S14 CDT Ciencia, Docencia y Tecnología

Suplemento CDyT
VOL. 13 | N° 14 | 2023 ISSN 2250-4559

PID 8094

Desarrollo a nivel de laboratorio de premezclas para bizcochuelos libres de gluten con harinas de chía y quinoa, evaluación a escala de planta piloto y estudio del almacenamiento

Martínez, Horacio J.; Velazque, Mirta S.; Malleret, Antonio D.; Giudici, Vanesa N.; Alul, Franco Y.; Gómez, Patricia N.

Autores: Facultad de Ciencias de la Alimentación. Universidad Nacional de Entre Ríos. Monseñor Tavella 1450 - Concordia, Entre Ríos, Argentina.
Contacto: horaciojose.martinez@uner.edu.ar

ARK: http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s22504559/zusnhmpv3

Resumen

Los actuales desafíos en ingeniería requieren de su desarrollo a partir de diversas materias primas. El objetivo del presente estudio fue estudiar las características físicas y su relación con la evaluación sensorial de premezclas de bizcochuelos libres de gluten enriquecidas con harinas de chía y de quínoa, seleccionando las mejores formulaciones en cuanto a las características mencionadas, y, posteriormente, realizar pruebas a escala de planta piloto y un estudio de almacenamiento de las mismas. La mejor formulación obtenida fue una premezcla de bizcochuelo con 14% de quínoa y 1% de chía molida cuyos valores de adhesividad fueron 0,76±0,06N y 0,81±0,07N; cohesividad 4,20±0,23mm y 4,24±0,24mm; pegajosidad 0,03±0,01mm y 0,04±0,01N/mm^2; para los bizcochuelos reconstituidos la pérdida de peso fue del 7%; el colapso 0,2±0,3cm y 0,3±0,2cm; el volumen aparente 2,33±0,47cm3/g y 2,37±0,34cm^3/g; la densidad aparente 0,43±0,06g/cm^3 y 0,43±0,19g/cm^3; el color en corteza para L∗ de 57,44±3,18 y 58,17±2,11; a∗ entre +8,66±2,66 y 11,54±0,47; b∗ entre +24,95±1,64 y +27,73±2,71; en miga para L∗, valores de 62,52±2,40 y 63,42±2,20; a∗ entre +0,02±0,41 y 1,29±0,25; b∗ entre +20,65±0,48 y +23,71±0,75; la firmeza entre 11,02±0,55N y 11,18±0,90N; la dureza al corte entre 32,27±4,42N y 32,44±4,42N; La Aceptabilidad Global evaluada por un panel de 50 consumidores arrojó resultados altamente satisfactorios.

Palabras clave: libre de gluten; chía; quínoa; premezclas; bizcochuelos

Marco teórico

La enfermedad celíaca ha sido declarada de interés en el ámbito de la República Argentina, tanto a nivel nacional como provincial y local. A nivel nacional se han sancionado las Leyes 26.588 y 27.196 y el Decreto Reglamentario de la Ley 26.588, que es el 528/2011. Dicha normativa declara 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. El tratamiento de la enfermedad celíaca consiste en una alimentación exenta de gluten de por vida, por lo que esto involucra a los tecnólogos de alimentos, ya que es necesario desarrollar productos de buena calidad nutricional, económicos y con características organolépticas agradables.

Según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI, 2017) los alimentos libres de gluten son reducidos, de valor nutricional deficitario y caros. Además, el 80% de los alimentos procesados industrialmente contiene gluten. En este sentido, es imprescindible diversificar la oferta de productos comerciales, con valores nutricionales más altos y menores costos, por lo cual la innovación tecnológica es un requisito indispensable en cuanto al abordaje de este tipo de estudios.

En el mercado argentino, el ingrediente utilizado mayoritariamente en la elaboración de bizcochuelos es la harina de trigo, que contiene gluten. El gluten es una proteína constituida por prolaminas y glutelinas presentes en ciertos cereales (trigo, avena, cebada y/o centeno) que conforma una red proteica que se desarrolla cuando la harina de alguno de dichos cereales se mezcla con agua. En el marco de la enfermedad celiaca, el término *gluten* hace referencia a las prolaminas (gliadina en trigo, avenina en avena, hordeína en cebada y secalina en centeno), que son los agentes responsables de la respuesta autoinmune y del daño intestinal (ANMAT, 2015) y confiere la consistencia elástica y esponjosa de los panes y masas horneadas. Un estudio realizado en ocasión de la celebración de los 50 años de la Federación de Trabajadores Pasteleros de la Argentina presentó los resultados de una encuesta nacional realizada en el año 2015. Se consultó a nivel nacional a 1.010 personas, utilizando entrevistas personales y domiciliarias como instrumento de recolección. Según la misma, el 96% de los encuestados consumen tortas y pastelería por lo menos una vez por semana (Federación de Trabajadores Pasteleros, 2015).

Las premezclas son mezclas que contienen todos o parte de los ingredientes de una receta (excepto el líquido de hidratación). Pueden estar destinadas a la panificación, bollería, pastelería o a la cocina. Se presentan en forma pastosa o pulverulenta. Éstos últimos ganan terreno frente a los productos listos en épocas de reducción del gasto de los consumidores. No obstante, son varios los factores que afectan la decisión de compra. En el caso de los productos batidos listos, de origen industrial, se valora su conveniencia, practicidad y ahorro de tiempo. Sin embargo, cuando se quiere consumir los productos batidos sin ningún agregado, los recién horneados se imponen en las preferencias y es ahí donde tienen mercado las premezclas para productos horneables (Lezcano, 2011). Cabe destacar que pocos trabajos se encuentran en la bibliografía científica sobre la medición de parámetros de calidad físicos y sensoriales de premezclas para bizcochuelos libres de gluten, así como también de los productos reconstituidos, sobre todo con el enriquecimiento de harinas no tradicionales, como por ejemplo chía y quínoa.

La chía es una planta anual de verano que pertenece a la familia de las Labiatae. Fue uno de los cultivos principales de las sociedades precolombinas de la región, superado sólo por el maíz y el frijol. Durante mucho tiempo fue un elemento básico en su dieta. Sin embargo, con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido. Fue a finales del siglo pasado que el interés por la chía resurgió, ya que se les puede considerar una buena fuente de fibra dietaria, proteína y antioxidantes (Fernández, 2006). En medio acuoso, la semilla queda envuelta en un polisacárido mucilaginoso copioso, el cual es excelente para la digestión; junto con el grano en sí mismo, forma un alimento nutritivo (Hentry y col., 1990). Además, el mucílago mejora las propiedades en panes libres de gluten (Garda, 2012). Esto convierte a la semilla o cualquiera de sus derivados en ideal para enriquecer una gran diversidad de productos gracias a su

composición química y su valor nutricional, confiriéndole un gran potencial para usarla dentro de los mercados alimenticios. Por otro lado, el consumo de la fibra dietaria de la semilla de chía resulta ser una alternativa valiosa que mejora la formación del bolo fecal y la correcta evacuación de las heces, lo cual ayuda a prevenir la obesidad y el cáncer de colon, así como los elevados niveles de colesterol y glucosa en sangre.

La quínoa es un cereal de 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. Su uso permite revalorizar su cultivo en la región Noroeste de la Argentina para ser introducido en la alimentación de poblaciones en riesgo nutricional (Scalise, 2014).

Las materias primas más utilizadas o tradicionales en los recetarios artesanales y productos comerciales para reemplazar a la harina de trigo en los productos aptos para celíacos son: harina de arroz, almidón de maíz y fécula de mandioca (ACELA, 2006; Velazque, Massera-Furlán y Benedito, 2000; Velazque, 2007; Velazque, 2008; Velazque, Simonetti y Sosa, 2008; Velazque y Simonetti, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar las características físicas y su relación con la evaluación sensorial de premezclas de bizcochuelos libres de gluten enriquecidas con harinas de chía y de quínoa, seleccionar las mejores formulaciones en cuanto a las características mencionadas, realizar pruebas a escala de Planta Piloto y un estudio de almacenamiento de las mismas.

Metodología

Para la obtención de cada premezcla se pesaron todos los ingredientes sólidos, que consistieron en: harina de arroz, leche en polvo, almidón de maíz, fécula de mandioca, azúcar, harina de chía o harina de quínoa, goma xántica y goma guar, y finalmente se mezclaron; a la mezcla de ingredientes sólidos se la denominó *premezcla*. A posteriori, se pesaron los ingredientes líquidos -huevos y aceite-, los cuales fueron mezclados entre sí antes de ser añadidos a la premezcla de los ingredientes sólidos, para posteriormente adicionar el agua y homogeneizar con batido manual durante 5 minutos. La masa batida se colocó en moldes circulares comerciales de aluminio de 24cm de diámetro, siendo la cantidad dosificada de aproximadamente 1kg. Se horneó a 160°C durante 70 minutos, se enfrió y se desmoldó a temperatura ambiente, obteniéndose así el producto final (Figura 1).

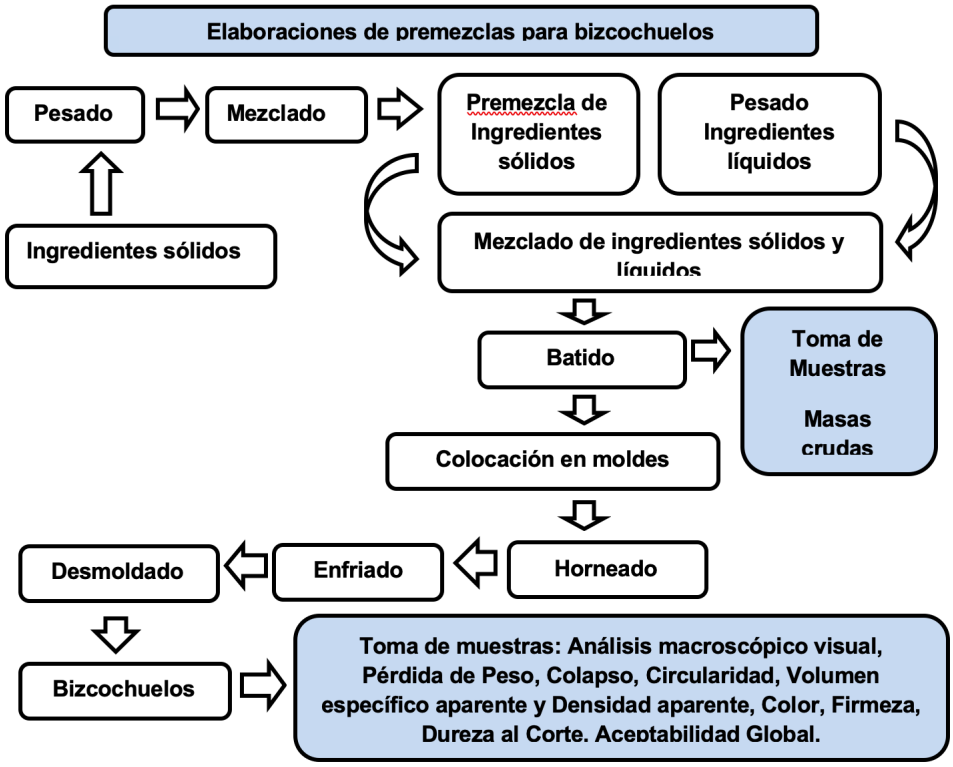


Figura N° 1. Diagrama de flujo correspondiente a la obtención de premezclas y bizcochuelos libres de gluten, enriquecidos con chía molida y/o harina de quínoa.

Desarrollo de las Formulaciones

Este trabajo se basa en una formulación presentada en el Proyecto de Investigación Novel con Asesor "Estudio de las características físicas y su relación con la evaluación sensorial de masas batidas libres de gluten enriquecidas con harina de chía y de quinoa", dirigido por el Dr. Horacio Martínez, aprobado por Res. C.S. N° 213/15 del 10/09/15 y cuyo Informe Final fuera aprobado por Res. C.S. N° 125/17 del 10/05/17 – Universidad Nacional de Entre Ríos. En la Tabla N° 1 se detalla la formulación de un bizcochuelo libre de gluten enriquecido con chía molida sin hidratación previa de la premezcla del citado proyecto.

Tabla N° 1 Formulación por unidad de bizcochuelo de la premezcla libre de gluten enriquecido con 10% de chía molida sin hidratación previa.

Ingredientes	Cantidad (g)	Cantidad (%)
Harina de arroz	120	10,25
Fécula de mandioca	120	10,25
Almidón de maíz	166	14,18
Leche en polvo	22	1,88
Leudante	18	1,54
Goma guar	1	0,09
Goma xántica	2	0,17
Chía molida	45	3,84
Azúcar	200	17,08
Huevo	120	10,25
Aceite	107	9,14
Agua	250	21,35
Total	**1.171**	**100,00**

(*)El cálculo de la cantidad de chía molida agregada se hizo sobre la base de la suma total de las cantidades en gramos de las harinas utilizadas como ingredientes: harina de arroz, fécula de mandioca, almidón de maíz y leche en polvo. Cabe aclarar que, en los productos libres de gluten, la leche en polvo se considera también como harina.

Total harinas: 120g + 120g + 166g + 22g = 428g

Por lo expuesto, 428g representan el 100%, y el 10% resultante para calcular la cantidad de chía molida arroja un resultado de 45g. Este valor, en el total de ingredientes para los bizcochuelos reconstituidos, representa un 3,84%. Luego se ajustaron las cantidades a números enteros.

Para llegar a la adopción de la formulación que se indica en la Tabla N° 2, se tomó como base el estudio de Velazque y col. (2016), donde los resultados de la Aceptabilidad Global sobre 50 Consumidores de la formulación que se indica en la Tabla N° 1 arrojaron que un 60% de los encuestados, en el apartado de Comentarios, observaban que los bizcochuelos resultaron muy secos, si bien de gusto agradable. En base a dichos resultados, se diseñó una formulación con mayor cantidad de agua para asegurar la hidratación de la chía molida seleccionando dos tiempos de hidratación para cada porcentaje de chía agregada: 15 minutos y 30 minutos. De acuerdo con el mismo estudio, para adoptar la cantidad de chía molida agregada se tuvo en cuenta que los consumidores emitieron dos opiniones diferentes: el 55% estaba de acuerdo con la cantidad de chía molida agregada, mientras que el 45% de los encuestados sugería disminuir dicha cantidad. En base a lo expuesto, en la Tabla N° 2 se muestran las formulaciones mejoradas que fueron ensayadas en el presente trabajo.

Tabla N° 2. Formulación por unidad de bizcochuelo libre de gluten enriquecido con chía molida con hidratación previa.

Ingredientes	Chía 10%		Chía 5%	
	Cantidad (g)	Cantidad (%)	Cantidad (g)	Cantidad (%)
Harina de arroz	120	9,83	120	10,02
Fécula de mandioca	120	9,83	120	10,02
Almidón de maíz	166	13,60	166	13,86
Leche en polvo	22	1,80	22	1,84
Leudante	18	1,47	18	1,50
Goma guar	1	0,08	1	0,08
Goma xántica	2	0,16	2	0,17
Chía molida	45	3,69	22	1,84
Azúcar	200	16,38	200	16,69
Huevo	120	9,83	120	10,02
Aceite	107	8,76	107	8,93
Agua de la formulación anterior	250	20,48	250	20,87
Agua para hidratar la chía molida	50	4,10	50	4,17
Total	**1.221**	**100,00**	**1.198**	**100,00**

Posteriormente, se utilizaron distintas premezclas enriquecidas con harinas de chía y de quinoa en porcentajes que variaron entre el 0 y el 15% calculado sobre el peso de una premezcla de harinas compuesta por harina de arroz, fécula de mandioca y almidón de maíz (según un diseño experimental central compuesto 2^2+estrella, elaborado con software STATGRAPHYCS). Para ver si se podía mejorar la fórmula citada en el párrafo anterior, el resultado de esta investigación es la fórmula con 14% de quinoa y 1% de chía que se muestra en Tabla N° 1 resultado del Proyecto de Investigación de Director Novel con Asesor: "Estudio de la características físicas y su relación con la evaluación sensorial de masas batidas libres de gluten enriquecidas con harina de chía y de quinoa", siendo adoptada en el presente estudio su composición en ingredientes secos que figura en las Tablas N° 3 y N° 4.

Tabla N° 3. Formulación por unidad de una premezcla de bizcochuelo libre de gluten enriquecido con harina de chía y quínoa.

Ingredientes	Cantidad (%)
Harina de arroz	16,8
Fécula de mandioca	16,8
Almidón de maíz	23,3
Leche en polvo	3,2
Leudante	2,5
Goma guar	0,1
Goma xántica	0,3
Quinoa	8,3
Chía molida	0,7
Azúcar	28,0
Total	**100**

Tabla N° 4. Formulación por unidad de los bizcochuelos reconstituidos en base a la formulación de la Tabla N° 3.

Ingredientes	Cantidad (%)
Harina de arroz	10,1
Fécula de mandioca	10,1
Almidón de maíz	13,9
Leche en polvo	1,9
Leudante	1,5
Goma guar	0,1
Goma xántica	0,2
Quinoa	5,0
Chía molida	0,4
Azúcar	16,8
Huevo	10,1
Aceite	9,0
Agua	21,0
Total	100

(*)El cálculo de la cantidad de chía molida agregada se hizo sobre la base de la suma total de las cantidades en gramos de las harinas utilizadas como ingredientes: harina de arroz, fécula de mandioca, almidón de maíz y leche en polvo.

Técnicas analíticas

Medición de pegajosidad en masas crudas: Este ensayo se llevó a cabo siguiendo el procedimiento propuesto por Grausgruber y col., 2003. Un texturómetro TA-XT2 de Stable Microsystem (Surrey, Reino Unido) provisto de un dispositivo SMS/Chen-Hoseney, donde se colocará la muestra, y un cilindro de metacrilato de 25mm (P/25P) como célula de compresión. La celda de carga será de 5kg. Para definir la pegajosidad, se medirán los siguientes parámetros: la fuerza máxima positiva o fuerza adhesiva, que es el grado de pegajosidad; el área positiva bajo la curva o la energía de adhesividad, que es el trabajo de adhesión, y la distancia que la muestra se extiende en el retorno de la sonda, que es una indicación de la cohesión de la muestra/resistencia de la masa. El texturómetro será configurado de la siguiente manera: modo: test de adhesividad; opción: retorno al inicio; velocidad de pre-ensayo: 2,0mm/s; velocidad de ensayo: 2,0mm/s; velocidad de post-ensayo: 10,0mm/s; distancia: 4mm; fuerza: 80g; tiempo: 0,1s; trigger type: auto-5g; velocidad de adquisición de datos: 500pps.

Pérdida de peso: Se determinó por gravimetría mediante balanza electrónica OHAUS, modelo PioneerTM Máx. 3100 ± 0,01 g. La pérdida de peso durante el horneado se calculará por el cociente entre la masa cruda batida antes del horneado menos la masa después del horneado, y dividiendo por la masa cruda antes del horneado.

Colapso: Mediante un calibre digital marca Caliper de 150mm ± 0,1mm se determinarán las diferencias de altura de los productos recién horneados y después de 1 hora. Se utilizaron diez unidades por cada formulación.

Circularidad: Mediante un calibre digital marca Caliper de 150mm ± 0,1mm se determinarán los índices de volumen, de simetría y de uniformidad. Los bizcochuelos serán cortados cuidadosamente por el centro. Los índices se estimarán mediante las siguientes fórmulas (AACC, 1969): Índice de Volumen = B + C + D; Índice de Simetría = 2C – B – D; Índice de Uniformidad = B – D, donde A, B, C, D y E se miden en cm (Figura 2).

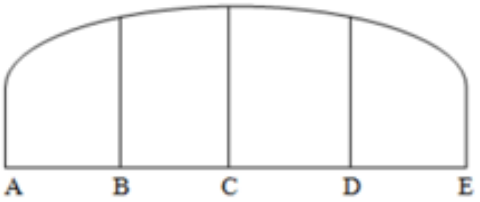


Figura N° 2. Puntos de toma de muestra para las alturas según la Norma AACC, 2000.

Volumen aparente: La medición se realizó mediante una modificación del método 10-05 de la AACC (American Association of Cereal Chemists). El volumen aparente se medirá por desplazamiento de pequeñas esferas de acrílico que sustituyeron a las semillas de mijo del método original. En una probeta de vidrio marca IVA de 1 l de volumen, se colocaron las mismas hasta alcanzar un volumen de 0,5 l (Vi). Luego se descargaron en otro recipiente y se introdujo la porción de bizcochuelo en la probeta, se cargaron nuevamente las semillas y se midió el volumen resultante (Vf). El volumen aparente del producto (Va) fue igual a Vf – Vi.

Densidad aparente: La densidad se calculó como la relación entre el peso y el volumen aparente del producto.

Humedad: Se utilizó el determinador de humedad marca BOECO, modelo SMO 01. Se procedió a un secado por infrarrojo a 105°C utilizando una muestra de 1g por cada determinación.

Color: Se utilizó un Colorímetro marca Minolta (1994), modelo CR 300, con iluminante estándar D65 y ángulo del observador de 2°. Se determinarán los parámetros L* (Luminosidad), a* (componentes rojo-verde) y b* (componentes amarillo-azul) del espacio CIE-LAB.

Firmeza: Se utilizó una sonda cilíndrica de 36mm de radio (P / 36R) con célula de carga de 5kg Los bordes del cilindro son redondeados para eliminar la nitidez del perímetro de la sonda, reduciendo así la tendencia de la sonda a cortar la muestra tras la penetración. La determinación de la firmeza en la miga del producto final se realizó con texturometro TA XT2i usando el método estándar 74-09 de la AACC. El texturómetro se configurará de la siguiente manera: modo: fuerza de medición en compresión; opción: retorno al inicio; velocidad de preensayo: 1,0mm/s; velocidad de ensayo: 1,7mm/s; velocidad de post-ensayo: 10,0mm/s; strein: 40%; trigger type: auto-5g; velocidad de adquisición de datos: 250pps.

Dureza al corte: Se utilizó un set de cuchilla y base ranurada con una celda de carga de 25kg para producir el corte total de la porción de masa batida reconstituida. El texturómetro se configurará de la siguiente manera: modo: fuerza de ruptura; opción: retorno al inicio; velocidad de pre-ensayo: 3,0mm/s; velocidad de ensayo: 2,0mm/s; velocidad de post-ensayo: 10,0mm/s; strein: 70mm; trigger type: auto-5g; velocidad de adquisición de datos: 400pps.

Determinación de las características sensoriales: Se utilizó un panel de consumidores compuesto por un mínimo de 50 personas (Carpenter y col. 2002). Mediante una escala hedónica de nueve puntos se analizó la aceptabilidad global (Muñoz, 2007).

Tratamiento estadístico de los datos: Se utilizó el software STATGRAPHICS Centurión XV. Se realizó el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher para evaluar si hubo diferencias significativas (α<0,05) entre las medias de los distintos parámetros estudiados para cada formulación.

Resultados y conclusiones

De acuerdo con lo destacado por Gao y col. (2018), los productos de panadería libres de gluten son a menudo menos deseables en cuanto a su apariencia, sabor, aroma y textura que sus equivalentes elaborados con harinas que contienen gluten. La forma más sencilla de mejorar la estructura de dichos productos consiste en agregar otros tipos de harinas, tanto de cereales como de pseudocereales y aditivos. En el presente trabajo se utilizó harina de quínoa, chía molida y gomas xántica y guar, y sus resultados se contrastan con los de otros autores.

Pegajosidad

Para medir la pegajosidad se deben tener en cuenta tanto la adhesividad como la cohesividad de una masa cruda.

Según la Tabla N° 5, los valores promedio de adhesividad variaron en forma estadísticamente significativa entre las formulaciones conteniendo un 10% y un 5% de chía molida. En cuanto a los tiempos de hidratación, tanto para los 15 minutos como para los 30 minutos en la misma formulación, no reflejaron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla N° 5. Valores promedio de adhesividad y cohesividad para masas crudas.

N° Muestra	Adhesividad (N)		Cohesividad (mm)	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_1	0,47^a	±0,08	3,13^a	±0,49
M_2	0,50^a	±0,09	3,44^b	±0,59
M_3	0,62^b	±0,18	2,99^a	±0,35
M_4	0,65^b	±0,19	3,40^b	±0,27

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5).

M_R: referencia Biz. con 10% de chía molida sin hidratar; M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

Respecto de los valores de cohesividad anteriormente expuestos, se observa que existe coincidencia estadísticamente significativa entre las formulaciones con los mismos tiempos de hidratación, o sea entre la formulación con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación y la formulación con 5% de chía y el mismo tiempo de hidratación, así como por otro lado entre la formulación con 10% de chía y 30 minutos de hidratación y la formulación con 5% de chía y el mismo tiempo de hidratación.

Un trabajo de Ronda y col. (2011) sobre el estudio del efecto de la fuente de almidón y del aislado de proteína de soja sobre la reología de las masas crudas de bizcochuelos, incluyendo la pegajosidad, reporta un rango de adhesividad que oscila entre 0,44±0,03 N y 1,02±0,07 N. Los valores del presente trabajo se encuentran dentro de ese rango.

En cuanto a la cohesividad, Ronda y col. señalan un rango de valores entre 1,36±0,12mm y 2,18±0,22mm. Tal como informan Hoseney y col. (1999), cuando la fuerza adhesiva es alta y la fuerza

cohesiva es baja, el material se percibe como pegajoso. Por lo tanto, las más pegajosas resultaron las formulaciones con 5% de chía molida, tanto con 15 minutos como con 30 minutos de hidratación, y las menos pegajosas fueron las formulaciones con 10% de chía molida, tanto con 15 minutos como con 30 minutos de hidratación.

Un estudio de Martínez y col. (2017) sobre 10 formulaciones de bizcochuelos libres de gluten enriquecidos con diferentes proporciones de chía molida y harina de quinoa texturizada reporta un rango de 0,62±0,08 N a 0,84±0,20 N. Los resultados obtenidos en el presente estudio son inferiores de los obtenidos por Martínez y col. para los bizcochuelos enriquecidos con 10% de chía molida y se encuentran en el mismo rango para los bizcochuelos enriquecidos con 5% de chía molida.

En la Tabla N° 6 podemos observar los valores correspondientes a adhesividad, cohesividad y pegajosidad para masas crudas batidas correspondientes a las premezclas M_1 y M_2. Las mismas presentan diferencias estadísticamente significativas entre ambas formulaciones, presentando los menores valores para estos parámetros las muestras correspondientes a la formulación de bizcochuelos compuesta por 5% de chía molida con 15 minutos de hidratación.

Tabla N° 6. Valores promedio de adhesividad, cohesividad y pegajosidad correspondientes a las masas crudas de las premezclas M_1 y M_2.

Muestra	Adhesividad (N)		**Cohesividad (mm)**		**Pegajosidad (N/mm^2)**	
	Prom.	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**
M_1	0,76[b]	±0,06	4,24[b]	±0,24	0,04[b]	±0,01
M_2	0,64[a]	±0,12	2,53[a]	±0,23	0,02[a]	±0,01

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: Biz. con 14% de harina de quinoa y 1% de chía molida; M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Agrahar-Murugkhar *et al.* (2016) informa sobre valores de cohesividad entre 0,72 ±0,02 y 0,84 ±0,01, los cuales correspondieron a pasteles sin huevo que se desarrollaron utilizando harina compuesta de trigo, mijo de malta malteado, soja germinada y amaranto, y sustitutos de huevo, plátano, chía y leche de soja en polvo. En donde se reportó en el caso de la formulación conteniendo la chía, los menores valores de cohesividad correspondientes a 0,72 ±0,02mm, muy inferiores a los obtenidos por las formulaciones M_1 y M_2. Si bien ambas muestras presentan valores mayores en el caso de ambas formulaciones para este parámetro, la formulación correspondiente a la muestra M_1 presenta los mayores valores de cohesividad.

Considerando lo antedicho, debemos tener presente que la adhesividad es una propiedad textural que resulta del balance entre las fuerzas adhesivas y cohesivas de un material. Cuando la fuerza adhesiva es mayor que la cohesiva, el material resulta pegajoso, tal cual lo detallado por el estudio de Chen y Hoseney (1995); éstos, al estudiar la pegajosidad de la masa, concluyeron que esta propiedad se incrementa cuando la cantidad de componentes solubles presentes en la harina se aumenta. La tensión superficial entre la superficie de la masa y la superficie del recipiente que está en contacto con la masa se genera por la mezcla del agua y el material soluble contenido en la harina. Según lo expresado por Ronda *et al.* (2011), los procesamientos mecanizados de alta velocidad de los alimentos requieren que el material no se pegue a las superficies de la máquina, por lo que las formulaciones, conteniendo 5% de chía molida serían las más favorables al advertir los valores de la pegajosidad.

En la Figura N° 3 se muestra una curva típica de pegajosidad en bizcochuelos libres de gluten enriquecidos con chía molida de premezclas hidratadas previamente.

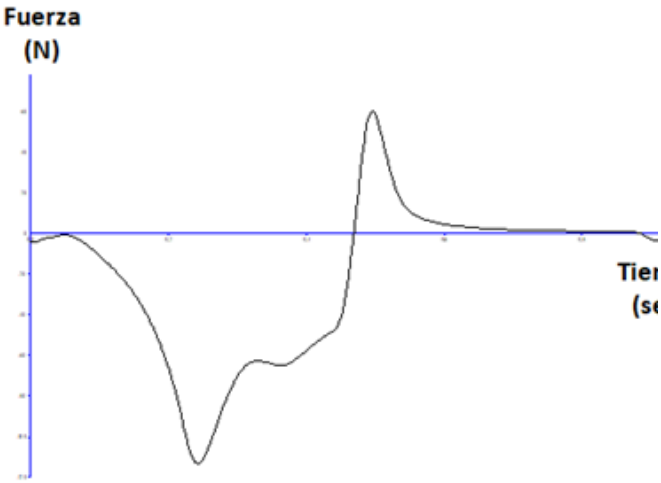


Figura N°3. Curva típica de pegajosidad en bizcochuelos libres de gluten enriquecidos con chía molida de premezclas hidratadas previamente.

En la Fotografía N° 1 puede apreciarse la punta de prueba utilizada para la determinación de adhesividad y cohesividad de masas crudas mediante un texturómetro TA-XT2 de Stable Microsystem (Surrey, Reino Unido) provisto de un dispositivo SMS/Chen-Hoseney, donde se colocó la muestra, y un cilindro de metacrilato de 25mm (P/25P) como celda de compresión.

Fotografía N° 1. Equipamiento utilizado en la determinación de la adhesividad, cohesividad y pegajosidad de masas crudas.

Análisis macroscópico visual

El uso de imágenes fotográficas actualmente cobra especial relevancia para el análisis de imágenes, el cual nos permite examinar diferentes aspectos de la calidad externa como son la apariencia, el color de la corteza, el colapso, la circularidad y el volumen (Ji-Myoung, K. y col., 2014; Ahmed, A. R., 2014; Tsatsaragkou, K. y col.; 2015; Davdmary, C. B. y col., 2015; Velazque y col., 2017).

Fotografía N° 2. Bizcochuelo entero chía 10%, 15 minutos de hidratación.

Fotografía N° 3. Corte transversal de bizcochuelo chía 10%, 15 minutos de hidratación.

En las fotografías N° 2 a 9 se observan los bizcochuelos enriquecidos con chía molida desarrollados en el presente trabajo. A la izquierda del observador se muestran los bizcochuelos enteros y a la derecha los bizcochuelos cortados. Las observaciones fueron realizadas por el equipo técnico del proyecto a ojo desnudo, tal como las suelen apreciar los consumidores.

Fotografía N° 4. Bizcochuelo entero chía 10%, 30 minutos de hidratación.

Fotografía N° 5. Corte transversal de bizcochuelo chía 10%, 30 minutos de hidratación.

Fotografía N° 6. Bizcochuelo entero chía 5%, 15 minutos de hidratación.

Fotografía N° 7 Bizcochuelo cortado chía 5%, 15 minutos de hidratación.

Fotografía N° 8. Bizcochuelo entero chía 5%, 30 minutos de hidratación.

Fotografía N° 9. Bizcochuelo cortado chía 5%, 30 minutos de hidratación.

Los bizcochuelos enteros con chía molida al 10% presentan un color de corteza superior más oscuro que los productos que contienen 5%. En la misma corteza se observan surcos en los que la corteza aparece abierta, mostrando el interior del bizcochuelo. Se estima que esto se debe a que la cantidad de masa vertida en los moldes, cuyo diámetro es de 24cm, es elevada para dicha capacidad y que para el segundo año de ejecución del presente proyecto debería disminuirse, a fin de lograr una menor altura central y asegurar un mejor índice de simetría, con lo que se podría obtener una corteza superior continua.

En cuanto a los bizcochuelos cortados, el perfil de distribución y la forma de los alveolos y de la miga no presenta diferencias significativas entre las 4 formulaciones. Cercana a la corteza inferior se percibe que la miga es más compacta y los alveolos más pequeños, mientras que en la parte media los alveolos aumentan su tamaño y la miga es menos compacta. Cerca de la corteza superior se observan alveolos más grandes, algunos de forma elíptica y miga más abierta.

En las fotografías N° 10 y N° 11 se observan los bizcochuelos enriquecidos con harina de quínoa al 14% y 1% de chía molida, mientras que en las fotografías N° 12 y N° 13 los bizcochuelos enriquecidos con chía molida al 5% y 15 minutos de hidratación, desarrollados en el presente trabajo a Escala de Planta Piloto. A la izquierda del observador se muestran los bizcochuelos y a la derecha sus cortes, evidenciando su interior.

Fotografía N° 10. Vista superior de una mitad correspondiente al bizcochuelo con harina de quínoa al 14% y chía al 1%.

Fotografía N° 11. Corte transversal de bizcochuelo con harina de quínoa al 14% y chía al 1%.

Fotografía N° 12. Bizcochuelo entero chía 5%, 15 minutos de hidratación.

Fotografía N° 13. Corte transversal de bizcochuelo chía 5%, 15 minutos de hidratación.

Los bizcochuelos enteros conteniendo chía molida al 5% con 15 minutos de hidratación presentan un color de corteza superior más oscuro que los productos que los bizcochuelos que contienen harina de quínoa al 14% y chía al 1%. Esto se atribuyo posiblemente no solo a una menor proporción de la chía molida en la premezcla sino a la incidencia de la presencia de harina de quínoa en la formulación de estos últimos, los que además presentaron uniformidad en el color de la corteza superior.

En cuanto al análisis del perfil de distribución y la forma de los alveolos y de la miga, podemos observar que la formulación correspondiente a chía molida al 5% con 15 minutos de hidratación presenta una distribución bastante homogénea, mientras que la correspondiente a harina de quínoa al 14% y chía al 1% presenta una distribución mucho menos homogénea en el tamaño de los alveolos y la distribución de la miga, teniendo zonas en donde se perciben grandes alveolos de forma elíptica hacia la zona superior externa, mientras que la miga se percibe mucho más compacta hacia la parte inferior y central.

Se destaca que los bizcochuelos en todos los casos se desmoldaron con facilidad y sin pérdidas de material.

Pérdida de peso

En la Tabla N° 7 se observan los valores promedio de los pesos de la masa cruda, las cuales tuvieron diferencias estadísticamente significativas debido a la diferencia en la cantidad de chía molida agregada. Estos resultados son consecuentes con los pesos de los bizcochuelos horneados listos, medidos en condiciones de temperatura ambiente. En cuanto a la pérdida de peso en %, se observa que las formulaciones con 10% de chía molida no presentaron una diferencia estadísticamente significativa para los dos tiempos de pre-hidratación y tuvieron el mismo porcentaje de pérdida de peso que la formulación de referencia con 10% de chía molida en una premezcla sin hidratación previa. En cuanto a las formulaciones con 5% de chía molida, se observa que no presentaron una diferencia estadísticamente significativa para los dos tiempos de pre-hidratación, pero sí un valor menor que las formulaciones con 10% de chía molida. Las determinaciones se realizaron por gravimetría mediante balanza electrónica OHAUS modelo Pioneer™ Máx. 3100 ± 0,01 g.

Tabla N° 7. Valores promedio del peso de la masa cruda en g, del peso de la masa luego de una hora de horneado en g y de la pérdida de peso tanto en g como en %.

Muestra	Peso masa cruda (g)		Peso 1 hora de horneado (g)		Pérdida de peso (g)		Pérdida de peso %	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_R	1109[a]	±39	1004[a]	±46	105[b]	±19	9[b]	±2
M_1	1199[c]	±36	1085[c]	±45	114[c]	±20	9[b]	±1
M_2	1201[c]	±33	1093[c]	±45	108[b]	±80	9[b]	±1
M_3	1152[b]	±34	1063[b]	±44	89[a]	±18	8[a]	±2
M_4	1153[b]	±36	1061[b]	±43	92[a]	±14	8[a]	±1

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5).

M_R: referencia Biz. con 10% de chía molida sin hidratar; M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

Sahagún y col. (2018) informan pérdidas de peso en un rango de 7,71 a 12,89% para bizcochuelos libres de gluten con la siguiente formulación como control: 350g de harina de arroz, 315g de azúcar, 210g de leche, 175g de huevo pasteurizado líquido, 105g de aceite de girasol y 10,5g de polvo para hornear. En dicho estudio, la harina de arroz se reemplazó por 15, 30 o 45% de proteínas comerciales (arroz, guisante, clara de huevo y suero de leche). La formulación de control presentó una merma en su peso de 10,52% durante el horneado. Los resultados del presente estudio arrojan un rango de pérdida de peso de entre 7 y 11%, por lo que los bizcochuelos en base a premezclas enriquecidas con chía molida sin hidratar o hidratadas previos al horneado tienen pérdidas de peso semejantes a las reportadas por los autores citados.

Ronda y col. (2017) evaluaron el comportamiento individual y la influencia combinada de goma xántica, emulsionante compuesto por una mezcla de 1-2-mono-glicéridos, almidón pregelatinizado y transglutaminasa en calidad de bizcochuelos de arroz, y reportan pérdidas de peso de entre 9,26 y 9,82%, o sea dentro del rango obtenido en el presente trabajo.

En la Tabla N° 8 se observan los valores promedio de los pesos de la masa cruda depositada en los moldes previo a la cocción, y los valores correspondientes al peso de las mismas con una hora posterior a la finalización del horneado. Así también se informa sobre la pérdida de peso en gramos y los porcentajes respectivos. Es de destacar que, para ambas formulaciones, estas dos últimas variables no tuvieron diferencias significativas entre sí.

Tabla N° 8. Valores promedio del peso correspondiente a la masa cruda en g, del peso correspondiente a la masa luego de 1 hora de horneado en g y de las pérdidas de peso, tanto en g como en %.

Muestra	Peso masa cruda (g)		Peso 1 hora de horneado (g)		Pérdida de peso (g)		Pérdida de peso %	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_1	997[a]	±10	930[a]	±8	67[a]	±9	7[a]	±1
M_2	1.044[b]	±23	972[b]	±22	72[a]	±6	7[a]	±1

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: Biz. con 14% de y 1% de chía molida, M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Es importante recordar en este sentido lo destacado por Yildiz *et al.* (2018) en su trabajo, donde nos informa sobre la pérdida de peso en pasteles horneados en hornos convencionales y microondas con diferentes formulaciones, destacando que, en el método convencional, el material se calienta con la ayuda de convección, conducción y radiación debido a gradientes térmicos, tal como lo describen en sus trabajos Thostenson *et al.* (1999) y Bouraqui *et al.* (1994), mientras que en el calentamiento por microondas, debido a la interacción molecular, la energía se genera directamente dentro del material en todo el volumen. Las pérdidas informadas para bizcochuelos elaborados en hornos de microondas oscilan entre 9,15% ±0,04 y 9,90% ±0,20, mientras que para hornos convencionales se informa una pérdida de peso que oscila entre 4,28% ±0,01 y 4,40% ±0,11.

Díaz-Ramírez *et al.* (2016) nos informa, al evaluar el reemplazo parcial de la proteína de clara de huevo por el aislado de proteína de suero, porcentajes en pérdida de peso que oscilaron entre 15,39% ±0,6 y 19,43% ±1,8, mientras que Martínez *et al.* (2016) reporta pérdidas de peso de 9,39% ±1,88 al estudiar la influencia del agregado de chía. Por otro lado, Sahagún *et al.* (2018) reporta porcentajes en pérdida de peso entre 7,42% ±0,13 y 12,89% ±0,11.

Si bien la pérdida de peso fue del 7% para ambas formulaciones, no presentando diferencias significativas entre las mismas, estos valores son algo mayores a los reportados por Yildiz *et al.* (2018) para hornos convencionales, siendo en ambas formulaciones inferiores a lo informado por Díaz-Ramírez *et al.* (2016), Martínez *et al.* (2016) y Sahagún *et al.* (2018).

Colapso

Gularte y col., (2012) reportaron colapsos de 1,5 cm para un bizcochuelo apto para celíacos elaborado con 100% harina de arroz, 75g de leche fresca, 62,5g de huevos enteros, 37,5g de aceite de girasol, 112,5g de azúcar, 3,75g de polvo de hornear, para un total de 39.125g de masa cruda. El molde utilizado fue rectangular, de 109mm x 159mm de base y 24,8mm de altura. Todos los valores del presente trabajo se encuentran muy por debajo de 1,5cm, no así el valor de la muestra de referencia. Es de destacar que el artículo sólo menciona la altura del molde, pero no las alturas de los bizcochuelos recién horneados y a la hora de horneados y atemperados, lo cual permitiría hacer un mejor análisis. En el presente trabajo se observó un colapso de entre 0,4 y 0,5cm (Ver Tabla N° 9), sin diferencias estadísticamente significativas, con un grado de confianza del 95% entre las cuatro formulaciones con chía molida obtenidos de premezclas previamente hidratadas, así como también con el colapso de la muestra de referencia igual a 0,3cm. Para las determinaciones se utilizó un calibre digital marca Caliper de 150mm ± 0,1mm (ver Fotografías N° 14 y 15).

Tabla N° 9. Valores promedios de alturas de bizcochuelos provenientes de premezclas pre-hidratadas, recién horneados, después de 1 hora de horneado y colapso, elaborados con el agregado de 5 y 10% de chía molida.

Muestra	Altura recién horneado en cm		Altura 1 hora después de horneado en cm		Colapso en cm	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_R	6,9[a]	±6,5	6,6[a]	±5,7	0,3[a]	±1,3
M_1	8,0[b]	±0,2	7,6[b]	±0,2	0,4[a]	±0,1
M_2	8,5[b]	±0,3	8,0[c]	±0,4	0,5[a]	±0,1
M_3	7,8[b]	±0,4	7,4[b]	±0,2	0,4[a]	±0,3
M_4	7,6[b]	±0,3	7,1[b]	±0,3	0,5[a]	±0,1

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5).

M_R: referencia Biz. con 10% de chía molida sin hidratar; M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

El fenómeno de la depresión en el centro que sufren algunos bizcochuelos (colapso) es complejo y puede deberse a varias causas: exceso en la cantidad del agente de fermentación y/o exceso en la incorporación de aire durante el batido, temperatura inadecuada del horno y cambio del volumen de las burbujas de gas durante el enfriamiento. Todos estos procesos pueden afectar la altura durante el proceso de horneado.

En cuanto al exceso en la cantidad del agente de fermentación y/o exceso en la incorporación de aire durante el batido, en el presente proyecto se ha prestado especial atención a la formulación, por lo que experiencias previas han asegurado que la cantidad de levadura química agregada fue correcta, así como también el tiempo de batido para la incorporación de aire.

La temperatura del proceso de horneado debe ser adecuada al producto. Las temperaturas superiores a la óptima producen un horneado demasiado rápido, teniendo como consecuencia un desprendimiento de la corteza superior del resto de la masa y generando una cámara de aire entre ellas.

En experiencias previas se ensayó y adoptó la temperatura de 180°C, la cual se ha controlado para que permanezca constante.

El tiempo de cocción se estableció en base a los ensayos previos en 70 minutos, al cabo del cual se utilizó la prueba a escala doméstica del cuchillo para verificar el horneado correcto. Cabe recordar que cuando un cuchillo es introducido en el centro de un bizcochuelo y sale seco, el producto se considera perfectamente cocido, siendo esta leyenda la que figura en todos los envases comerciales de premezclas de la industria de los bizcochuelos. El horno utilizado permitió, a través de un visor, monitorear el proceso en forma continua. Por lo expuesto, se considera que esta variable no influyó en el colapso.

A continuación se pasará a analizar el cambio de volumen de las burbujas de gas (vapor de agua y aire) durante el proceso de enfriamiento. Una vez extraído del horno, el bizcochuelo, contiene todavía agua en forma de vapor en el interior de los alveolos. Es en este momento cuando se toma la primera medida de la altura en el centro. Al enfriarse, el vapor que hay en el interior de las burbujas se condensa, por lo que su volumen disminuye. Como consecuencia, el bizcochuelo comienza a hundirse en el centro, ya que los bordes están más cocidos y son más rígidos, por lo que no se deprimen. A la hora de haberse enfriado, el bizcochuelo mantiene una estructura más estable y rígida, ya que habrá condensado todo el vapor, y por ello es que en este momento se toma la segunda medición de la altura mencionada.

Se postula que los bajos valores de colapso informados en el presente trabajo podrían deberse a la formación de una barrera alrededor de las burbujas debido a la inclusión de chía molida, que impediría la difusión de la humedad en el resto de la masa del bizcochuelo horneado y, en consecuencia, se mantendría más el volumen de los alveolos.

A fin de apoyar la teoría expuesta en el párrafo anterior, se considera conveniente citar algunos aspectos del comportamiento de la chía hidratada. De acuerdo con Ixtaina y col. (2008), las semillas de chía son pequeñas, con tres semiejes desiguales (el eje mayor promedio es de 2 a 2,25mm). Cuando la semilla de chía se sumerge en agua, se exuda un gel mucilaginoso transparente llamado mucina de chía que presenta propiedades similares a varios hidrocoloides (Muñoz y col., 2012; Capitani, y col., 2013), mientras se hidrata. Este mucílago o goma tiene un poderoso efecto de engrosamiento y una gran capacidad de absorción y retención de agua (Vázquez-Ovando, y col., 2009). Por lo tanto, la pre-hidratación de las semillas de chía o de la harina antes de la incorporación a las masas de productos panificados podría ayudar a la liberación del mucílago (Steffolani y col., 2015, Švec y col. 2015).

Este gel está compuesto esencialmente de fibra soluble y corresponde a alrededor del 6% de la semilla de chía (Reyes-Caudillo y col., 2008), que parece estar contenida en el recubrimiento de la semilla o en la capa adyacente y no se separa fácilmente de la semilla (Capitani, 2013; Segura-Campos y col., 2014).

Por otra parte, Périgo y col. (2011) indican que, de observaciones realizadas bajo lupa, se desprende que muestras comercializadas como harina corresponden a semillas de chía trituradas o molidas con diferente granulometría, entre 0,5 y 1 mm.Dicho estudio se realizó en la ciudad de Rosario, Argentina, pero se puede extrapolar a la chía molida comercializada en el resto de Argentina, incluida la ciudad de Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Según la Tabla N° 10, en el presente trabajo se observó un colapso de entre 0,3 y 0,5cm, con diferencias estadísticamente significativas entre ambas formulaciones para un grado de confianza del 95%.

Tabla N° 10. Valores promedios de alturas de bizcochuelos elaborados a escala piloto, al momento de ser retirados del horno y luego de una hora de atemperados a temperatura ambiente con su correspondiente colapso.

Muestra	Altura recién horneado en cm		Altura 1 hora después de horneado cm		Colapso en cm	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_1	$7,3^b$	±0,2	$7,0^b$	±0,3	$0,3^a$	±0,2
M_2	$5,7^a$	±0,3	$5,3^a$	±0,3	$0,5^b$	±0,1

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: referencia Biz. con 14% de quinoa y 1% de chía molida sin hidratar; M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de Hidratación.

Martínez *et al.* (2019) informa las alturas desarrolladas por los bizcochuelos recién horneados, luego de una hora y el colapso de los mismos. A continuación se indican los valores máximos y mínimos de este trabajo: para la altura recién horneados 4,6 ±2,1 y 7,5cm ±0,6; para la altura a una hora de horneados 4,2 ±1,7 y 7,3cm ±0,6, mientras que los valores del colapso oscilaron en 0,1 ±0,0 y 0,8cm ±0,2 en bizcochuelos libres de gluten desarrollados a partir de premezclas enriquecidas con harina de chía y de quinoa.

Si bien existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas formulaciones, podemos señalar que los valores correspondientes al colapso se encuentran muy por debajo de lo informado por Gularte *et al.* (2012), mientras que los valores de ambas formulaciones se encuentran dentro del rango informado por el estudio de Martínez *et al.* (2019), destacando la formulación M_1 con un menor colapso.

Para una análisis del colapso debemos considerar que, en las masas batidas donde el porcentaje de almidones es alto, los gránulos de almidón están dispersos en una matriz de amilosa y al ser sometidos al proceso de cocción forman un gel (Figura N°4), en donde los gránulos al hincharse se encuentran inmersos en una red que contiene alta cantidad de amilosa. Durante este proceso, una parte del agua que contiene el sistema es absorbida y retenida por los gránulos de almidón, y otra parte es inmovilizada en la red de amilosa, según informan Choi *et al.* (2003). No debiendo olvidar también que en el proceso debemos tener en cuenta la alta solubilidad de las harinas de quínoa reportadas para diferentes variedades por Castro Montero (2010), lo cual puede aplicarse haciendo énfasis en la formulación M_1 referida al bizcochuelo con 14% de quinoa y 1% de chía molida sin hidratar.

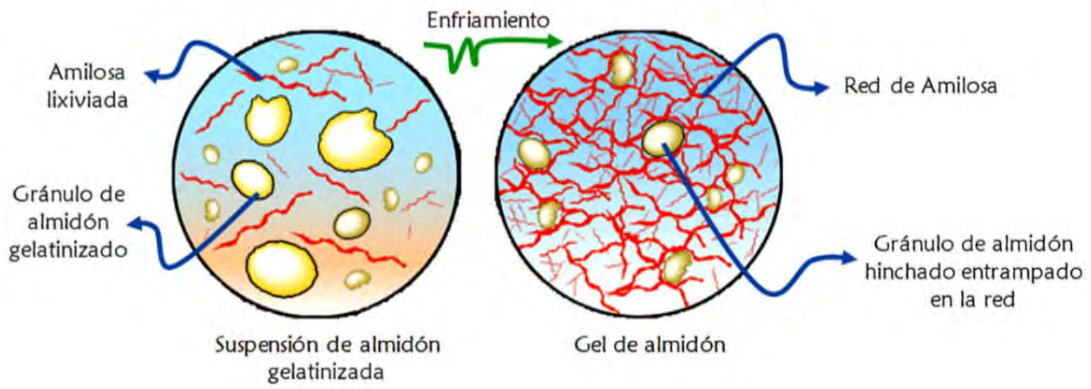


Figura N° 4. Representación del proceso de gelificación de las suspensiones gelatinizadas de almidón, tomado de Barra, G.B y Ribotta, P.D. (2014)

Fotografías N° 14 y N° 15. Empleo del vernier para la medición de alturas en los bizcochuelos y la determinación del colapso.

Circularidad

En la Tabla N° 11 se observan los índices de volumen, los índices de simetría y los índices de uniformidad, todos ellos expresados en cm. Respecto a los índices de volumen, los menores valores correspondieron a las formulaciones con 5% de chía molida, sin diferencias estadísticamente significativas para los dos tiempos de hidratación. Le siguieron las formulaciones con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación y, finalmente, las formulaciones con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

Tabla N° 11. Valores promedio de los índices de volumen, simetría y uniformidad.

N° muestra	Índ. vol. (cm)		Índ. sim. (cm)		Índ. unif. (cm)	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_1	20,8[b]	±1,4	2,0[b]	±0,4	0,4[b]	±0,3
M_2	21,7[c]	±0,7	2,3[c]	±0,4	0,1[a]	±0,4
M_3	20,1[a]	±0,7	2,1[b]	±0,2	0,3[b]	±0,2
M_4	19,6[a]	±0,3	1,7[a]	±0,4	0,1[a]	±0,2

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5).

M_R: referencia Biz. con 10% de chía molida sin hidratar; M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

En cuanto a los índices de simetría, los valores más bajos fueron para la formulaciones con 5% de chía y 30 minutos de hidratación. Le siguieron las formulaciones con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación con el mismo nivel que las formulaciones con 5% de chía y 15 minutos de hidratación. Los valores más altos correspondieron a las formulaciones con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

Los índices de uniformidad que mostraron valores más bajos fueron para las formulaciones con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación, al igual que las formulaciones con 5% de chía molida y el mismo tiempo de hidratación. Los valores más altos se correspondieron con las formulaciones conteniendo 5% y 10% de chía molida para 15 minutos de hidratación.

Ronda y col. (2017) en cuanto a los índices de simetría, informan un rango de 2,86 a 3,51cm, superiores a los del presente trabajo, y un índice de uniformidad de 0,22, comprendido dentro del rango obtenido en el presente trabajo.

A continuación, en la Tabla N° 10 se presentan los valores correspondientes a las formulaciones M_1: Bizcocuelos con 14% de quinoa y 1% de chía molida, M_2: Bizcochuelos con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Tabla N°12. Valores promedio de los índices de volumen, simetría y uniformidad de bizcochuelos elaborados a escala piloto.

Muestra	Índice de Volumen (cm)		Índice de Simetría (cm)		**Índice de Uniformidad (cm)**	
	Prom.	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**
M_1	17,4[b]	±0,6	3,6[b]	±1,2	0,3[b]	±0,3
M_2	14,4[a]	±0,9	1,4[a]	±1,0	-0,1[a]	±0,4

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: Biz. con 14% de quínoa y 1% de chía molida, M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Rodríguez Pérez *et al.* (2013) reporta valores obtenidos en hornos convencionales para el índice de simetría de 0,99cm, mientras que para el índice de uniformidad, de 0,4cm.

Cueto Bautista *et al.* (2015) reporta que el índice de volumen estuvo comprendido en los valores de 13,62 ±0,49 y 14,30cm ±0,13; el índice de simetría 0,48 ±0,10 y 0,43cm ±0,04; mientras que el índice de

uniformidad estuvo dado entre 0,08 ±0,03 y 0,08cm ±0,04. Índices de volumen similares fueron reportados por Moiraghi *et al.* (2005), entre 13,8 y 14,7. Por su parte Marston *et al.* (2016) informa los siguientes rangos: para el índice de volumen 58,50 ±0,71 y 72,17cm ±1,94; para el índice de simetría 3,00 ±2,83 y 0,83cm ±0,75; mientras que para el índice de uniformidad informa 1,33 ±0,82 y 0,50cm ±0,55.

Agrahar-Murugkhar *et al.* (2016) detalla valores del índice de volumen de 6,78 ±2,94 y 13,32cm ±3,50, quien reportó además, en el caso de la formulación conteniendo chía, un índice de volumen correspondiente a 7,32cm ±1,53. Por otro lado, Majzoobi *et al.* (2016) en su trabajo obtiene valores para el índice de simetría entre 0,00 ±0,00 y 0,22cm ±0,01.

En cuanto al índice de volumen obtenido para ambas formulaciones, podemos observar que es bastante coincidente y cercano a lo aportado por Moiraghi *et al.* (2005) y Cueto Bautista *et al.* (2015); por otro lado, prácticamente duplica los menores valores informados por Agrahar-Murugkhar *et al.* (2016). El índice de simetría para la formulación M_2 se encuentra contemplado dentro de lo informado por Marston *et al.* (2016), mientras que el de la formulación M_1 es algo superior a lo informado por este último. Cabe destacar en este sentido que estos valores, a pesar de sus diferencias, siguen siendo bajos, y es debido a que las elaboraciones presentan una simetría uniforme. El índice de uniformidad es prácticamente coincidente con Rodríguez Pérez *et al.* (2013), incidiendo sobre la simetría en la parte central de los bizcochuelos.

Fotos N° 16, N° 17 y N° 18. Durante la medición con calibre de las alturas según Indicación de la Norma AACC, 2000.

Volumen específico aparente y densidad aparente

De acuerdo con los datos de la Tabla N° 13, los volúmenes específicos aparentes fueron mayores para los bizcochuelos elaborados con 5% de chía molida proveniente de premezclas pre-hidratadas (2,31-2,38cm^3/g). Le siguen los bizcochuelos con 10% de chía molida sin hidratar (2,27cm^3/g) y por último, en orden descendente, los bizcochuelos con 10% de chía molida provenientes de mezclas pre-hidratadas (1,96–2,04cm^3/g).

En cuanto a las densidades aparentes, por ser las inversas de los volúmenes específicos aparentes fueron menores para los bizcochuelos elaborados con 5% de chía molida proveniente de premezclas prehidratadas (0,42-0,43g/cm^3). Le siguen en orden ascendente los bizcochuelos con 10% de chía molida sin pre-hidratación (0,45g/cm^3) y por último los bizcochuelos con 10% de chía molida provenientes de mezclas pre-hidratadas (0,49 - 0,51g/cm^3).

La medición se realizó mediante el método 10-05 de la AACC (American Association of Cereal Chemists). Se realizó una modificación en la que se consideró sustituir las semillas de mijo por esferas de acrílico de tamaño muy similar a aquellas.

Tabla N° 13. Volumen específico aparente y densidad aparente de bizcochuelos libres de gluten enriquecidos con chía molida elaborados en base a premezclas pre-hidratadas.

Muestra	Vol. esp. aparente (cm^3/g)		Densidad aparente (g/cm^3)	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_R	$2,27^b$	±0,10	$0,45^b$	±0,02
M_1	$1,96^a$	±0,15	$0,51^c$	±0,02
M_2	$2,04^a$	±0,14	$0,49^c$	±0,03
M_3	$2,31^c$	±0,18	$0,43^a$	±0,03
M_4	$2,38^c$	±0,17	$0,42^a$	±0,04

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5).

M_R: referencia Biz. con 10% de chía molida sin hidratar; M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

Los resultados estadísticos mostraron diferencias significativas, tanto para los bizcochuelos con chía molida al 5% como para los bizcochuelos con chía molida al 10% (p>0,5), si bien no mostraron diferencias entre los tiempos de hidratación para el mismo contenido de chía molida. De acuerdo con estos resultados, la mejor formulación es la que contiene 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación por tener mejor volumen específico aparente y menor tiempo de hidratación.

Sagahún y col. (2018) informaron volúmenes específicos aparentes en un rango de 1,99 a 3,45g/cm^3 para bizcochuelos libres de gluten elaborados con harina de arroz y reemplazando parte de la misma por proteínas comerciales (arroz, guisante, clara de huevo y suero de leche). La formulación de control elaborada sólo con harina de arroz presentó un volumen específico aparente de 2,21g/cm^3. Los resultados del presente estudio se encuentran dentro del rango reportado por los autores mencionados.

Berk y col. (2017) trabajaron en bizcochuelos libres de gluten elaborados con harina de frijol de algarrobo y diferentes proteínas (proteína de soja y proteína de suero). Los promedios de volúmenes específicos aparentes oscilaron entre 1,25 y 2,00g/cm^3, siendo menor la del bizcochuelo de control elaborado sólo con harina de arroz, o sea que los valores de estos autores estuvieron por debajo de los reportados en la Tabla N° 13.

Gadallah (2017) trabajó con bizcochuelos elaborados con harina de arroz y enriquecidos con harina de frijol de algarrobo y diferentes proteínas (proteína de soja y proteína de suero). Aquí los valores de volúmenes específicos aparentes oscilaron entre 1,95 y 2,62g/cm^3, siendo mayor el valor del bizcochuelo elaborado sólo con harina de arroz, con un valor de 2,71g/cm^3. Algunos valores de Berk y col. (2017) son superiores a los de la Tabla N° 13, mientras que otros se encuentran dentro de dicho rango.

Por último, Subramani y col. (2017) desarrollaron una mezcla para bizcochuelos sin gluten y sin huevo, preparada a partir de harinas de garbanzos, mijo y maíz. Logran valores de volúmenes específicos aparentes de entre 1,582 y 1,882g/cm^3, por debajo de los valores del presente trabajo.

En la tabla N° 14 se detallan los valores promedio para el volumen específico aparente y la densidad aparente correspondientes a bizcochuelos obtenidos de las formulaciones M_1 y M_2, donde se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre ambos parámetros para las dos formulaciones.

Tabla N° 14. Valores promedio para el volumen específico aparente y la densidad aparente de bizcochuelos elaborados a escala piloto.

Muestra	Volumen Específico Aparente (cm^3/g)		Densidad Aparente (g/cm^3)	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.
M_1	2,37[a]	±0,34	0,43[a]	±0,06
M_2	2,32[a]	±0,17	0,42[a]	±0,17

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: Biz. con 14% de harina de quinoa y 1% de chía molida; M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Türker *et al.* (2016) informa valores que oscilan entre un mínimo de 1,91 ±0,808cm^3/g y un máximo de 2,41 ±0,015cm^3/g, mientras que los valores de densidad aparente reportan un mínimo de 0,41 ±0,003g/cm^3 y un máximo de 0,52 ±0,028g/cm^3. Por otro lado, Xian *et al.* (2018) informa valores de volumen específico correspondiente a 1,7938 ±0,0547 y 2,7943 ±0,0677cm^3/g.

Martínez *et al.* (2019) detalla que el valor máximo de 2,54 ±0,08cm^3/g se dio para la formulación compuesta por una premezcla con harina de chía 0% y quinoa 7,5%, mientras que el mínimo se registró en 1,94 ±0,22cm^3/g para la formulación compuesta por una premezcla con harina de 7,5% de chía y 15,0% de quinoa. Por su parte, el máximo valor de densidad aparente fue de 0,52 ±0,06g/cm^3, registrado para dos formulaciones la compuesta por una premezcla con harina de chía y quinoa al 7,7% cada una y la compuesta por una premezcla con harina al 7,5% de chía y 15,0% de quinoa, mientras que el mínimo fue de 0,34 ±0,01g/cm^3 registrado para la formulación con 7,5% de harina de quinoa.

Podemos concluir, en cuanto al volumen específico, que para ambas formulaciones los valores encontrados estuvieron dentro de los rangos informados por Türker *et al.* (2016), Xian *et al.* (2018) y Martínez *et al.* (2019); mientras que los valores de densidad aparente estuvieron dentro del rango de lo informado por Türker *et al.* (2016). Estos valores en ambas premezclas estuvieron cercanos a lo informado por Martínez *et al.* (2019) y correspondieron a una formulación compuesta por una premezcla con harinas con 2,1% de chía y 12,8% de quinoa, cuyos valores del volumen específico y la densidad aparente fueron 2,21 ±0,10cm^3/g y 0,45 ±0,02g/cm^3, próximos a los obtenidos por las formulaciones.

El volumen específico, que indica la cantidad de aire que queda en los productos finales, es una de las características visuales más importantes en bizcochuelos e influye fuertemente en las elecciones del consumidor (Chaiya *et al.*, 2015).

Color

En las fotografías N° 19 a 21 se muestra la determinación de color empleando un colorímetro, marca Minolta (1994), modelo CR 300.

Fotos N° 19, N° 20 y N° 21. Determinación de color en bizcochuelos con un colorímetro marca Minolta (1994), modelo CR 300, en corteza y en miga.

De acuerdo con la Tabla N° 15, los valores de luminosidad de la miga fueron más bajos para los bizcochuelos elaborados con chía molida al 10% obtenidos de las premezclas previamente hidratadas. Le siguen los bizcochuelos elaborados con chía molida al 10% sin hidratación previa y, por último, la luminosidad más alta se corresponde con los bizcochuelos elaborados con chía molida al 5%, obtenidos de premezclas previamente hidratadas.

En cuanto a los valores de la componente a^* (rojo-verde) de la miga se observa que el menor valor corresponde al bizcochuelo elaborado con chía molida al 10% obtenido de una premezcla sin hidratación previa; le siguen los bizcochuelos elaborados con chía molida al 5% obtenidos de premezclas previamente hidratadas, mientras que los valores más altos fueron alcanzados por los bizcochuelos elaborados con chía molida al 10% obtenidos de las premezclas previamente hidratadas.

Tabla N° 15. Color de miga de bizcochuelos elaborados con chía molida al 5% y 10% provenientes de premezclas prehidratadas.

Muestra	L^*		a^*		b^*		ΔE^*	
	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S
M_R	$54,00^b$	±3,00	$+1,00^a$	±0,40	$+15,37^b$	±2,25	--	--
M_1	$49,80^a$	±2,18	$+1,89^c$	±0,46	$+15,07^b$	±2,25	$9,26^b$	±1,72
M_2	$50,43^a$	±1,37	$+2,20^c$	±0,59	$+13,17^a$	±0,59	$9,51^b$	±0,91
M_3	$56,45^c$	±1,20	$+1,46^b$	±0,49	$+16,50^c$	±1,22	$3,74^a$	±1,15
M_4	$56,01^c$	±2,76	$+1,48^b$	±0,81	$+17,82^c$	±2,41	$5,13^a$	±2,13

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias significativas entre formulaciones (p>0,5). M_R: referencia Biz. con 10% de chía molida sin hidratar; M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

Para finalizar, respecto a los valores de la componente b^* (azul-amarillo) de la miga, el valor más bajo se obtuvo con la formulación de bizcochuelo con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación. Le siguen los bizcochuelos con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación, que igualó a la referencia de los bizcochuelos con 10% de chía molida provenientes de premezclas sin hidratación previa. Por último, los valores más altos se obtuvieron en los bizcochuelos con 5% de chía, tanto con 15 minutos como con 30 minutos de hidratación.

Las diferencias de L*, a* y b* de la miga, estadísticamente significativas, se obtuvieron para un nivel de confianza del 95%.

Por lo expuesto, la mejor formulación en cuanto a color de la miga es la de los bizcochuelos elaborados con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación por los valores más altos de luminosidad y componente amarillo, que son las características deseables para el consumidor y por tener menor tiempo de hidratación previa.

Tabla N° 16. Color de corteza de bizcochuelos elaborados con chía molida al 5% y 10% provenientes de premezclas pre-hidratadas.

Muestra	L*		a*		b*		IP	
	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S
M_1	$43,59^{a}$	±3,16	$+10,45^{b}$	±0,79	$+20,14^{a}$	±2,25	$77,23^{d}$	±1,71
M_2	$48,29^{b}$	±2,31	$+9,49^{ab}$	±1,00	$+19,97^{a}$	±1,69	$66,01^{a}$	±1,53
M_3	$52,27^{c}$	±0,99	$+8,65^{a}$	±1,25	$+23,39^{b}$	±2,26	$69,32^{b}$	±2,01
M_4	$52,24^{c}$	±4,45	$+9,78^{ab}$	±0,97	$+23,48^{b}$	±3,27	$71,26^{c}$	±2,84

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias significativas entre formulaciones. M_1: Biz. con 10% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_2: Biz. con 10% de chía molida y 30 minutos de hidratación; M_3: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación; M_4: Biz. con 5% de chía molida y 30 minutos de hidratación.

De acuerdo con la Tabla N° 16, los mayores valores de luminosidad correspondieron a las formulaciones con 5% de chía con 15 y 30 minutos de hidratación, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas, para un grado de confianza del 95%.

En cuanto a los valores de a* (componentes rojo-verde) de la corteza, no hubo diferencias estadísticamente significativas para un grado de confianza del 95% entre las distintas formulaciones. El valor de b* (componentes azul-amarillo) de la corteza sí se vio afectado por la cantidad de chía molida y no por los tiempos de hidratación previa, siendo mayores para los bizcochuelos con 5% de chía molida.

Al igual que el análisis hecho para el color de la miga, la mejor formulación en cuanto al color de la corteza es la de los bizcochuelos elaborados con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación por los valores más altos de luminosidad y componente amarillo, que son nuevamente las características deseables para el consumidor y por tener menor tiempo de hidratación previa.

Sahagún y col. (2018) informaron luminosidades en corteza, componentes rojo-verde, componentes azul-amarillo dentro de los siguientes rangos: 52,14-68,46; +6,17-+17,90; +18,51-+31,03, respectivamente, para bizcochuelos libres de gluten elaborados con harina de arroz y reemplazando parte de la misma por proteínas comerciales (arroz, guisante, clara de huevo y suero de leche), siendo los valores mayores para los bizcochuelos de control elaborados sólo con harina de arroz.

Los valores de luminosidad se encuentran algunos por debajo del extremo inferior del rango informado por Sahagún y col. (2018), y otros se encuentran dentro del rango. En cuanto a los componentes rojo-verde y los componentes azul-amarillo, están dentro del rango informado.

En la Tabla N° 17 podemos apreciar los parámetros L*, a* y b* para ambas premezclas en la miga, destacando que en todos ellos se observan diferencias significativas entre ambas formulaciones.

Tabla N°17. Parámetros de color L*, a*, b* en la miga de bizcochuelos elaborados a partir de las premezclas M_1 y M_2.

	L*		a*		b*	
Muestra	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**
M_1	63,42[b]	±2,20	0,02[a]	±0,41	20,65[b]	±0,48
M_2	54,91[a]	±1,79	1,72[b]	±0,30	17,35[a]	±0,55

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: referencia Biz. con 14% de quinoa y 1% de chía molida sin hidratar; M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Si bien la bibliografia existente presenta trabajos sobre color, los mismos son muy variados en cuanto a la diversidad de materias primas empleadas, por lo que -previo al análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio- se realizó un breve recorrido por los diversos autores y sus elaboraciones a fin de ilustrar los resultados obtenidos por los mismos.

Al realizar un análisis de la luminosidad correspondiente a la formulación M_1 de bizcochuelos conteniendo 14% de harina quinoa y 1% de chía molida sin hidratar, se observa que tuvo un valor mayor y con diferencias estadísticamente significativas respecto de la formulación M_2 con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación. Algunos autores como Martínez *et al.* (2019), Singh *et al.* (2015) y Majzoobi *et al.* (2015) son coincidentes en estos valores, mientras que algunos otros como Rothschild *et al.* (2015) o Agrahar-Murugkhar *et al.* (2016) reportan valores menores en formulaciones utilizando chía.

En cuanto a los valores del componente a* (rojo-verde) de la miga, se observa que el menor valor corresponde a la formulación M_1 de bizcochuelos conteniendo 14% de harina quinoa y 1% de chía molida sin hidratar; esto es coincidente con lo reportado por Agrahar-Murugkhar *et al.* (2016) y Martínez *et al.* (2019), aunque valores similares son reportados por Gomes *et al.* (2015), mientras que mayores son los reportados en los estudios de Rothschild *et al.* (2015), Hojjatoleslami *et al.* (2015) y Das *et al.* (2019).

Respecto del componente b* (azul-amarillo) de la miga, el valor más bajo se obtuvo con la formulación M_2 con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación y, de igual manera que en el parámetro a*, coincidente con los valores informados en el trabajo de Singh *et al.* (2015) y Martínez *et al.* (2019).

Tabla N° 18. Parámetros de color L*, a*, b* en la corteza de bizcochuelos elaborados a partir de las premezclas M_1 y M_2.

	L*		**a***		**b***	
Muestra	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**
M_1	57,44[b]	±3,18	+8,66[a]	±2,66	+27,73[a]	±2,71
M_2	54,59[a]	±2,11	+9,87[a]	±0,49	+25,66[a]	±1,84

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias significativas entre formulaciones (p>0,5). M_1: referencia Biz. con 14% de quinoa y 1% de chía molida sin hidratar; M_2: Biz. con 5% de chía molida y 15 minutos de hidratación.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado y el aporte de otros autores, en principio podemos destacar que la muestra M_1, correspondiente a los bizcochuelos elaborados con 14% de quínoa y 1% de chía molida, presenta los mayores valores para la luminosidad, teniendo sólo en este parámetro de color diferencias significativas entre ambas formulaciones para la corteza. Estos valores están dentro de lo informado por autores como Sahagún *et al.* (2018). Por otro lado, el parámetro a* se encuentra semejante a lo informado por los trabajos de Agrahar-Murugkhar *et al.* (2016), Das *et al.* (2019) y Sahagún *et al.* (2018) en su formulación con arroz, mientras que el parámetro b* encuentra valores semejantes en lo explicitado por Majzoobi *et al.* (2015) y en todas las formulaciones de Sahagún *et al.* (2018).

Firmeza

Para la determinación de dureza al corte se utilizó un Texturómetro TA-XT2i provisto de un set de cuchilla y base ranurada. En este ensayo se utilizaron bizcochuelos elaborados a partir de la premezcla con 14% de quínoa y 1% de chía molida; por un lado, preparados al momento de la elaboración y por otro, a partir de una premezcla con un año de almacenamiento con esta misma composición. Sobre un lote de los bizcochuelos elaborados con premezclas recientes, una parte se conservó a temperatura ambiente, mientras que el resto fue almacenado en condiciones de refrigeración a 5°C y con una humedad relativa del 90%. Para llevar adelante estos ensayos, las muestras refrigeradas fueron atemperadas durante una hora al ser retiradas de las condiciones de refrigeración.

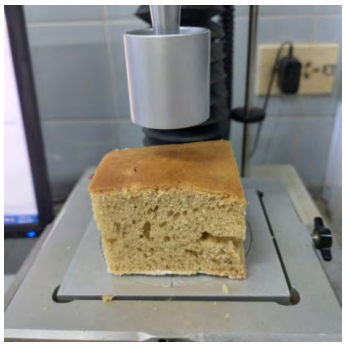
Tabla N° 19. Parámetros de firmeza en bizcochuelos elaborados a partir de la premezclas premezcla con 14% de quínoa y 1% de chía molida y conservados a temperatura ambiente y bajo refrigeración durante un período de almacenamiento de dos semanas.

Muestra	Firmeza (N) Día 0		Firmeza (N) Día 2		Firmeza (N) Día 6		Firmeza (N) Día 9		Firmeza (N) Día 14	
	Prom.	D.S.	Prom.	D.S.	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**
M_1	11,02[a]	±0,55	19,63[a]	±0,70	36,53[a]	±1,91	63,23[b]	±4,03	65,36[b]	±7,16
M_2	-------	------	20,50[a]	±0,65	35,39[a]	±2,15	49,60[a]	±3,25	53,56[a]	±5,03
M_3	11,18[a]	±0,90	21,25[a]	±0,73	34,89[a]	±2,21	61,32[b]	±5,20	70,69[b]	±7,32

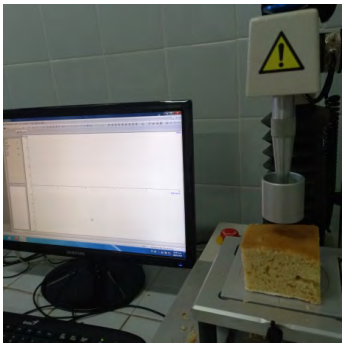
Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre las muestras (p>0,5). M_1: bizcochuelos reconstituidos a partir de premezcla con 14% de quínoa y 1% de chía molida preparada al momento de la elaboración. **M_2:** bizcochuelo reconstituido con premezcla de con 14% de quínoa y 1% de chía molida, conservado en condiciones de refrigeración a 5°C con humedad relativa del 90%.

M_3: bizcochuelo reconstituido con premezcla de con 14% de quínoa y 1% de chía molida, luego de un año de almacenamiento.

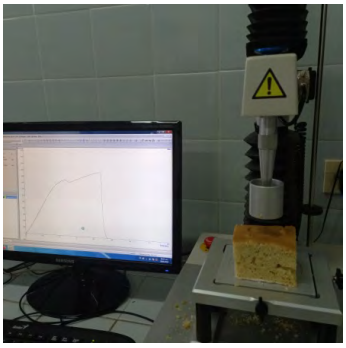
En las fotografías N° 22, N° 23 y N° 24 podemos ver detalles de una secuencia durante la determinación de la firmeza



Fotografía N° 22.
Detalle del inicio del ensayo.



Fotografía N° 23.
Texturómetro TA-XT2i.



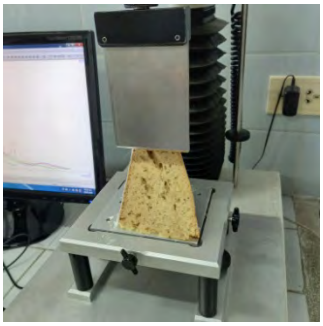
Fotografía N° 24.
Al finalizar el ensayo.

Se destaca que los valores informados son coincidentes con el estudio de Velazque *et al.* (2017) y algo superiores a lo informado por Singh *et al.* (2015) y por Ikeda *et al.* (2018).

Por otro lado, los resultados indican que no existen en este parámetro diferencias significativas entre los bizcochuelos reconstituidos durante un período de almacenamiento de 14 días a partir de aquellas premezclas que fueran obtenidas de una preparación reciente y aquellas almacenadas durante un año. Se destaca, que, para aquellos bizcochuelos que fueron conservados en refrigeración, se observaron diferencias significativas en la firmeza al noveno y decimocuarto día de almacenamiento, siendo menores estos valores que con respecto a los no refrigerados.

Dureza al corte

En este parámetro podemos observar la fuerza máxima, que nos indica la energía requerida para causar la primera ruptura de la muestra. Para la determinación de dureza al corte se utilizó un Texturómetro TA-XT2i provisto de un set de cuchilla y base ranurada. En este ensayo se utilizaron bizcochuelos elaborados a partir de la premezcla con 14% de quínoa y 1% de chía molida, por un lado, preparados al momento de la elaboración y por otro, a partir de una premezcla con un año de almacenamiento con esta misma composición. Sobre un lote de los bizcochuelos elaborados con premezclas recientes, una parte se conservó a temperatura ambiente, mientras que el resto fue almacenado en condiciones de refrigeración a 5°C y con una humedad relativa del 90%. Para llevar adelante estos ensayos, las muestras refrigeradas fueron atemperadas durante una hora al ser retiradas de las condiciones de refrigeración. Las fotos N° 25 a N° 27 registran las distintas etapas.



Fotografía N° 25.
Detalle del inicio del ensayo.

Fotografía N° 26.
Al inicio del corte.

Fotografía N° 27.
Durante el corte.

Tabla N° 20. Parámetros de dureza al corte en bizcochuelos elaborados a partir de la premezclas premezcla con 14% de quínoa y 1% de chía molida y conservados a temperatura ambiente y bajo refrigeración durante un período de almacenamiento de dos semanas.

Muestra	Dureza al corte (N) Día 0		Dureza al corte (N) Día 2		Dureza al corte (N) Día 6		Dureza al corte (N) Día 9		**Dureza al corte (N) Día 14**	
	Prom.	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**	**Prom.**	**D.S.**
M_1	32,44[a]	±4,42	34,18[a]	±2,70	35,72[a]	±1,11	40,23[b]	±2,33	47,66[b]	±4,26
M_2	-------	------	32,99[a]	±1,65	34,18[a]	±1,15	36,60[a]	±1,25	40,56[a]	±3,13
M_3	31,27[a]	±4,42	33,25[a]	±3,15	35,79[a]	±1,23	41,12[b]	±2,22	49,69[b]	±3,36

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre las muestras (p>0,5). M_1: bizcochuelos reconstituidos a partir de premezcla con 14% de quínoa y 1% de chía molida preparada al momento de la elaboración. **M_2:** bizcochuelo reconstituido con pre-

mezcla de con 14% de quínoa y 1% de chía molida, conservado en condiciones de refrigeración a 5°C con humedad relativa del 90%.

M_3: bizcochuelo reconstituido con premezcla de con 14% de quínoa y 1% de chía molida, luego de un año de almacenamiento.

Si bien los valores obtenidos son menores que los informados en los estudios de Gomes *et al.* (2015), Xian *et al.* (2018) y Goranova *et al.* (2019), los mismos son comparables con Sahagún *et al.* (2018), quienes informan de valores comprendidos entre 4,79 ±0,28 y 54,43 N ±0,45.

Los resultados evidencian que no existen diferencias significativas entre la dureza al corte de los bizcochuelos reconstituidos durante un período de almacenamiento de 14 días a partir de aquellas premezclas que fueran obtenidas de una preparación reciente y aquellas almacenadas durante un año. Por otro lado, en aquellos bizcochuelos que fueron conservados en refrigeración se observaron diferencias significativas al noveno y decimocuarto día de almacenamiento para este parámetro, siendo menores estos valores que con respecto a los no refrigerados, siendo este comportamiento muy paralelo y similar al comportamiento descripto para firmeza.

Aceptabilidad global

Este ensayo requirió de un panel compuesto por 50 personas; al momento de realizarlo se tuvo en cuenta a las mismas debido su participación en experiencias totalmente similares en años anteriores. Este grupo estaba compuesto por personas con intolerancia al gluten, además de familiares y amigos de personas celíacas, ya que se propende a que los productos sean considerados aceptables para todos los grupos mencionados por el valor socio-afectivo que representa el compartir los alimentos.

Mediante una escala hedónica de nueve puntos se analizó la aceptabilidad global. El máximo de la escala corresponde a *Me gusta muchísimo* y el mínimo a *Me disgusta muchísimo*, con un estado intermedio de *No me gusta ni me disgusta*. Para los análisis estadísticos se asignó a cada apreciación valores numéricos comprendidos entre +4 (me gusta muchísimo) y –4 (me disgusta muchísimo). Los resultados son reflejados en la Tabla N° 21.

Tabla N°21. Valores promedios de aceptabilidad global de bizcochuelos.

Muestra	Aceptabilidad global	
	Prom.	D.S.
M_1	+3ª	±1
M_2	+3ª	±2

Los superíndices diferentes en las mismas columnas indican diferencias estadísticamente significativas entre las muestras (p>0,5). M_1: premezcla de bizcochuelos con 14% de quínoa y 1% de chía molida, al momento de la elaboración. **M_2:** premezcla de bizcochuelos con 14% de quínoa y 1% de chía molida, luego de un año de almacenamiento.

Si bien para ambas muestras no existen diferencias significativas desde el punto de vista estadístico y considerando que estos valores se mantuvieron a lo largo de este último período de pruebas según lo discutido y comparado con Martínez *et al.* (2016) y Sagahún *et al.* (2018), quizás las diferencias aportadas por una mayor desviación estándar en el caso de las premezclas almacenadas haya influido sensiblemente a nivel de los consumidores al momento de percibir este producto.

Bibliografía

American Association of Cereal Chemists (1998). *AACC Method (10-05. 01): Guidelines for Measurement of Volume by Rapeseed Displacement*. St. Paul.

American Association of Cereal Chemists (2000). *Métodos: 08-01: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 10th Ed. St. Paul.

Asistencia al Celíaco de la Argentina (2006). *Guía de alimentos argentinos sin gluten para la dieta del celíaco.*

Administración Nacional de Alimentos, Medicamentos y Tecnología Médica (2015). Gluten. http://www.anmat.gov.ar/enfermedad_celiaca/directrices_autorizacion_alg.pdf

Agrahar-Murugkar, D.; Zaidi, A.; Kotwaliwale, N. y Gupta, C. (2016). Effect of egg-replacer and composite flour on physical properties, color, texture and rheology, nutritional and sensory profile of cakes. *Journal of Food Quality*, pp. 425–435.

Ahmed, A. R. (2014). Influence of chemical properties of wheat-lupine flour blends on cake quality. *American Journal of Food Science and Technology 2.2*, pp. 67–75.

Berk, E.; Sumnu, G. y Sahin, S. (2017). Usage of carob bean flour in gluten free cakes. *Chemical Engineering Transactions*, *57*, pp.1909–1914.

Barra, G. B. y Ribotta, P. D. (2014). *Efecto del almidón dañado sobre las propiedades de las masas panarias y la calidad de los panificados* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales]. http://hdl.handle.net/11086/1963

Bouraoui, M.; Richard, P. y Durance, T. (1994). Microwave and convective drying of potato slices. *Journal of Food Process Engineering*, *17*(3), pp. 353–363.

Capitani, M.I. (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (salvia hispanica l.) aplicación en tecnología de alimentos* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Química].

Carpenter, R. P.; Lyon, H. L. y Hasdell, T. A. (2002). *Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de los alimentos*. Ed. Acribia S.A.

Castro Montero, E. (2010). *Harina y aceite de quínoa (Quenopodium quinoa Willd.) de la región VI*. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121448

Chaiya, B.; Pongsawatmanit R. y Prinyawiwatkul W. (2015). Optimisation of wheat flour-based sponge cake formulation containing tapioca starch and xanthan gum. *International Journal of Food Science & Technology*, *50*, pp. 532–540.

Chen, W. Z. y Hoseney, R. C. (1995). Development of an objective method for dough stickinessi. *Lebbesnmittel Wissenshaft und Technologie*, *28*, pp. 467–473.

Cueto Bautista, D.; Pérez Sira, E. y Dufour, D. (2015). *Formulación de mezcla para elaborar torta para regímenes especiales*. Caracas: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Facultad de Ciencia de la Universidad de Venezuela (UCV). https://agritrop.cirad.fr/561829/1/document_561829.pdf

Das, A. B. y Bhattacharya, S. (2019). Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. *LWT - Food Science and Technology*, *102*, pp. 197–204.

Díaz-Ramírez, M.; Calderón-Domínguez, G.; García-Garibay M.; Jiménez-Guzmán, J.; Villanueva-Carvajal, A.; Salgado-Cruz, M. De La Paz; Arizmendi-Cotero, D. y Del Moral-Ramírez, E. (2016). Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. *Food Hidrocolloids*, *61*, pp. 633–639.

Federación de Trabajadores Pasteleros (2015). *Para 70%, la pastelería es sinónimo de felicidad.* https://comercioyjusticia.info/negocios/marketing/para-70-la-pasteleria-es-sinonimo-de-felicidad/

Fernández, I.; Ayerza, R.; Coates, W.; Vidueiros, S. M.; Slobodianik, N. y Pallaro, A. N. (2006). Características nutricionales de la chía. *Revista Actualización en Nutrición*, *7*(1), pp. 23–25.

Gadallah, M. G. E. (2017). Rheological, organoleptical and quality characteristics of gluten-free rice cakes formulated with sorghum and germinated chickpea flours. *Food and Nutrition Sciences*, *8*, pp. 535–550.

Gao, Y.; Janes, M.E.; Chaiya, B.; Brennan, M. A.; Brennan, C. S. y Prinyawiwatkul, W. (2018). Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement. *International Journal of Food Science and Technology*, *53*, pp.19–32.

Garda, M. R.; Álvarez, M. S.; Lattanzio, M. B.; Ferraro, C. y Colombo, M. E. (2012). Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de gluten. *Publicación de Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas (diaeta)*, *30*(140), pp. 31–38.

Gomes, L. De O. F.; Santiago, R. De C.; Carvalho, A. V.; Carvalho, R. N.; De Oliveira, I. G. y Bassinelld, P. Z. (2015). Application of extruded broken bean flour for formulation of gluten-free cake blends. *Food Science and Technology*, Campinas, *35*(2) pp. 307–313.

Goranova, Z.; Marudova, M. y Baeva, M. (2019). Influence of functional ingredients on starch gelatinization in sponge cake batter. *Food Chemistry*, *297*, pp. 1–7.

Gularte, M. A.; De La Hera, E.; Gómez, M. y Rosell, C. M. (2012). Effect of different finers on batter and gluten-free layer cake properties. *LWT Food Science and Technology*, *48*, pp. 209–214.

Hentry, H.S.; Mittleman, M. y Mccrohan, P.R. (1990). Introducción de la chía y la goma de tragacantos en los Estados Unidos. (pp. 252–256). En J. Janick y J. E. Simon (eds.), *Avances en Cosechas Nuevas*. Portlando: Prensa de la Madera.

Hojjatoleslami, M. y Azizi, M. H. (2015). Impact of Tragacanth and Xanthan Gums on the Physical and Textural Characteristics of Gluten-free Cake. *Nutrition and Food Sciences Research*, *2*(2), pp. 29–37.

Hoseney, R.C. y Smewing, J. (1999). Instrumental measurement of stickiness of doughs and other foods. *Journal of Texture Studies*, *30*(2), 123–136.

Ikeda, M.; Piler Carvalho, C. W.; Cristiane Vieira Helm, C. V.; Monteiro Cordeiro De Azeredo, H.; Bueno De Gogoy, R. C. y Hoffmann Ribani, R. (2018). Influence of Brazilian pine seed flour addition on rheological, chemical and sensory properties of gluten-free rice flour cakes. *Ciência Rural*, *48*(6), pp. 3–10.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI (2017). Vida Sin TACC. Alimentos para celíacos. http://www.inti.gob.ar/encuentro_09/pdf /PPT_Proyectos/17_vida_sin_TACC.pdf

Ixtaina, V.Y.; Nolasco, S.M. y Tomas, M.C. (2008). Physical properties of chia (Salvia hispanica L.) seeds. *Industrial Crops Prod.*, (28), pp. 286–293.

Ji-Myoung, K. y Malshick Shin, K. (2014) Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. *LWT – Food Science and Technology*, *59*, pp. 526–532.

Ley Nacional N°26.588 – Decreto 528/2011 Ministerio de Salud. http://www.msal.gob.ar/dlsn/categorias/enfermedades/celiaquia/decreto-5282011

Ley Nacional N°26.588 – Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. (URL: http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/162428/norma.htm, consultado el 26/03/2022).

Ley Nacional N°27.196 – Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/255225/norma.htm

Lezcano, E. P. (2011). Productos Batidos. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=507

Majzoobi, M.; Habibi, M.; Hedayati, S.; Ghiasi, F. y Farahnaky, A. (2015). Effects of Commercial Oat Fiber on Characteristics of Batter and Sponge Cake. *International Journal Agr. Sci. Tech.*, *17*, pp. 99–107.

Majzoobi, M.; Vosooghi Poor, Z.; Jamalian, J. y Farahnaky, A. (2016). Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science and Technology*, pp. 1–9.

Marston, K.; Khouryieh, H. y Aramouni, F. (2016). *Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake*. LWT – Food Science and Technology 65. pp. 637 - 644.

Martínez, H. J., Velazque, M. S. y Giudici, V. N. (2017). Análisis de la adhesividad en premezclas de masas batidas libres de gluten enriquecidas con harinas de chía y quínoa. *Revista Digital FABICIB*, *21*, p.124.

Martínez, H. J.; Velazque, M. S.; Giudice, V. y Martínez, F. (13-14 de noviembre de 2016). *Influencia del agregado de chía en los parámetros físicos de calidad y en la aceptabilidad de consumidores de bizcochuelos libres de gluten* [Resumen publicado en Libro de Resúmenes ISBN 978-9974-8562-0-2]. II Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos – CIIAL 2016, Punta del Este, Uruguay.

Martínez, H. J.; Velazque, M. S.; Giudici, V. N. y Zapata, L. M. (20–22 de noviembre de 2019). *Medición del color en bizcochuelos libres de gluten desarrollados a partir de premezclas enriquecidas con chía molida y harina de quínoa* [Trabajo completo]. XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos & XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios (AATA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Martínez, H. J.; Velazque, M. S.; Giudici, V. N. y Zapata, L. M. (20–22 de noviembre de 2019). Estudio del volumen específico aparente, densidad aparente y colapso en bizcochuelos libres de gluten desarrollados a partir de premezclas enriquecidas con harina de chía y de quínoa [Trabajo completo]. XXI Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos & XVII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios (AATA), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Moiraghi, M.; Ribotta, P.; Aguirre, G.; Pérez, T. y León, A. (2005). Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. *Agriscientia*, *22*(2), pp. 47–54.

Muñoz, L.A., Cobos, A., Diaz, O. y Aguilera, J.M. (2012). Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *J. Food Eng.*, *108*, pp. 216–224.

Muñoz, R. B. (2007). Influencia de la adición de un ingrediente funcional en la calidad de un producto de bollería. Aspectos reológicos y texturales y su relación con la aceptación sensorial [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia].

Périgo, C.; Cases, M; Bueno, M.; Di Sapio, O.; Busilacchi, H. y Severin, C. (2011). Caracterización de harinas de "chía" (Salvia hispanica L.) comercializadas en Rosario (Santa Fe, Argentina). *Dominguezia*, *27*(2), pp. 21–26.

Reyes-Caudillo, E.; Tecante, A. y Valdivia-López, M.A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (Salvia hispanica L.) seeds. *Food Chemistry*, *107*, pp. 656–663.

Rodríguez Pérez, M. y Caballero Calvo, P. A. (2013). *Efecto de la adición de polioles sobre la calidad de bizcochos sin gluten, elaborados en horno convencional y en microondas* [Máster en Calidad, Desarrollo e Innovación de Alimentos E.T.S. Ingenierías Agrarias, Campus de la Yutera, Universidad de Valladolid].

Ronda, F.; Gómez, M; Caballero, P. A.; Oliete, B. y Blanco, C.A. (2017). *Improvement of Quality of Gluten-free Layer Cakes*. Food Science and Technology International, pp.193-202.

Ronda, F.; Oliete, B.; Manuel Gómez, M.; Caballero, P. A. y Pando, V. (2011). Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *Journal of Food Engineering*, *102*, pp. 272–277.

Rothschild, J.; Rosentrater, K. A.; Onwulata, C.; Singh,M.; Menutti, L.; Jambazian, P. y Omary, M. B. (2015). Influence of quinoa roasting on sensory and physicochemical properties of allergen-free, gluten-free cakes. *International Journal of Food Science and Technology*, pp. 1–9.

Sahagún, M.; Bravo-Núñez, A.; Báscones, G. y Gómez, M. (2018). Influence of protein source on the characteristics of gluten-free layer cakes. *LWT - Food Science and Technology*, *94*, pp. 50–56.

Scalise, J. (2014). *Caracterización y diagnóstico de la cadena de valor de la quinua en la argentina*. Ministerio de Agroindustria. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cultivos%20Andinos/Quinua/Bibliografia%20Quinua/2%20AGREGADO%20de%20VALOR/Caracterizacion%20y%20Diagnostico%20de%20la%20cadena%20de%20valor%20de%20la%20quinoa%20en%20Argentina.pdf

Segura-Campos, M.R.; Acosta-Chi, Z.; Rosado-Rubio, G.; Chel-Guerrero, L. y Bentancour-Ancona, D. (2014). Whole and crushed nutlets of chia (Salvia hispanica) from Mexico as a source of functional gums. *Food Science and Technology*, *34*(4), pp.701–709.

Singh, M.; Steven, L. y Vaughn, F. (2015). Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *1*, pp. 348–352.

Steffolani, E.; Martínez, M. M.; León, A. E. y Gómez, M. (2015). Effect of pre-hydration of chia (Salvia hispanica L.), seeds and flour on the quality of wheat flour breads. *LWT - Food Science and Technology*, *61*, pp. 401–406.

Subramani, T.; Ganapathyswamy, H. y Lakshmanan, S. (2017). Standardization of gluten-free chickpea flour based cake mix by using response surface methodology. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *6*(8), pp. 963–974.

Švec, I. y Hrušková, M. (2015). Hydrated chia seed effect on wheat flour and bread technological quality. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, N° especial, pp. 259–263.

Thostenson, E. T. y Chou, T. W. (1999). Microwave processing: fundamentals and applications. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *30*(9), pp. 1055–1071.

Tsatsaragkou, K.; Papantoniou, M. y Mandala, I. (2015). Rheological, physical, and sensory attributes of gluten-free rice cakes containing resistant starch. *Journal of Food Science*, *80*(2), pp. 341–348.

Türker, B.; Savlak, N. y Kaşikci, M. B. (2016). Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Current Research in Nutrition and Food Science*. Special Issue Conference October 2016.

Vázquez-Ovando, A.; Rosado-Rubio, G.; Chel-Guerrero, L. y Bentancour-Ancona, D. (2009). Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (salvia hispanica L.). *LWT - Food Science and Technology*, *42*, pp.168–173.

Velazque, M. S. (2007). Formación de Recursos Humanos Calificados para atender la Problemática Celíaca (pp. 193–198). En *Participación e innovación en la Educación Superior (Para que el conocimiento nos sirva a todos)*. Proyecto de Modernización del Estado, Jefatura de Gabinete de Ministros y del Programa Nacional del Voluntariado Universitario, Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Velazque, M. S. (17–19 de septiembre de 2008). *Emprendedorismo en el desarrollo de productos sin gluten*. VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). "Formando al Ingeniero del Siglo XXI", Salta, Argentina.

Velazque, M. S., Martínez, H. J., Giudici, V. y Malleret, A. D. (2017). *Formación de un banco de datos fotográfico para el estudio macroscópico visual de la calidad de la miga y de la corteza en panificados*. *Revista FABICIB*, *21*, pp.191.

Velazque, M.; Massera-Furlán, M. y Benedito, C. (2000). Determinación de dureza en tapas de empanadas fritas aptas para celíacos. En P. Fito; A. Chiralt; A. Andrés y N. Martínez-Navarrete, *Series de Ciencia e Ingeniería de Alimentos, Vol. II*.

Velazque, M. y Simonetti, M. del R. (2008). Talleres abiertos en Entre Ríos. Tecnología de alimentos y enfermedad celíaca. *Revista Celi&co*, Año 3 (10), Sección: Educación Alimentaria.

Velazque, M.; Simonetti, M. del R. y Sosa, A. L. (27–31 de octubre de 2008). *Educación en el área alimentaria. Caso: población celíaca de la ciudad de Concordia* [Trabajo completo publicado en formato CD-room]. Congreso Internacional de la Red SIAL, Mar del Plata, Argentina.

Velazque, M.S., Martínez, H.J., Giudici, V. y Martínez, F. (12–14 de octubre de 2016). *Estudio de la pérdida de peso durante el horneado y contenido de humedad en el producto final en masas batidas libres de gluten enriquecidas con chía y quínoa*. Trabajo presentado en el Congreso de Bromatología y Nutrición (CByN), Facultad de Bromatología de la Universidad Nacional de Entre Ríos, Gualeguaychú, Entre Ríos, Argentina.

Xian, N. y Hu, G. (2018). Effects of xanthan gum and corn flour on the quality of sponge cake using response surface methodology. *Food Technology and Economy, Engineering and Physical Properties*, *36*, pp. 349– 356.

Yildiz, E.; Guner, S.; Sumnu, G.; Sahin, S. y Oztop, M. H. (2018). Monitoring the effects of ingredients and baking methods on quality of gluten-free cakes by time-domain (TD) NMR Relaxometry. *Food and Bioprocess Technology*, *11*, pp. 1923–1933.

Indicadores de producción

Presentaciones a congresos nacionales

Trabajos prácticos en Química Inorgánica abordados en el hogar desde experiencias sencillas. Horacio José Martínez; Dalma Soledad Rousé. "XIX Reunión de Educadores en la Química 2020 - 2021", (Res. C.D. No 059/2021). Celebrada los días 9 al 13 de agosto de 2021, desde la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones.

Formación continua en Química desde la virtualidad entre los niveles Primario y Universitario. Horacio José Martínez; Elsa Nélida Amám. "XIX Reunión de Educadores en la Química 2020 - 2021", (Res. C.D. No 059/2021). Celebrada los días 9 al 13 de agosto de 2021, desde la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones.

Presentaciones a Congresos internacionales

ÍNDICES DE VOLUMEN SIMETRÍA Y UNIFORMIDAD EN BIZCOCHUELOS LIBRES DE GLUTEN. Horacio José Martínez, Antonio Darío Malleret y Vanesa Noelia Giudici. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería CADI / CLADI / CAEDI, organizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y llevado a cabo los días 5, 6 y 7 de octubre de 2021, de manera virtual.

ANÁLISIS DE LA ADHESIVIDAD Y COHESIVIDAD EN PREMEZCLAS DE MASAS BATIDAS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDAS CON CHÍA MOLIDA. Antonio Malleret, Horacio Martinez, Vanesa Giudici y Franco Alul. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería CADI / CLADI / CAEDI, organizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y llevado a cabo los días 5, 6 y 7 de octubre de 2021, de manera virtual.

PÉRDIDA DE PESO DURANTE EL HORNEADO EN PREMEZCLAS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDAS CON CHÍA MOLIDA Y HARINA DE QUÍNOA. Antonio Malleret, Horacio Martinez, Vanesa Giudici y Franco Alul.

Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería CADI / CLADI / CAEDI, organizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y llevado a cabo los días 5, 6 y 7 de octubre de 2021, de manera virtual.

ESTUDIO DEL COLOR EN BIZCOCHUELOS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDOS CON CHÍA MOLIDA. Horacio José Martínez, Antonio Darío Malleret, Vanesa Noelia Giudici y Franco Yamil Alul. Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería CADI / CLADI / CAEDI, organizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y llevado a cabo los días 5, 6 y 7 de octubre de 2021, de manera virtual.

ANÁLISIS DE LA ADHESIVIDAD Y COHESIVIDAD EN PREMEZCLAS DE MASAS BATIDAS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDAS CON CHÍA MOLIDA. Malleret, A. D.; Martínez, H. J.; Giudici, V. N.; Velazque, M. S. Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos. Montevideo, 18 al 20 de noviembre de 2020.

ESTUDIO DEL COLOR EN BIZCOCHUELOS ELABORADOS A PARTIR DEL DESARROLLO DE PREMEZCLAS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDAS CON CHÍA MOLIDA. Horacio José Martínez, Antonio Darío Malleret, Vanesa Noelia Giudici, Mirta Susana Velazque. Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos. Montevideo, 18 al 20 de noviembre de 2020.

ANÁLISIS DE TEXTURA EN BIZCOCHUELOS ELABORADOS A PARTIR DEL DESARROLLO DE PREMEZCLAS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDAS CON CHÍA MOLIDA Y HARINA DE QUÍNOA: Horacio José Martínez, Vanesa Noelia Giudici, Antonio Darío Malleret, Franco Yamil Alul. Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos. Montevideo, 18 al 20 de noviembre de 2020.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE VOLUMEN, DE SIMETRÍA Y DE UNIFORMIDAD EN BIZCOCHUELOS ELABORADOS A PARTIR DEL DESARROLLO DE PREMEZCLAS LIBRES DE GLUTEN ENRIQUECIDAS CON CHÍA MOLIDA. Horacio José Martínez, Antonio Darío Malleret, Vanesa Noelia Giudici, Mirta Susana Velazque. Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos. Montevideo, 18 al 20 de noviembre de 2020.

ESTUDIO DE PARÁMETROS DE COLOR Y ACEPTABILIDAD GLOBAL EN GALLETITAS LIBRES DE GLUTEN ELABORADAS CON DIFERENTES ACEITES VEGETALES Y ENRIQUECIDAS CON AZÚCAR MASCABO Y PASAS DE ARÁNDANOS. Antonio Darío Malleret, Horacio José Martínez, Vanesa Noelia Giudici. Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos. Montevideo, 18 al 20 de noviembre de 2020.

DESARROLLO Y COMPARACIÓN DE FORMULACIONES SUSTENTABLES ELABORADAS CON MATERIAS PRIMAS REGIONALES DE GALLETITAS DULCES LIBRES DE GLUTEN. Antonio Darío Malleret, Vanesa Noelia Giudici, Horacio José Martínez. Tercer Congreso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos. Montevideo, 18 al 20 de noviembre de 2020.

Cursos dictados como consecuencia de la investigación realizada

Crédito: "Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de Alimentos Libres de Gluten para el sector gastronómico". Facultad de Ciencias de la Alimentación. Res. C.D. N° 419/20 del 25 de septiembre del 2020.

Crédito: "Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de Alimentos Libres de Gluten para el Sector Gastronómico". Facultad de Ciencias de la Alimentación. Res. C.D. N° 631/21 del 05 de Agosto de 2021.

Jornada: "Un día sin gluten 2021" Facultad de Bromatología. Res. C.D. N°157/21 del 14 de mayo de 2021.

PID 8094

Denominación del Proyecto
Desarrollo a nivel de laboratorio de premezclas para bizcochuelos libres de gluten con harinas de chía y quínoa, evaluación a escala de planta piloto y estudio del almacenamiento.

Director
Horacio José Martínez

Unidad de Ejecución
Universidad Nacional de Entre Ríos

Dependencia
Facultad de Ciencias de la Alimentación

Cátedra/s, área o disciplina científica
Química inorgánica, Química orgánica, Análisis matemático, Laboratorio de análisis fisico-químicos, Problemática nutricional, Producción y comercialización de alimentos.

Contacto
horaciojose.martinez@uner.edu.ar

Integrantes del proyecto
Integrantes docentes: Mirta Susana Velazque (de baja a partir del 30/09/2019), Antonio Darío Malleret, Vanesa Noelia Giudici, Franco Yamil Alul (Integrante a partir del 04/04/2019), Patricia Carina Gómez.
Becarios: Sofía Magalí Esteche (del 26-04-2018). Eliana, Harris (del 04 de abril de 2019). Rodrigo Francisco, González (del 27 de mayo del 2020).

Fechas de iniciación y de finalización efectivas
29-08-2017 y 30-11-2021
Aprobación del Informe Final por Resolución C.S.136/21 (27-08-2021)

<<< Volver al inicio