

RECYT

Año 18 / N° 26 / 2016 / 40–46

Calidad de panes sin gluten: impacto del almacenamiento congelado

Quality of gluten-free bread: impact of frozen storage

Laura B. Milde^{1,*}, Paola S. Chigal², Beatriz Argüello del Valle¹

1 - Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales.

Universidad Nacional de Misiones (UNAM). Misiones. Argentina

2 - Becaria Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT). Misiones. Argentina.

*E-mail: lauramilde@hotmail.com

Resumen

Se estudió el efecto de diferentes combinaciones de ingredientes (grasa, huevo, leche, soja) en masas libres de gluten elaboradas con una mezcla de harinas y almacenadas congeladas, sobre las propiedades físicas, texturales y sensoriales de los panes. Se analizaron los parámetros: volumen específico, pérdida de peso, firmeza, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad, a los 7 y 14 días de almacenadas congeladas y se compararon con panes elaborados en el día (frescos) como control. El análisis sensorial se realizó con jueces entrenados sobre los atributos: apariencia de la miga; dureza y masticabilidad. En general, se observaron diferencias significativas entre los panes frescos y almacenados congelados en los parámetros evaluados, a excepción de la elasticidad, siendo estas diferencias más significativas con la presencia del huevo en la formulación de las masas. Las masas elaboradas con grasa brindan mayor palatabilidad en combinación con soja o leche cuando son almacenados en congelación.

Palabras clave: Celiaquía; Pan; Alergias alimentarias, Almacenamiento congelado.

Abstract

The effect of different combinations of natural ingredients (fat, egg, milk, soy) in gluten free dough made with a mixture of flours and stored frozen, in physical, textural and sensory properties of bread was studied. Specific volume, weight loss, firmness, elasticity, cohesiveness, gumminess and chewiness, at 7 and 14 days of frozen store were analyzed and compared to newly baked bread (fresh bread) as control. In general, significant differences between fresh and frozen bread were observed, except elasticity; the differences in the formulation of dough with egg being more significant. Its features (crumb look, hardness and chewiness) were analyzed by trained judges. The dough made with fat provide greater palatability in combination with soy or milk when they were stored frozen.

Keywords: Celiac disease; Bread; Food Allergies; Frozen Storage

Introducción

La celiarquía se define como una intolerancia total y permanente a ciertas fracciones proteicas del gluten del trigo, avena, cebada y centeno (TACC). La ingesta de estas proteínas induce, en personas genéticamente predispuestas, una lesión severa de la mucosa intestinal con graves consecuencias para la salud y el desarrollo del individuo (Ciclitira; Ellis y Lundin [1]). Estas personas se ven en la necesidad de seguir una dieta estricta libre de gluten (LDG) de por vida. Existen diferentes intolerancias a los alimentos, además de los cereales citados: la intolerancia a la lactosa, al huevo, a la soja, para nombrar algunos relacionados con los componentes de panificados.

Diferentes grupos realizaron proyectos de investiga-

ción y de desarrollo industrial de nuevos productos, más precisamente panes LDG (Mezaize y col. [2]; Milde y col. [3]; Milde, Ramallo y Puppo [4]). Las formulaciones fueron optimizadas con diferentes ingredientes y aditivos químicos o naturales; si fueran a ser consumidos por personas que presentan algún otro tipo de intolerancia o alergia alimentaria, se debería conocer el comportamiento de las diferentes combinaciones al eliminar alguno de sus ingredientes. El pan es un alimento de gran consumo y su calidad se pierde rápidamente debido a la retrogradación del almidón, que provoca endurecimiento y con esto una alteración en las propiedades fisicoquímicas; una posibilidad para prolongar su vida útil es recurrir al proceso de congelación.

Francischi, Ormenese y Pizzinatto [5], realizaron estu-

dios con panes de harina de trigo de masas congeladas y demostraron que el mayor reto en la producción, utilizando la tecnología de congelación, es la posibilidad de mantener la viabilidad celular y la potencia en la obtención de dióxido de carbono de la levadura. Además, la estabilidad de la masa congelada se relaciona con la formulación, tipo de harina utilizada y una variedad de otros ingredientes (Hosomi, Nishio y Matsumoto [6]), la calidad y tipo de levadura aplicada, el tiempo de almacenamiento (Milde; Cabral y Ramirez [7]; Carr y Tadini [8]).

Según Giannou y Tzia [9], en estudios realizados sobre panificados elaborados con harina de trigo, el proceso de congelación provoca daños físicos y químicos en el producto; estos daños son responsables de defectos en la calidad del pan, tales como la disminución en el volumen específico, un aumento en la dureza de la miga y descamación de la corteza.

En este trabajo se procedió al agregado de combinaciones de a pares de ingredientes a masas de panificados libres de gluten elaboradas con fécula de mandioca y harina de maíz, dirigidos a personas con diferentes intolerancias o alergias alimentarias, con el fin de estudiar el impacto en la calidad del producto final, después del almacenamiento congelado durante un período de 14 días.

Materiales y métodos

Se recurrió a masas de panificados ya optimizadas, siguiendo el procedimiento de Milde y col. [3]; Milde, Ramallo y Puppo [4]. Cada masa se elaboró con la incorporación de dos ingredientes por vez (margarina Dánica 6%, harina de soja Instituto 10%, un huevo, leche en polvo entera Ilolay 5%), en lugar de tres como se detallan en las formulaciones originales. El porcentaje de los ingredientes es expresado como g/100g de la mezcla fécula de mandioca-harina de maíz. Los productos finales están dirigidos a personas celíacas, pero también a personas alérgicas a la lactosa, al huevo, incluso a la soja. Como metodología de análisis se realizó la evaluación de los parámetros en panes provenientes de masas elaboradas con fécula de mandioca y harina de maíz (Santa Ana, 80:20) a las cuales se les adicionó diferentes combinaciones: grasa-huevo (GH), grasa-leche (GL), huevo-leche (HL), grasa-soja (GS), leche-soja (LS) y huevo-soja (HS), además del resto de los ingredientes comunes de un panificado (sal Celusal 1,4%, azúcar Ledesma 5%, levadura comprimida Calsa 5% y agua). Las masas se dejaron levar y se almacenaron congeladas a -20 °C (Freezer horizontal marca Gafa modelo 500, Argentina) durante 7 y 14 días, a partir de los cuales se realizó el descongelamiento lento (10 hs en heladera y 5 hs sobre mesada). Se compararon con sus panes respectivos, con masas elaboradas en el día (frescos). Se procedió a la cocción de las masas en horno (cocina domiciliaria marca Whirlpool, 2006, Brasil) a 240° C durante 30 minutos.

El estudio se realizó por triplicado. Las repuestas de la interacción de las diferentes combinaciones de ingredientes con la mezcla base, se evaluaron en los productos panificados cocidos a través de la medición de parámetros físicos y texturales a las 2 horas de enfriados; se compararon los frescos y sus almacenados congelados respectivos cada vez. Se realizó además la evaluación sensorial.

Análisis de Parámetros Físicos

Volumen específico (V_e): representa la relación entre el volumen y el peso del pan; se expresa en cm^3/g . El volumen de los panes se determinó por desplazamiento de semillas de sésamo; se utilizó un recipiente rectangular de (24 x 10 x 8) cm, una probeta graduada y una balanza digital (ATMA, BC7200, China).

Porcentaje de pérdida de peso (%PP): se determinó mediante la fórmula [1]:

$$\%PP = \frac{[(\text{Peso antes de hornear}) - (\text{Peso después de hornear})] \times 100}{(\text{Peso antes de hornear})} \quad [1]$$

Análisis de Parámetros Texturales

Determinación de textura: Se utilizó el analizador de textura (modelo TA.TX2i.plus, Stable Micro System, Inglaterra), provisto de una plataforma de aluminio (sobre la cual se colocó la muestra), y un plato de compresión de 75mm. La velocidad del test fue de 5mm/s, mientras que la velocidad pre-test fue de 1mm/s. Las muestras a evaluar se cortaron en medidas iguales de 6x6 cm, y se sometieron a ensayos de doble compresión (TPA), llevando la masa hasta un 50% de la altura del producto inicial. Los parámetros de textura: firmeza f (N), elasticidad e (%), cohesividad c (%), gomosidad g (N) y masticabilidad m (N), se calcularon a partir de un gráfico de fuerza por distancia obtenido del software del analizador de textura.

Evaluación sensorial

El análisis sensorial de los panes provenientes de cada combinación de aditivos se llevó a cabo con la participación de 9 jueces entrenados, quienes acompañan normalmente las investigaciones del grupo de trabajo. Se recurrió a pruebas afectivas - descriptivas y los atributos evaluados fueron: *apariencia de la miga* en dos niveles: compacto y esponjoso; *dureza* en tres niveles: duro, firme, blando y *masticabilidad* en tres categorías: alta, regular, baja. En cada evaluación se comparó el pan elaborado en el día (fresco) con los panes de masas almacenadas en congelación, con la combinación de aditivos respectiva. El catado se realizó en un laboratorio del Módulo de Bioquímica y Farmacia de la FCEQyN, adaptado para tal fin.

A cada uno de los jueces, se le entregó un recipiente para enjuague bucal después de cada cata y una planilla donde debían dar su informe sobre los atributos de cada pan.

Análisis Estadístico

Cada formulación con combinación de ingredientes fue analizada separadamente y las repuestas del tratamiento se evaluaron en los productos panificados cocidos a través de la medición de parámetros físicos (volumen específico, porcentaje de pérdida de peso) y parámetros de textura (firmeza, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad). Se calcularon los valores medios de panes frescos y provenientes de masas almacenadas congeladas de cada combinación y sus desvíos estándares. Se realizó ANOVA, por medio del software "Statgraphics plus 5.1" para determinar la existencia de diferencias significativas, para un nivel de confianza del 95%; posteriormente se evaluaron mediante test de Fisher. Los resultados del análisis sensorial se procesaron en una planilla de cálculo Excel a fin de conocer las respuestas de los jueces a cada combinación de ingredientes. Los atributos se agruparon en dos categorías: aceptable (positivas para el producto) y no aceptable. Como aceptable, para el atributo *apariciencia de la miga* se consideró la característica "esponjoso", para *dureza*: "firme y blando"; para masticabilidad: "baja" y "regular".

Resultados y Discusión

Parámetros físicos

Los valores medios y desvíos estándares obtenidos de las mediciones de los parámetros físicos (Ve y %PP) realizados sobre los productos cocidos, de las diferentes combinaciones de los panes frescos y provenientes de masas almacenadas a diferentes tiempos, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Valores medios y desvíos estándares de mediciones de parámetros físicos de panes frescos y provenientes de masas congeladas a 7 y 14 días de las distintas formulaciones.

Combinación ingredientes	Tiempo (días)	Propiedades físicas*	
		Ve (cm ³ /g)	%PP
HL	0	1,99±0,04 ^a	10,08±0,27 ^a
	7	1,69±0,07 ^b	11,71±0,34 ^b
	14	1,63±0,03 ^b	11,15±0,33 ^b
SL	0	1,93±0,01 ^a	5,93±0,06 ^a
	7	1,74±0,07 ^b	12,19±1,75 ^b
	14	1,78±0,08 ^b	13,65±1,65 ^b
GL	0	1,98±0,04 ^a	7,65±0,42 ^a
	7	2,02±0,02 ^a	10,60±1,23 ^b
	14	1,79±0,08 ^b	10,73±0,25 ^b

GH	0	1,92±0,02 ^a	10,37±0,06 ^a
	7	1,38±0,10 ^b	10,30±0,26 ^a
	14	1,42±0,16 ^b	10,97±0,02 ^b
GS	0	2,41±0,06 ^a	12,07±0,06 ^a
	7	1,84±0,16 ^b	10,72±0,59 ^b
	14	1,77±0,04 ^b	11,19±0,02 ^b
HS	0	2,68±0,09 ^a	11,05±0,36^a
	7	1,52±0,06 ^b	10,68±1,07^a
	14	1,56±0,41 ^b	11,69±1,61^a

*Para cada formulación, diferentes letras en la misma columna indican diferencia significativa entre los datos ($p < 0,05$).

En negrita, no existe diferencia significativa entre los datos ($p > 0,05$).

HL: huevo-leche; SL: soja-leche; GL: grasa-leche; GH: grasa-huevo; GS: grasa-soja; HS: huevo-soja. Ve: volumen específico; %PP: porcentaje pérdida de peso.

Volumen específico: Se obtuvo diferencia significativa ($p < 0,05$) en el Ve en las diferentes combinaciones de ingredientes evaluadas, entre los panes frescos y provenientes de masas almacenadas congeladas.

Se observó que las combinaciones con huevo presentaron valores medios que disminuyeron significativamente durante el proceso analizado. El huevo al congelar podría perder su capacidad para ligar, propiedad que se vio incrementada con la incorporación de soja a la formulación (HS), a pesar de que como pan fresco presentó el mayor Ve.

La interacción de grasa con leche (GL) colaboró al mantenimiento del Ve durante los primeros 7 días de almacenamiento congelado, posiblemente debido al mayor aporte de grasa en la formulación. La grasa otorga a la miga una estructura fina y homogénea, además le da la posibilidad de elongarse sin romperse y retener las burbujas de gas evitando que se unan para formar burbujas más grandes, lo que se mantuvo durante el almacenamiento congelado.

Mezaize y col. [2], almacenando durante 7 días masas libres de gluten que contenían como aditivos goma guar y aceite de girasol, obtuvieron un decrecimiento en el orden del 20% en el Ve de los panes. Asimismo, Havet, Mankay y Le Bail [10] estudiaron el efecto de la congelación en el volumen de masas de pan francés luego de la cocción; sus resultados coinciden con los obtenidos en nuestro trabajo y sugieren que el volumen está influenciado principalmente por la viabilidad de la levadura que se ve afectada por la congelación, y la calidad de la red de gluten, que afecta a la capacidad de retención del dióxido de carbono de la masa, lo que minimiza el volumen de pan.

Porcentaje de pérdida de peso: Excepto en la combinación HS, se obtuvo diferencia significativa ($p < 0,05$) en las diferentes combinaciones de aditivos evaluadas sobre los panes frescos y provenientes de masas almacenadas congeladas. Phimolsiripol y col. [11] obtuvieron resultados similares para masas de panes elaboradas con harina de trigo y grasa como aditivo, almacenadas congeladas bajo diferentes condiciones, durante un período de 120 días.

La pérdida de peso de la masa, está íntimamente relacionada con los cambios que ocurren en la distribución del agua en la compleja matriz de la masa durante el proceso de congelación, lo cual podría resultar en cambios en el mi-

croambiente de la levadura, que llevarían a un daño celular reversible o irreversible. Simmons; Smith y Vodovotz [12], indicaron que las proteínas de la soja podrían proveer cierta protección a las células de la levadura a temperaturas de congelación, lo que se evidenció en nuestro trabajo (HS) al mantener estable la pérdida de agua durante todo el estudio.

Al realizar ANOVA simple para los panes frescos entre las diferentes combinaciones de ingredientes y los valores de volumen específico y porcentaje de pérdida de peso, se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), siendo las combinaciones HS y GS las que presentaron mayores valores para ambos parámetros analizados.

Parámetros texturales

Los valores medios y desvíos estándares obtenidos de las mediciones de los parámetros texturales realizadas sobre los productos cocidos de las diferentes combinaciones de los panes frescos y provenientes de masas almacenadas a diferentes tiempos, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Valores medios y desvíos estándares de mediciones de parámetros texturales de panes frescos y provenientes de masas congeladas a 7 y 14 días de las distintas formulaciones.

Combinación ingredientes	Tiempo (días)	Propiedades texturales*				
		f (N)	e (%)	c (%)	g (N)	m (N)
HL	0	106,86±3,97 ^a	94,19±0,47 ^a	73,42±0,33 ^a	78,45±3,12 ^a	73,89±2,81 ^a
	7	158,78±15,02 ^b	91,97±1,27 ^a	73,32±2,56 ^a	116,19±7,49 ^b	106,80±5,39 ^b
	14	173,23±25,89 ^b	92,09±1,95 ^a	70,12±2,63 ^a	121,02±13,51 ^b	111,56±14,07 ^b
SL	0	42,17±28,58 ^a	92,17±1,45 ^a	80,22±1,59 ^a	33,62±22,31 ^a	30,77±19,90 ^a
	7	120,16±25,98 ^b	92,19±0,95 ^a	72,09±1,04 ^b	86,66±19,17 ^b	79,91±17,76 ^b
	14	86,46±4,55 ^{ab}	93,19±0,68 ^a	68,68±1,22 ^c	56,18±5,00 ^{ab}	53,37±3,21 ^{ab}
GL	0	80,74±1,62 ^a	89,27±1,22 ^a	72,80±0,30 ^a	59,04±1,43 ^a	52,49±1,98 ^a
	7	99,26±11,37 ^a	92,00±3,69 ^a	78,07±5,61 ^{ab}	77,18±6,35 ^b	71,06±7,14 ^b
	14	127,36±16,58 ^b	91,30±2,35 ^a	80,67±1,36 ^b	102,62±12,15 ^c	93,53±9,46 ^c
GH	0	176,05±18,52 ^a	81,12±1,42 ^a	54,74±6,32 ^a	96,97±20,34 ^a	78,53±15,61 ^a
	7	311,49±8,86 ^b	89,00±1,84 ^b	74,78±4,83 ^b	232,79±13,47 ^b	207,32±15,61 ^b
	14	338,48±32,30 ^b	85,75±2,24 ^b	70,69±2,18 ^b	239,69±29,18 ^b	205,87±29,06 ^b
GS	0	30,04±3,54 ^a	91,93±1,99 ^a	73,13±1,34 ^a	22,00±2,98 ^a	20,18±2,29 ^a
	7	156,26±17,87 ^b	91,49±1,39 ^a	76,10±1,52 ^b	118,76±11,68 ^b	108,55±9,05 ^b
	14	107,10±5,14 ^c	92,29±0,81 ^a	77,17±0,33 ^b	82,65±4,06 ^c	76,28±3,79 ^b
HS	0	31,65±5,37 ^a	92,39±0,95 ^a	72,91±0,40 ^a	23,07±3,83 ^a	21,31±3,51 ^a
	7	124,92±7,47 ^b	92,82±0,62 ^a	78,93±0,44 ^b	98,60±5,99 ^b	91,5±4,95 ^b
	14	339,50±41,45 ^c	91,57±0,95 ^a	73,75±0,67 ^a	73,75±0,67 ^c	229,24±27,68 ^c

*Para cada formulación, diferentes letras en la misma columna indican diferencia significativa entre los datos ($p < 0,05$).
 En negrita, no existe diferencia significativa entre los datos ($p > 0,05$).
 HL: huevo-leche; SL: soja-leche; GL: grasa-leche; GH: grasa-huevo; GS: grasa-soja; HS: huevo-soja.
 f: firmeza; e: elasticidad; c: cohesividad; g: gomosidad; m: masticabilidad

Se puede apreciar que la combinación GH es la única que exhibió diferencias significativas ($p < 0,05$) en todas las propiedades texturales evaluadas.

Las combinaciones con huevo presentaron mayores valores de firmeza (a excepción de la combinación con soja en panes frescos), que se acentuaron durante el al-

macenamiento congelado. Las combinaciones con soja se vieron favorecidas y se observó mayor sinergia entre SL en todo el proceso, posiblemente por la presencia de mono y diacilglicéridos que componen la leche y potencian la actividad emulsionante de la soja. De acuerdo con Badui [13], la soja ayuda a la formación de la masa, retiene agua y favorece la elasticidad en productos horneados, lo que se mantuvo durante el tiempo de estudio.

Según Schame, Deboni Dutcosky y Demiate [14], a mayor V_e de los panes se espera una menor firmeza, debido a las burbujas de aire que incrementan el volumen y producen panes más blandos. En nuestro trabajo, esto se cumplió en los panes frescos, excepto para la combinación GH donde se dio una relación inversa; se observó que el huevo contribuyó al V_e pero no a la firmeza cuando se combinó con grasa, e incluso con leche. En la Figura 1 se muestra la variación del volumen específico y la firmeza de las diferentes combinaciones de ingredientes estudiadas, en panes frescos.

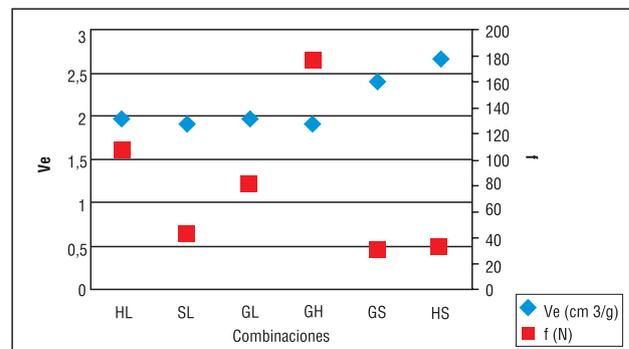


Figura 1: Análisis de V_e y f de las combinaciones ensayadas en panes frescos

La elasticidad, que es característica de los panes libres de gluten, se mantuvo sin diferencias significativas ($p > 0,05$) para las combinaciones, excepto GH, durante todo el proceso. Los valores elevados de elasticidad obtenidos, indican alta calidad de los panes con buen grado de frescura según McCarthy y col. [15], quienes indicaron que panes con bajos valores de elasticidad tienden a desmigajarse cuando se los rebana.

Los demás parámetros texturales (cohesividad, gomosidad y masticabilidad) en general, mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) con el almacenamiento congelado. Según Gómez y col. [16], el envejecimiento del pan disminuye la cohesividad y está usualmente asociado a la pérdida de agua; éste fue el comportamiento que siguió la combinación de ingredientes SL en el presente trabajo. Las demás combinaciones aumentaron la cohesividad, pero, según Moore y col. [17] podría considerarse beneficioso debido a que los panes libres de gluten se caracterizan por presentar migas frágiles y desmenuzables.

Los valores de gomosidad y masticabilidad aumentaron considerablemente con el almacenamiento congelado, resultados análogos a los obtenidos por Gómez y col. [16], al estudiar la vida media en otros productos sin agregado de

hidrocoloides. Gomosidad y masticabilidad son parámetros dependientes de la firmeza y su comportamiento entre las diferentes combinaciones de ingredientes siguió una tendencia similar.

Análisis sensorial

Las opiniones de los jueces se presentan en la Figura 2 en forma de gráfico de radar, que permiten una visión rápida; se muestran los resultados de todas las evaluaciones realizadas en los panes con las diferentes combinaciones de ingredientes, tanto para frescos como almacenados en congelación.

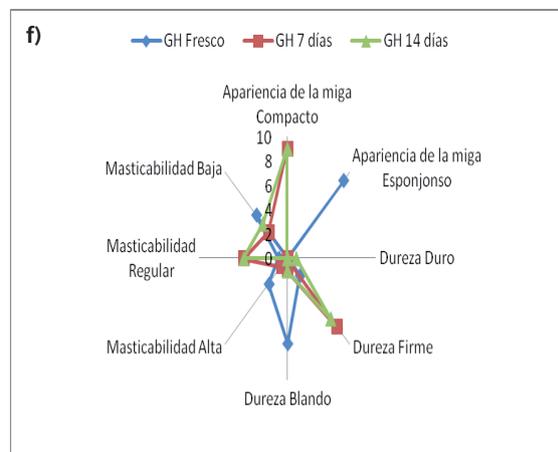
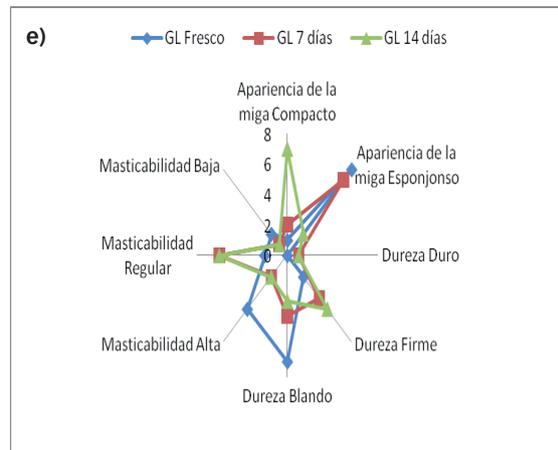
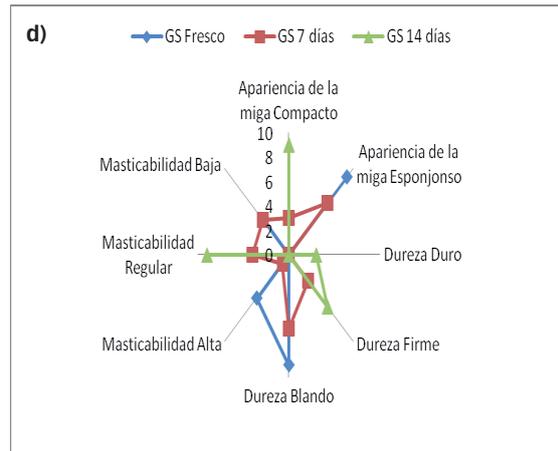
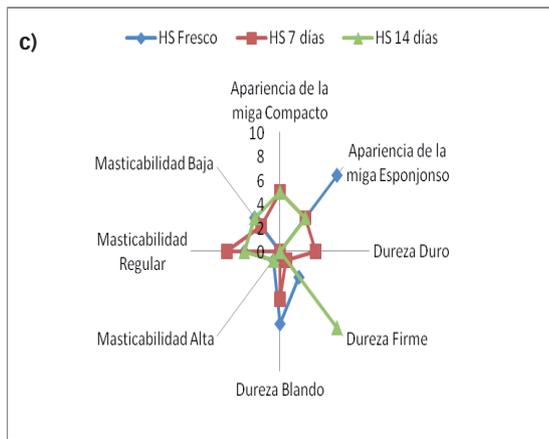
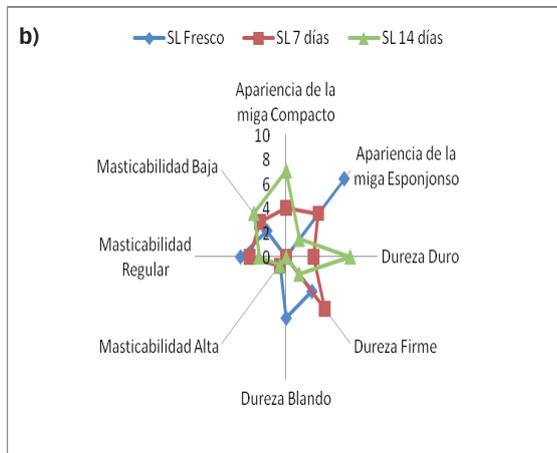
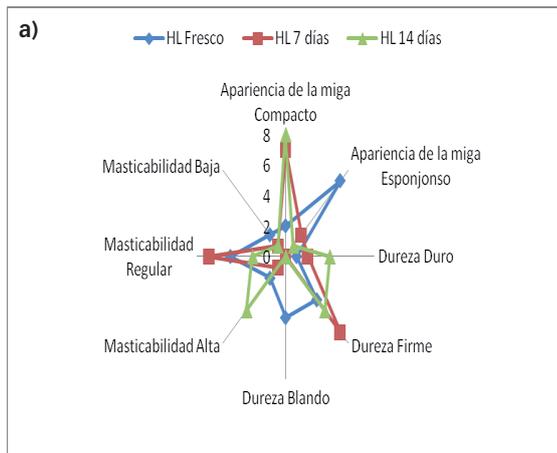


Figura 2: Resultados de la evaluación sensorial para las combinaciones de aditivos: a) huevo-leche (HL); b) soja-leche (SL); c) huevo-soja (HS); d) grasa-soja (GS); e) grasa-leche (GL) y f) grasa-huevo (GH) entre panes frescos y de masas almacenadas congeladas 7 y 14 días.

Como se observa en la Figura 2 todas las formulaciones de los panes frescos fueron aceptables. Teniendo en cuenta lo expresado por los jueces entrenados, una persona que presente intolerancia a la lactosa que desee almacenar las masas en congelación, debería elegir la combinación HS o GS; la combinación GH resultó no aceptable en el atributo *apariencia de la miga* y firme en *dureza* al día 7.

Si se debiera suprimir soja o huevo en panes provenientes de masas congeladas, se sugiere utilizar la combinación

GL, que presentó mejores resultados en la evaluación sensorial con *aparición de la miga* aceptable hasta el día 7 y totalmente aceptada hasta el día 14 en *dureza*. Simmons, Smith and Vodovotz [12] realizaron la evaluación sensorial de panes elaborados principalmente con harina de soja y margarina (GS) cuyas masas fueron congeladas; obtuvieron un 70% de aceptabilidad hasta los 14 días de almacenamiento congelado y no observaron diferencias significativas con los frescos. Cuando combinaron productos lácteos y aceite vegetal (GL) en la formulación, Gallagher, Gormley and Arendt [18] obtuvieron panes libres de gluten de dureza aceptable según la evaluación sensorial de panes frescos. No se hallaron referencias para panes provenientes de masas almacenadas congeladas con la utilización de dos aditivos solamente.

Conclusiones

Al estudiar el impacto del almacenamiento congelado en masas libres de gluten con fécula de mandioca como materia prima principal, con el agregado de combinaciones de pares de ingredientes naturales, se arribó a las siguientes conclusiones:

El huevo ejerció efecto negativo en sus diferentes combinaciones en el volumen específico y firmeza, no así en la dureza y masticabilidad, durante el almacenamiento congelado.

La soja minimizó la pérdida de agua durante el almacenamiento congelado en combinación con huevo o grasa y presentó mejor comportamiento en el parámetro firmeza en combinación con grasa, y mejor aún con leche. En cuanto a lo sensorial, el impacto entre frescos y congelados no se puso de manifiesto en los 7 primeros días de almacenamiento.

La leche, colaboró en el mantenimiento de los valores del volumen específico y firmeza hasta 7 días de almacenamiento congelado, cuando se combinó con grasa, que se evidenció incluso hasta 14 días en cuanto a la dureza.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración técnica de: Nuñez, Andrés Julio y Kachuk, Leonardo Lipe encargados del manejo del texturómetro del Laboratorio Central; a la Ing. Qca. Trinidad Liotta y a Karina González, de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN), de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM).

Referencias

1. Ciclitira, P.; Ellis, H.; Lundin, K. *Gluten-Free diet-what is toxic?* Best Practice y Research clinical gastroenterology. 19(3): p. 359-371. 2005.
2. Mezaize, S.; Chevallier, S.; Le Bail, A.; Lamballerie, M. *Gluten-free frozen dough: Influence of freezing on dough rheological properties and bread quality.* Food Research International. 43(8): p. 2186-2192. 2010.
3. Milde, L.B.; Valle Urbina, C.; Rybak, A.; Oliveira, C.; González, K. *Metodología de Superficie de Respuesta para optimizar Panificado Libre de Gluten con Grasa, Huevo y Leche.* Revista de Ciencia y Tecnología. ISSN: 0329-8922. (Print), 1851-7587 (Online). 11 (11): p. 55-58. 2009.
4. Milde, L.B.; Ramallo, L.A.; Puppo, M.C. *Gluten-free Bread Based on Tapioca Starch: Texture and Sensory Studies.* Food Bioprocess Technol. 5(3): p. 888-896. 2012.
5. Francisci, M.L.; Ormenese, R.C.S.; Pizzinato, A. *Tecnologia de produção de pães a partir de massas congeladas.* Ciência Tecnol. Aliment. 32(2): p. 209-214. 1998.
6. Hosomi, K.; Nishio, K.; Matsumoto, H. *Studies on frozen dough baking. I. Effects of egg yolk and sugar ester.* Cereal Chemistry. 69: p. 82-92. 1992.
7. Milde, L.B.; Cabral, F.A.; Ramirez R. *Efecto del almacenamiento congelado sobre panificado de fécula de mandioca: propiedades físicas, texturales y sensoriales.* Ciencia y Tecnología. 21: p. 33-39. 2014.
8. Carr, L.G.; Tadini, C.C. *Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameter of frozen part baked French bread.* Food Science Technology. 36(6): p. 609-614. 2003.
9. Giannou, V.; Tzia, G. *Frozen dough bread: quality and textural behaviour during prolonged storage-prediction of final product characteristics.* Journal of Food Engineering. 79(3): p. 929-934. 2007.
10. Havet, M.; Mankai, M.; Le Bail, A. *Influence of the freezing condition on the baking performance of French frozen dough.* Journal of Food Engineering. 45(3): p. 139-145. 2000.
11. Phimolsiripol, Y.; Siripatrawan, U.; Tulyathan, V.; Cleland, D.J. *Effects of freezing and temperatura fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality.* Journal of Food Engineering. 84(1): p. 48-56. 2008.
12. Simmons, A.L.; Smith, K.B.; Vodovotz, Y. *Soy ingredients stabilize bread dough during frozen storage.* Journal of Cereal Science. 56(2): p. 232-238. 2012.
13. Badui Dergal, S. *Química de los Alimentos.* Cap 12-13. Editorial Pearson ISBN 970-26-0670-5. p. 605-645. Cuarta edición, 2006.
14. Schamne, C.; Deboni Dutcosky, S.; Demiate, I.M. *Obtention and characterization of gluten-free baked products.* Ciência e Tecnologia de Alimentos. 30(3): p. 741-750. 2010.
15. McCarthy, D.F.; Gallagher, E.; Gormley, T.R.; Schober, T.J.; Arendt, E.K. *Application of response surface methodology in the*

- development of gluten-free bread. Cereal Chemistry.* 82(5): p. 609-615. 2005.
16. **Gómez, M.; Ronda, F.; Caballero, P.A; Blanco, C.A., Rosell, C.M.** *Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes.* Food Hydrocolloids 21: p. 167–173. 2007.
17. **Moore, M.M.; Schober, T.J.; Dockery, P.; Arendt, E.K.** *Textural Comparisons of Gluten-Free and Wheat-Based Doughs, Batters, and Breads.* Cereal Chemistry. 81(5): p. 567–575. 2004.
18. **Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K.** *Crust and crumb characteristics of gluten-free breads.* Journal of Food Engineering. 56(2–3): p. 153–161. 2003.

Recibido: 20/10/15.

Aprobado: 19/04/16.