66,27	3,44	31,5

Tabla de elaboración propia

Fuente: Tablas de composición de alimentos, el pequeño "Souci-Fachmann-Kraut". 2ª edición. Zaragoza: Acribia; 1999.

Tabla de composición química de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). 2005.

Tabla n°6: Composición química cada 100 g de prototipo desarrollado.

Ingredientes	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Prototipo 4	Promedio
Hidratos de Carbono (g)	50,13	50,73	51,57	51,87	51,07
Proteínas (g)	6,30	5,88	5,40	5,40	5,74
Lípidos (g)	18,26	18,14	18,03	18,03	18,11
Calcio (mg)	23,07	20,96	21,80	21,58	21,85
Hierro (mg)	1,26	1,11	1,21	1,12	1,17
Sodio (mg)	50,45	50,37	50,37	50,37	50,37
Fibra (g)	3,54	3,74	3,63	3,62	3,63
Vitamina E (mg)	10,26	10,26	10,26	10,26	10,26
Ácidos grasos saturados (g)	2,25	2,22	2,22	2,22	2,22
Ácidos grasos Omega 3, 6 y 9 (g)	14,75	14,63	14,63	14,63	14,66
Kcal	390,06	389,7	390,15	391,35	390,31

Tabla de elaboración propia

Fuente: Tablas de composición de alimentos, el pequeño "Souci-Fachmann-Kraut". 2ª edición. Zaragoza: Acribia; 1999.

Tabla de composición química de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER). 2005.

Respecto a la composición porcentual, los prototipos diseñados fueron semejantes, conteniendo en promedio 51,07 g de hidratos de carbono y 3,63 g de fibra. En relación al contenido proteico varía en un rango de 6,30-5,40 g%, siendo el promedio de 5,74 g.

Respecto a los lípidos, los prototipos diseñados presentaron una concentración promedio de 18,11 g% de grasas totales, de las cuales en su mayoría fueron del tipo insaturados. Asimismo, resultaron de alto contenido de Omega 6 ya que 30 g de cada uno de los 4 prototipos tienen más de 3 g de este ácido graso (3,08g%).

En cuanto al Calcio, los prototipos contuvieron entre 20,96 mg% (prototipo 2) y 23,07 mg% (prototipo 1).

El aporte de Hierro en promedio de los cuatro prototipos fue de 1,17 mg%.

Todos los prototipos diseñados fueron muy bajos en sodio, ya que 50 g de producto aportaron menos de 40 mg% (25,19 mg%); siendo a su vez fuente de vitamina E (Requerimiento diario): 15 mg/día) (43) ya que 30 g de producto superan el 15 % de la IDR (20,46% de la IDR).

En resumen, estas galletitas son fuente de vitamina E, bajas en grasas saturadas, con alto contenido de ácidos grasos omega 6 y muy bajo contenido de sodio.

Resultados de la prueba de aceptabilidad global:

Participaron del ensayo inicial 40 panelistas no entrenados, adultos sanos de ambos sexos de 18 a 50 años de edad que se notificaron y aceptaron el consentimiento informado (Anexo III) que habitaban en la provincia de Buenos Aires, Argentina y eran consumidores habituales de galletitas dulces.

Del análisis de la prueba de aceptabilidad global se desprenden los siguientes gráficos:

Gráfico n°2: Datos sobre prueba de aceptabilidad global del prototipo 1

(n:40)



Fuente: elaboración propia

Gráfico n°3: Datos sobre prueba de aceptabilidad global del prototipo 2

(n:40)



Fuente: elaboración propia

Gráfico n°4: Datos sobre prueba de aceptabilidad global del prototipo 3

(n:40)



Fuente: elaboración propia

Gráfico n°5: Datos sobre prueba de aceptabilidad global del prototipo 4

(n:40)



Fuente: elaboración propia

El prototipo 1 fue el de mayor aceptabilidad, siendo calificado en un 50% de las respuestas con “me gusta mucho”. A su vez, no fue puntuado “me disgusta mucho” y obtuvo menor porcentaje (20%) de “ni me gusta ni me disgusta” en comparación a los demás prototipos.

En el caso del segundo prototipo, un 43% expresó haberle gustado poco y un 25% serle indiferente.

El prototipo 3 fue el que mayor porcentaje de “me disgusta mucho” (10%).

Por último, el prototipo 4 obtuvo 43% de “me gusta poco” y un 28% de “me gusta mucho”.

Resumiendo, el prototipo más aceptado por parte de los evaluadores fue el elaborado con harina de sorgo y trigo sarraceno mientras que el menos aceptado se corresponde con el prototipo 3 (harina de sorgo y fécula de mandioca).

Asimismo, se realizó una comparación de costos de 100 g de alimento entre los prototipos diseñados. Para llevar a cabo el costo final de 100 g de producto desarrollado, se relevaron 3 precios de cada ingrediente. Todos los productos recolectados contaban con la certificación apta celíaco. El registro de precios se realizó el mismo día para evitar fluctuaciones en el precio que sesguen los datos obtenidos. A partir de ello, se promediaron los tres precios recolectados correspondientes a cada ingrediente y se lo expresó en base al gramaje utilizado para la realización de cada prototipo. Se sumaron los costos de realización y se obtuvieron los precios totales. Todos los precios se encuentran expresados en pesos Argentinos (\$) y corresponden al día 11 de Octubre de

2018 (Anexo IV). De lo expuesto se desprende que el costo promedio para la producción de los prototipos fue de \$9,06.

V. DISCUSIÓN

Se han realizado diversas investigaciones con el uso de harina de sorgo para la elaboración de panificados y pastelería libres de gluten. Autores como Almendras J. y Alvarado Kirigin J. (43) sugieren una adición de hasta el 15% de harina de sorgo para lograr un buen resultado; asimismo, Guzmán Urrutia M y López Lemus P. (44) proponen un 50% de sorgo en las combinaciones por ellos evaluadas.

En el presente trabajo, el porcentaje de sorgo utilizado en todos los prototipos fue superior a los antes mencionados (80%) pero semejante a la propuesta de Rivera Elias et al (45), quienes utilizaron un 84,61% de harina de sorgo completando el restante con harina de soya para la elaboración de galletitas, obteniendo en sus prototipos una aceptabilidad del 44%. Cercano a lo hallado en el trabajo de Rivera Elias et al, el prototipo 1 desarrollado en este estudio (80% de harina de sorgo y 20 % de harina de trigo sarraceno) tuvo una aceptabilidad del 50% por parte de los consumidores encuestados. Al momento de las pruebas sensoriales de aceptabilidad global Guzmán Urrutia M. y López Lemus P. mencionaron la necesidad de explicar las características nutricionales y la amplia utilización del sorgo en la alimentación humana ya que algunos consumidores no quisieron realizar la degustación debido al difundido uso del sorgo como alimento para consumo animal; en el presente trabajo las pruebas de aceptabilidad global fueron a ciegas, realizadas sin información nutricional adicional considerando que dicha intervención podría inducir las respuestas de los consumidores.

La harina de sorgo y la harina de trigo presentan una granulometría similar. Esto es importante ya que garantiza una distribución homogénea de partículas, lo cual permitió obtener galletitas de óptima forma y consistencia, tal como describen Surco Almendras j. y Alvarado Kirigin J.; Guzmán Urrutia y López Lemos P. Asimismo, en estos dos estudios los autores observan un incremento en casi todos los componentes nutritivos de las mezclas de harinas a medida que el nivel de sustitución con harina de sorgo se aumentó porcentualmente. En lo que se refiere a las características nutricionales descriptas en los diferentes trabajos se ven claras variaciones, dependiendo de la proporción de sorgo y más aún, de los demás ingredientes. Por ejemplo, en el trabajo de Guzmán Urrutia y López Lemos P. utilizaron harina de amaranto, lo que aumenta el aporte de fibras.

En cuanto a las grasas, las galletitas elaboradas en el presente trabajo resultaron ser las de menor contenido graso con una concentración promedio de 18,11 g% de grasas totales, inferior a la mitad del valor promedio de las demás galletitas (31,53% Rivera Elias et al, 26,65% Guzman Urrutia y López Lemos) y con una menor proporción de grasas saturadas.

Para finalizar, los prototipos diseñados en este estudio tuvieron un costo promedio de elaboración de \$9,06 cada 100g. En comparación con otras galletitas semejantes libres de gluten disponibles en el mercado argentino cuyo costo promedio observado fue de \$23,98, se constituirían en un producto de consumo más accesible en los hogares.

VI. CONCLUSIONES

En base a lo antedicho se puede demostrar el potencial que tiene la harina de sorgo para ser usada como materia prima en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

Fue factible la elaboración de una galletita libre de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas a base de un 80% de harina de sorgo y 20% de trigo sarraceno, bajas en grasas saturadas, fuente de vitamina E, con alto contenido de omega 6 y muy bajo contenido de sodio, agradable a los consumidores.

La incorporación de la harina de sorgo en la elaboración de galletitas no eleva significativamente los costos de producción, lo que jerarquiza su utilidad como materia prima para la elaboración de productos alimenticios libres de gluten.

VII. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Nutrición, que nos permitió formarnos profesionalmente; a las tutoras María Elena Colombo y Delia Rodríguez Lubary, que nos guiaron en el desafío de la investigación científica; a la Diseñadora gráfica Agustina Troiano y Facundo Benítez por colaborar con el diseño de gráficos y encuesta; y por último pero no menos importante, a nuestras familias y amigos que apoyaron a diario este proceso.

VIII. ANEXOS

Anexo I

La enfermedad Celíaca (EC) (46) es un trastorno sistémico, de naturaleza autoinmune. Consiste en una intolerancia permanente a las proteínas que conforman el gluten (gliadinas, secalinas, hordeinas y, posiblemente, aveninas) presente en los cereales como el trigo, avena, cebada, centeno y todos los derivados que la contengan. Según la Guía de práctica clínica sobre diagnóstico y tratamiento de la Enfermedad Celíaca en el primer nivel de atención del Ministerio de Salud de la Nación (47) “La avena probablemente no ejerce un efecto nocivo por sí misma; sin embargo, muchos productos que la contienen pueden estar contaminados con gluten y se desconoce sus efectos a largo plazo. Por lo tanto, en Argentina no se recomienda que los pacientes consuman alimentos con avena por el peligro de contaminación cruzada”.(48, 49)

La mayoría de los modelos descriptos sobre la patogenia de la EC la consideran una enfermedad inmunológica en la que concurren factores genéticos y ambientales, de modo que se requiere la combinación de ambos factores para que se inicie la enfermedad. (2, 3)

Se evidencia en individuos genéticamente predispuestos cuya base genética está localizada en una región del cromosoma 6 (50), que codifica los antígenos leucocitarios tipo HLA de clase II y cuyos marcadores más habituales son el HLA-DQ2 (90%) y con mucha menor frecuencia el HLA-DQ8 (5-10%). Sin embargo, estos marcadores genéticos constituyen una condición necesaria pero no suficiente, ya que una pequeña proporción de pacientes (5-10%) son

negativos para el DQ2 y DQ8 y ello implica que existen otros marcadores genéticos aún no bien conocidos. (51, 52)

La EC presenta una prevalencia media del orden del 2% en población general pero sigue siendo subestimada por estar, con mucha frecuencia, subdiagnosticada. Se calcula que la EC afecta alrededor de 1:100 a 1:300 personas sanas. La relación entre mujeres y hombres es 2-3:1 y se presenta frecuentemente sin síntomas gastrointestinales. (51, 52)

En la Argentina, un trabajo en población pediátrica de la década del 90, demostró una prevalencia de 1/1377. Actualmente, un reciente trabajo multicéntrico (53) realizado en 2219 niños, demuestra una prevalencia en la población pediátrica de 1,26 %, es decir 1 caso cada 79 niños estudiados. Por otro lado, en adultos la prevalencia es de 1/167 promedio, siendo mayor en mujeres 1/124 que en hombres 1/251. (54)

La dieta estricta libre de gluten mantenida de forma continua, durante toda la vida del paciente es, hasta el momento, el único tratamiento eficaz disponible y su retraso puede asociarse a un aumento de la morbimortalidad. Llevando a cabo una dieta libre de gluten, los celíacos consiguen la mejoría de los síntomas aproximadamente a partir de las dos semanas, la normalización serológica entre los 6 y 12 meses y la recuperación de las vellosidades intestinales en torno a los 2 años de iniciado el tratamiento. En pacientes pediátricos, la respuesta clínica e histológica suele ser más lenta. (3, 4, 55)

Los pacientes con EC deberán prestar especial atención a la selección y compra, almacenamiento y elaboración de los alimentos, ya que un mal manejo de los mismos tiene consecuencias negativas. Se deberán escoger aquellos

alimentos que estén certificados por el ANMAT como alimentos libres de gluten, ya que a través de ensayos bioquímicos se certifica su inocuidad. (40, 40)

En cumplimiento de la Ley 26588, el Ministerio de Salud de la Nación debe llevar un registro de los productos alimenticios que se comercialicen en el país y que cumplan con los requisitos para ser considerados como “libres de gluten”, el cual se actualizará en forma bimestral y publicará una vez al año (art. 5º). (56) Por consiguiente, el Instituto Nacional de Alimentos (INAL), dependiente de la ANMAT, desarrolló y puso a disposición de la comunidad celíaca la Base Integrada de Alimentos Libres de Gluten (ALG) (57). Esta base de datos integrada está conformada por la información de los ALG registrados aportada por las distintas provincias, el SENASA y el propio INAL. El alta de un ALG en la base integrada implica que la empresa titular ha cumplido dos requisitos:

- 1) Ha presentado un análisis oficial para avalar la condición de “libre de gluten” y un programa de buenas prácticas de fabricación para garantizar la ausencia de contaminación cruzada en el producto final.

- 2) Ha sido auditada por las Autoridades Sanitarias Jurisdiccionales (ASJ) que registran el producto.

Por otro lado, la baja de un ALG incorporado a la base integrada se puede clasificar como “permanente” o “provisoria” según el motivo que la origine. Por ejemplo, en el caso de “contaminación cruzada con gluten”, la baja será de carácter provisorio, mientras que en el de “cese de comercialización” será de tipo permanente. Al igual que para las altas, la ASJ responsable de la

inscripción debe notificar al INAL al respecto, de modo tal de actualizar convenientemente la Base Integrada.

En la Base Integrada de ALG sólo se incluyen aquellos productos que cuentan con número de Registro Nacional de Producto Alimenticio (RNPA). Esto implica que el producto ha sido evaluado y autorizado por la ASJ competente.

Es muy importante utilizar la última lista publicada y completar la información con las sucesivas actualizaciones.

A su vez, según la Resolución Conjunta SPReI N° 201/2011 y SAGyP N° 649/2011, el artículo n° 1383 bis del Código Alimentario Argentino, expresa que los productos alimenticios 'Libres de Gluten' que se comercialicen en el país deben llevar, obligatoriamente impreso en sus envases o envoltorios, de modo claramente visible, el símbolo que figura a continuación y que consiste en un círculo con una barra cruzada sobre tres espigas y la leyenda "Sin T.A.C.C." en la barra admitiendo dos variantes: (58, 59, 60)

a) A color: círculo con una barra cruzada rojos (pantone - RGB255-0-0) sobre tres espigas dibujadas en negro con granos amarillos (pantone - RGB255-255) en un fondo blanco y la leyenda "Sin T.A.C.C."

b) En blanco y negro: círculo y barra cruzada negros sobre tres espigas dibujadas en negro con granos blancos en un fondo blanco y la leyenda "Sin T.A.C.C."



En adición, los productos alimenticios “Libres de Gluten” podrán llevar, además del símbolo obligatorio, los símbolos facultativos que por la presente se reconocen y que figuran a continuación.



Estos alimentos deben almacenarse de forma tal que no confieran riesgo para la salud, por ello es necesario que no entren en contacto con los alimentos que sí tienen gluten. Para esto se recomienda escoger un lugar especial para ellos y etiquetarlos correctamente. En la heladera y el congelador se guardarán en bolsas o contenedores herméticos, separados de los alimentos con gluten. A su vez, se aconseja que los alimentos sin T.A.C.C. cuenten con recipientes de uso exclusivo.

Por último, durante la preparación de alimentos sin gluten es necesario evitar cualquier contacto con los alimentos con gluten. Si esto llegase a suceder, se produce lo que se denomina como “contaminación cruzada” y los alimentos dejan de ser aptos para personas celíacas. (39, 40, 61)

A continuación se detallan algunas consideraciones a tener en cuenta para evitarla:

1. En la preparación de platos sin gluten se deberá utilizar siempre ingredientes sin gluten, incluidos en la última edición de la Lista de Alimentos sin Gluten emitida por el ANMAT, y asegurando que han estado bien almacenados y no pueden estar contaminados.
2. Nunca utilizar productos de los cuales se desconozca su exacta composición ni fiarse de los alimentos adquiridos en herbolarios o conocidos como “naturales” si no están en la lista.
3. El lugar donde se manipulen los alimentos sin gluten debe estar limpio y exento de posibles residuos después de anteriores elaboraciones con alimentos sin gluten (por ejemplo: después de cortar pan con gluten, o hacer repostería tradicional).
4. Todas las máquinas, utensilios y accesorios utilizados para cocinar sin gluten tienen que estar diferenciados y separados (por ejemplo; una tostadora de pan o para hacer sandwiches tienen que ser exclusiva para el celíaco y no se podrá utilizar para alimentos con gluten).

5. Las máquinas (por ejemplo batidora, amasadora, sobadora, etcétera) utilizadas se tendrán que usar únicamente para la elaboración de los productos sin gluten, o bien, después de su minuciosa limpieza y almacenaje en lugares limpios y cerrados.

6. Cada utensilio que sirva para rallar, picar o cortar alimentos tiene que ser muy bien lavado antes de su uso para el alimento “sin gluten”.

7. No es recomendable compartir utensilios de madera para la cocina con y sin gluten porque en las grietas pueden quedar restos de alimentos con gluten. También hay que evitar emplear trapos de cocina. Mismo así, no utilizar utensilios de plástico ya que pueden agrietarse y ser reservorio de contaminantes.

8. La cocción de alimentos sin gluten se ha de efectuar en recipientes diferentes a los empleados para otros alimentos. No utilizar nunca la misma olla sin lavar, ni el escurridor donde antes se han colado productos con gluten. Tampoco utilizar los mismos utensilios para remover platos con y sin gluten (por ejemplo; la cuchara de remover la olla de pasta normal, nunca ponerla dentro del recipiente donde se esté cocinando cocida para el celíaco).

9. No reciclar y/o compartir aceites de freír, rebozados, etc. para los alimentos sin gluten. Siempre utilizar aceites limpios, o reciclados de cocción exclusiva sin gluten y bien almacenados para que no se hayan podido contaminar. Tampoco utilizar el agua de cocción de otros cocinados para añadir a salsas o de otros platos preparados.

10. Cualquier alimento sin gluten no puede espesarse ni cubrirse con harina no permitida.

11. Hay alimentos fácilmente contaminables y que han de ser de uso exclusivo para celíacos, como los alimentos que se untan o el salero, ya que pueden estar mal tapados durante el uso de harina y así contaminarse.

12. Las comidas preparadas sin gluten se han de diferenciar (ejemplo: guardar en bolsas o contenedores con cierre hermético), también si se conservan en la heladera o congelador. Para evitar errores se aconseja emplear distintivos u otros signos claros (ejemplo: banderitas sobre cada alimento preparado sin gluten, etiquetas para contenedores de salsas o aceites sin gluten, etc.)

13. A la hora de servir los platos a la mesa hace falta identificar claramente aquellos que son aptos para celíacos e indicarlo así a los afectados.

14. Después de cualquier elaboración con gluten, el ejecutor se debe lavar muy bien las manos antes de manipular alimentos sin gluten.

En diciembre de 2009, el Congreso de la Nación sancionó la llamada Ley Celíaca Argentina, número 26.588 (luego 27.196 tras su modificación) aprobada en octubre de 2015. A la vez, el Gobierno Nacional viene llevando adelante desde 2007, el programa de Detección y Control de Enfermedad Celíaca, coordinado por los ministerios de Salud y de Desarrollo Social. Parte de esa política incluye la distribución de una canasta básica de alimentos aptos para celíacos como premezcla de harina de arroz, fécula de maíz y de mandioca, harina de papa, goma xántica, goma guar y conservas -puré de

tomate, arvejas deshidratadas en lata, choclo-, entre otros. Esto es de gran ayuda ya que un celíaco debe pagar entre tres y cuatro veces más para poder costear una dieta sin gluten. (62)

Anexo II

Técnica de elaboración de galletitas a base de sorgo y harina/fécula alternativas.

INGREDIENTES

Harina de Sorgo sin TACC	104 g
Azúcar de mesa	65 g
Aceite de Girasol	50 g
Harina/ fécula alternativa	26 g
Huevo de gallina	25 g
Leche parcialmente descremada fluida	20 g
Semillas de chía	10 g
Esencia de vainilla	5 g
Polvo de hornear	1 g
Goma Xántica	1 g

SECUENCIA DE OPERACIONES UNITARIAS

-Higienizar previamente las superficies y las manos.

-Pesar con una balanza calibrada con error 1 g, 104 g de harina de sorgo sin TACC, 65 g azúcar de mesa, 50 g de aceite de girasol, 26 g de harina /fécula alternativa, 25 g de huevo de gallina, 20 g de leche parcialmente descremada fluida, 10 g de semillas de chía, 5 g de esencia de vainilla, 1 g de polvo de hornear, 1 g de goma xántica.

- Mezclar en un bowl 104 g de harina de sorgo junto con 26 g de harina/ fécula alternativa (prototipo 1: harina de trigo sarraceno, prototipo 2: harina de arroz, prototipo 3: fécula de mandioca, prototipo 4: almidón de maíz), 65 g de azúcar de mesa, 10 g de semillas de chía, 1 g de polvo de hornear y 1 g de goma xántica.
- Realizar corona con los ingredientes antes mezclados en una mesada de superficie lisa.
- Incorporar en el centro de la corona 50 g de aceite de girasol, 25 g de huevo de gallina batido, 20 g de leche descremada fluida y 5 g de esencia de vainilla.
- Mezclar hasta obtener una masa uniforme que se despegue de la superficie.
- Dejar descansar la masa en la heladera durante 30 minutos tapada con papel film.
- Estirar la masa con palo de amasar de plástico con un grosor de 0,5 cm sobre una mesada de superficie lisa.
- Moldear con cortante circular de 4 cm de diámetro.
- Colocar en una placa enlozada para horno de 32 cm de diámetro
- Hornear a 140°C las piezas durante 20 minutos.
- Retirar del horno.
- Dejar enfriar a temperatura ambiente durante 30 minutos.
- Conservar en bolsa plástica apta para alimentos.

Anexo III

Consentimiento Informado

Fecha:.....

Consentimiento informado para participantes sanos para la degustación de:

Galletitas libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas

Por la presente, lo invitamos a participar en el proyecto de investigación de nuestra tesis final de grado, cuyo objetivo general consiste en el desarrollo de Galletitas libres de prolaminas y glutelinas potencialmente alergénicas elaboradas a base de harina de sorgo, harina de trigo sarraceno, harina de arroz, fécula de mandioca y almidón de maíz.

Su participación consiste en probar y evaluar, a través de una encuesta online, 4 galletitas, mencionando el nivel de agrado de las mismas según una escala hedónica de cinco puntos donde 1 representa “me disgusta mucho”, 2 “me disgusta un poco”, 3 “ni me gusta ni me disgusta”, 4 “me gusta poco” y 5 “me gusta mucho”.

Las muestras se realizarán en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Nutrición de la Facultad de Medicina UBA, ubicado en el Edificio de Salud

Pública, Marcelo T. de Alvear 2202, CABA, y serán llevadas a cabo con los integrantes del equipo de investigación. Se utilizarán para la ingesta en todos los casos materiales descartables.

Por favor lea atentamente. En caso de poseer algún tipo de alergia pre-existente a alimentos como proteína de leche de vaca y/o huevo y en caso de ser celíaco o intolerante al gluten no podemos dar garantías de la inocuidad de la prueba.

Las personas que voluntariamente deseen participar del estudio no recibirán compensación monetaria ni tampoco les implica ningún gasto. Los autores del estudio se comprometen a mantener el compromiso moral y ético de respetar la confidencialidad de las personas intervinientes, comprendiendo la divulgación de resultados de forma anónima. Toda la información que se obtenga será confidencial de acuerdo a lo que establece la Ley N° 25.326 de Protección de datos personales (Ley de Habeas Data). Es decir, se preservará la identidad de los y las participantes. Esto significa que los datos personales no serán divulgados públicamente y serán utilizados únicamente por el equipo de investigadores, en el contexto de esta investigación y con el fin de generar información y desarrollar nuestra tesis de grado en la Universidad de Buenos Aires.

Por último le facilitamos nuestros datos de contacto por cualquier duda o consulta:

- AltamuraMariangeles: 1165044266
- Rivas Jessica: 1156963992

- Russano Melisa: 1161051720
- Valentini Mara:1561329013

MANIFESTACIÓN DEL CONSENTIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN

Por medio de la presente, declaro mi participación voluntaria en la investigación. Reservándome el derecho de anonimato. Asimismo, declaro haber sido informado respecto de las posibles implicancias de mi participación en dicha investigación habiendo tenido la oportunidad de formular toda clase de preguntas en relación a los procedimientos descriptos.

FIRMA _____

ACLARACIÓN _____

TIPO Y Nº DE DOCUMENTO _____

Anexo IV

Tabla n°7: Costos de los prototipos diseñados

Ingredientes	Costos según gramaje utilizado para 100g de Producto (\$)			
	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Prototipo 4
Harina de sorgo	3,09	3,09	3,09	3,09
Harina de arroz	-	0,53	-	-
H. de trigo sarraceno	1,37	-	-	-
Fécula de mandioca	-	-	1,11	-
Almidón de maíz	-	-	-	0,74
Azúcar	0,6	0,6	0,6	0,6
Aceite de girasol	1,08	1,08	1,08	1,08
Huevo	1,13	1,13	1,13	1,13
Leche parcialmente descremada	0,18	0,18	0,18	0,18
Semillas de chía	0,66	0,66	0,66	0,66
Esencia de vainilla	0,81	0,81	0,81	0,81
Polvo de hornear	0,13	0,13	0,13	0,13
Goma xantica	0,44	0,44	0,44	0,44
TOTAL	9,49	8,65	9,23	8,86

Fuente: Elaboración Propia.
 Datos obtenidos de comercios en CABA en Octubre del 2018.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Polanco I, Ribes C. Enfermedad Celíaca. En línea (47-54) Disponible en:
<http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/5-celiaca.pdf>
2. Rodríguez Sáez L. Enfermedad Celíaca. Oviedo, Madrid. 2010. Volumen 34
(2). Disponible en:
http://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/infMedic/docs/vol34n2enfCeliaca.pdf
3. PollancoAllué I, Álvarez Doforno R, Argüelles Martín F, Arranz Sanz E, Bousoño García C, Calvo Romero M, et al. Enfermedad Celíaca presente y futuro. Majadahonda, Madrid: Ergón; 2013. Disponible en:
<http://www.fundacioncarlosvazquez.com/uploads/enfermedadceliaca.pdf>
4. Ministerio de Salud de la Nación. Alimentos libres de gluten. Disponible en:
http://www.anmat.gov.ar/Enfermedad_Celiaca/principal.asp
5. Ministerio de Salud de la Nación. Programa Nacional de Detección y Control de Enfermedad Celíaca. Disponible en:
<http://www.msal.gov.ar/celiacos/w-que-es-la-enfermedad.html>
6. Leone C. Directo al grano: sorgo colorado para las dietas sin gluten. 5 de Mayo 2015. Disponible en:
<http://www.conicet.gov.ar/directo-al-grano-sorgo-colorado-para-las-dietas-sin-gluten/>
7. Ministerio de Salud de la Nación. Guía de práctica clínica sobre diagnóstico y tratamiento de la enfermedad Celíaca en el primer nivel de atención. Buenos Aires, Argentina. Mayo 2011. Disponible

en:http://www.msal.gov.ar/celiacos/pdf/2013-03-08_guia-practica-clinica-enfermedad-celiaca.pdf

8. Estévez V, Araya M. La dieta sin gluten y los alimentos libres de gluten. Santiago, Chile. Diciembre 2016. Volumen 43 (4). Disponible en:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000400014

9. Estévez V, Araya M. La dieta sin gluten y los alimentos libres de gluten. Santiago, Chile. Diciembre 2016. Volumen 43 (4). Disponible en:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000400014

10. Lezcano E. Galletitas industriales, análisis de cadena alimentaria. Dirección Nacional de Alimentos. Disponible en:http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/Galletitas_2006/galletitas_industriales.htm

11. Acuña A, Petrantonio M. La innovación tecnológica como estrategia de desarrollo empresarial: el caso de la industria de galletitas en la Argentina. Junio 2003; volumen 16 (16). Disponible en:http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542003000100001

12. Acuña A, Petrantonio M. La innovación tecnológica como estrategia de desarrollo empresarial: el caso de la industria de galletitas en la Argentina. Junio 2003; volumen 16 (16). Disponible

en:http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542003000100001

13. Carrasco N, Zamora M, Melin A, Bolletta A, Marinissen J, Gigón R, et al. Manual de Sorgo. 1° Edición. Buenos Aires, Argentina: Inta; 2011. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf

14. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Capítulo 4: Composición química y valor nutritivo (sorgo). Disponible en:<http://www.fao.org/docrep/t0818s/T0818S0a.htm>

15. Ministerio de Agroindustria de la Nación. Sorgo, un cereal poco conocido. Enero 2016: 1-4. Disponible en:http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_47_Sorgo.pdf

16. Sagastume A, Incerti G. Las oportunidades del sorgo para la Argentina. Argentina Investiga. Enero 2017. Disponible en:http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=las_oportunidades_del_sorgo_para_la_argentina&id=2844

17. El Universitario. El potencial del sorgo en la región. Octubre 2016. Disponible en: <http://www.unnoba.edu.ar/el-potencial-del-sorgo-en-la-region/>

18. Pérez A, Saucedo O, Iglesias J, Wencomo H, Reyes F, Oquendo G, Milián I. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Marzo 2010; volumen 33 (1) Disponible

en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000100001

19. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Utilización del sorgo en la alimentación humana. Disponible en:<http://www.fao.org/docrep/w1808s/w1808s04.htm>

20. López Ortíz N, Tique M, Pérez Lavalle L. Contribución al estudio del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para nutrición humana. Junio 2011; volumen 13 (1). Disponible en:http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082011000100004

21. Rivera-Elías L, Ruíz-Vázquez V, Carranco-Saldaña C, León-Galván M, Espitia-Orozco F. Desarrollo y elaboración de una galleta a base de harina de sorgo blanco (*Sorghum bicolor*, L. Moench) y soya (*Glycinemax*) como alternativa al uso del sorgo de consumo humano. Irapuato, México. 2018, volumen 3: 451-456. Disponible en:<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/75.pdf>

22. Carrasco N, Zamora M, Melin A. Manual del sorgo. 1° Edición. Buenos Aires: Chacra Experimental Integrada Barrow: Ediciones INTA 2011; 2011. Disponible en:https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_sorgo_renglon_191.pdf

23. <http://www.anmat.gov.ar> (Internet) Capítulo IX; Alimentos farináceos-cereales, harinas y derivados. Artículo 663 bis - (Res. 4276, 28.12.79)

Argentina.

Disponible

en:http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf

24. Juliano B. Rice Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. 2ª Edición. Minnesota, USA: 1985.

25. Pincioli M. Proteínas de arroz: Propiedades estructurales y funcionales. La Plata, Argentina. 2010. Disponible

en:http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documento_completo_.pdf?sequence=3

26. Gandhi A, Khare S, Jha K. Preparation and characterization of protein isolates from soymeal. Journal of Food Science and Technology. 2000; (37): 624-626.

27. Salinas Moreno Y, Pérez Herrera P, Castillo Merino J, Álvarez Rivas L. Relación de amilosa: amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. México: 2003; Volumen 26 (2): 115 - 121. Disponible en:<https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-2/7a.pdf>

28. Ministerio de Agroindustria de la Nación. Trigo Sarraceno: una opción diferente. Octubre 2015: 1-3. Disponible en:http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_44_TrigoSarraceno.pdf

29. Anmat. Capítulo IX; Alimentos farináceos- cereales, harinas y derivados. Artículo 657 bis - (Res 101, 22.02.93) y Artículo 664 - (Res. 101, 22.02.93).

Argentina. En línea. Disponible
en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf

30. Programa Ámbito Nacional de leches. Mandioca, mucho más que chipá.
Revista Producir. Junio 2011 (236): 130-131. Disponible en:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_uset_mandioca_chipa.pdf

31. Fretes F. Mandioca una opción industrial. Programa Paraguay vende. Mayo
2010 (En Línea) Disponible
en: <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/mandioca.pdf>

32. Franco D. Productos de Maíz, análisis de la cadena alimentaria. Disponible
en:
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/revista/ediciones/32/cadenas/farinaceos_maiz.htm

33. De La Vega L. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedad
funcionales. Temas de Ciencia y Tecnología. 2009; volumen 13 (38): 27-32.
Disponible en: http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf

34. San Mauro M, Garcino Vilar E, Collado Yurrutia L, Ciudad Cabañas M. ¿Es
el gluten el gran agente etiopatogénico de enfermedad en el siglo XXI? Madrid.
Diciembre 2014. Volumen 30 (6). Disponible
en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014001300002

35. Sciarini L, Steffolani M, León A. El rol del gluten en la panificación y el
desafío de prescindir de su aporte en la elaboración de pan. Córdoba.

Diciembre 2016. Volumen 33 (2) Disponible

en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2016000200001

36. Molina-Rosell C. Alimentos sin gluten derivados de cereales. En Rodrigo L y Peña AS, editores. Enfermedad celíaca y sensibilidad al gluten no celíaca. Barcelona, España: OmniaScience; 2013. Disponible en: <http://www.omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/article/view/27/46>

37. Garda M, Álvarez M, Lattanzio M, Ferraro C, Colombo M. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de gluten. Julio 2012; Volumen 30 (140) Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372012000300005

38. Ministerio de Salud de la Nación. Guía de buenas prácticas de manufactura. Establecimientos elaboradores de alimentos libres de gluten. Disponible en: http://msal.gob.ar/celiacos/pdf/2013-05-04_guia-BPM-elaboradores-ALG.pdf

39. Anmat, Renapra. Guía de BPM para la oferta de alimentos libres de gluten en establecimientos y servicios gastronómicos. Disponible en: http://opinion_publica.anmat.gov.ar/proyectos/192.pdf

40. Anmat, Renapra. El boletín del inspector Bromatológico: Buenas Prácticas de Manufactura en Establecimientos elaboradores de Alimentos Libres de Gluten. Disponible

en:http://www.anmat.gov.ar/webanmat/BoletinesBromatologicos/El_Boletin_del_Inspector_13_ALG.pdf

41. <https://goo.gl/forms/3B4iNWhmOVOC95Bs2>

42. López L, Suárez M. Fundamentos de nutrición normal. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo; 2002.

43. Surco Almendras J, Alvarado Kirigin J. Harinas compuestas de sorgo-trigo para panificación. Agosto 2010; volumen 27 (1). Disponible en:http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602010000100004

44. Guzmán Urrutia M, López Lemus P. Propuesta de formulación de galletas elaboradas con harina compuesta de *Amaranthuscruentus* (amaranto) Y *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo). Universidad del Salvador. Agosto 2015. Disponible en:<http://ri.ues.edu.sv/7652/1/16103579.pdf>

45. Rivera-Elias L, Ruiz-Vázquez V, Carranco-Saldaña C, León-Galván M, Espitia-Orozco F. Desarrollo y elaboración de una galleta a base de harina de sorgo blanco (*Sorghum bicolor*, L. Moench) y soya (*Glycinemax*) como alternativa al uso del sorgo de consumo humano. 2018; volumen 3: 451-456. Disponible en:<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/75.pdf>

46. Ministerio de Salud de la Nación. Programa Nacional de detección y control de enfermedad celíaca. Disponible en:<http://www.msal.gob.ar/celiacos/que-es-la-enfermedad.html>

47. Ministerio de Salud de la Nación. Guía de práctica clínica sobre diagnóstico y tratamiento de la Enfermedad Celíaca en el primer nivel de atención. Disponible en: http://www.msal.gov.ar/celiacos/pdf/2013-03-08_guia-practica-clinica-enfermedad-celiaca.pdf.
48. Haboubi NY, Taylor S, Jones S. Celiac disease and oats: a systematic review. Postgrad Med J. 2006 Oct; 82(972): 672-678. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2653911/>
49. Högberg L, Laurin P, Fälth-Magnusson K, Gran t C, Grodzinsky E, Jansson G, Ascher H, Browaldh L, Hammersjö J, Lindberg E, Myrdal U, Stenhammar L. Oats to children with newly diagnosed coeliac disease: a randomised double blind study. Gut 2004; 53: 649–654. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1774046/>
50. PollancoAllué I, Álvarez Doforno R, Argüelles Martín F, Arranz Sanz E, Bousoño García C, Calvo Romero M, et al. Enfermedad Celíaca presente y futuro. Majadahonda, Madrid: Ergon; 2013. Disponible en: <http://www.fundacioncarlosvazquez.com/uploads/enfermedadceliaca.pdf>
51. Díaz S, Dib J. Enfermedad Celíaca. Caracas. Septiembre 2008. Volumen 62 (3). Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-35032008000300017
52. Heredia C, Castro F, Palma J. Enfermedad Celíaca del Adulto. Chile. Septiembre 2007. Volumen 135 (9). Disponible

en:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000900015

53. Sociedad Argentina de Pediatría. Informe Técnico sobre la Enfermedad Celíaca. (1-4) Disponible en:
https://www.sap.org.ar/docs/profesionales/tecnico_enf_celiaca.pdf

54. Ministerio de Salud de la Nación. Programa Nacional de detección y control de enfermedad celíaca. Disponible en:
<http://www.msal.gob.ar/celiacos/sintomas.html>

55. Ministerio de Salud de la Nación. Cuadernillo para Nutricionistas: manejo nutricional de la Enfermedad Celíaca. Buenos Aires, Argentina. Disponible en:
<http://iah.salud.gob.ar/doc/Documento112.pdf>

56. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. Ley 26588. Declárase de interés nacional la atención médica, la investigación clínica y epidemiológica, la capacitación profesional en la detección temprana, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad celíaca. Diciembre 2009. Disponible en:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/162428/norma.htm>

57. Anmat. Ministerio de Salud de la Nación. ¿Cómo se conforma la Base Integrada de ALG?. Disponible en:
http://www.anmat.gov.ar/Alimentos/libres_gluten/Acerca_de.asp

58. ANMAT. Guía de Buenas Prácticas de Manufactura para Establecimientos Elaboradores de ALG. Disponible en:

http://www.anmat.gov.ar/Alimentos/Guia_BPM_ALG_formato_Web.pdf

59. Capítulo VII: Alimentos de Régimen o dietéticos. Artículo 1383 bis - (Resolución Conjunta SPReI y SAGyP N° 201/2011 y N° 649/2011) Disponible en: <https://www.biol.unlp.edu.ar/alimentosysalud/CAPITULO-XVIICAA.pdf>

60. Código Alimentario Argentino. Resolución Conjunta 201/2011 y 649/2011. Buenos Aires, Octubre 2011. Disponible en: http://www.msal.gov.ar/celiacos/pdf/resolucion-conjunta_201-2011_y_649-2011.pdf

61. ANMAT. BPM: Portafolio educativo en temas claves en control de inocuidad de los alimentos. Acceso: Noviembre 2015. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/portafolio_educativo/index.html

62. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación. Ley N° 27.196 Enfermedad Celíaca, Ley 26588: modificación. Noviembre 2015. Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/255225/norma.htm>