

Desarrollo de masas precocidas libres de gluten aptas para congelación

Development of free-gluten partially baked bread for frozen storage

Ferrero C ⁽¹⁾, Ribotta PD ⁽²⁾, de Lamballerie M ⁽³⁾

1 CIDCA-CONICET-Fac.de Cs. Exactas, Universidad Nac. La Plata, 47 y 116 (1900)

La Plata, Pcia. Buenos Aires. Argentina

2 CONICET - Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

3 GPEA (UMR CNRS 6144) ENITIAA BP 82225, F-44322 Nantes, Cedex 3, France

E mail: cferrero@biol.unlp.edu.ar

RESUMEN

La obtención de panes de buena calidad sensorial aptos para celíacos constituye un desafío tecnológico ya que es difícil lograr productos de buen volumen y alveolado que tengan una vida útil razonable, dada la tendencia al rápido endurecimiento que presentan estos panes. La utilización de panes precocidos congelados cuya cocción final se realiza poco antes del expendio constituye una alternativa para lograr un producto de mayor aceptabilidad por parte del consumidor. El presente trabajo tuvo como objetivo la optimización y evaluación de masas de pan sin gluten aptas para precocer y congelar. En esta primera instancia se evaluó el efecto de una congelación lenta sobre los atributos de calidad. Las formulaciones se prepararon a partir de las siguientes proporciones: 45 g de fécula de arroz, 45 g fécula de mandioca, 10 g de harina de soja activa, 2 g de margarina, 2 g de sal, 3 g de levadura fresca, 0,1 g de polvo de hornear, 0,5 g de SSL, 0,5 g de hidrocoloide y 70 mL de agua destilada. Los hidrocoloides utilizados fueron goma xántica y carboximetilcelulosa (CMC). Los controles fueron preparados con la misma formulación pero sin hidrocoloide. Las masas obtenidas se fermentaron 30 min, se fraccionaron en moldes y se volvieron a fermentar durante 25 min en cámara a 30 °C antes de hornear durante 25 min a 200 °C. Los panes precocidos fueron congelados en cámara de -20 °C, después de lo cual se descongelaron a T ambiente y se terminaron de cocer (15 min). Como control de proceso se utilizó en cada caso la masa sin congelar, cocida en un solo paso de 40 min. Se evaluó volumen específico (Bread Volume Measurer BVM-L500), uniformidad del alveolado a través de análisis de imágenes, textura de miga (texturómetro Lloyd LR5K) y retrogradación de amilopectina (MicroDSCIII, Setaram) en los panes precocidos, precocidos congelados y descongelados, en los panes terminados de cocer y después de un período de almacenamiento de 24 h a temperatura ambiente. Las formulaciones con hidrocoloide mostraron un mayor volumen específico, y una distribución de alveolado más uniforme, sin colapso, en particular las que incorporaron CMC. La congelación de los panes precocidos no afectó significativamente el volumen específico salvo en el caso de la muestra con CMC. Después de 24 h de almacenamiento a temperatura ambiente se observó un aumento en la dureza de la miga en todos los casos pero en menor proporción en los panes con CMC. A través de los ensayos de calorimetría diferencial de barrido se observó un pico incipiente de retrogradación de amilopectina, aun en presencia de hidrocoloide.

ABSTRACT

Obtaining breads without gluten and with good sensorial quality for celiac regimes is a technological defy since it is difficult to obtain a product with good volume and air cells size and with a reasonable shelf life because of the rapid staling exhibited by these breads. The employment of frozen partially cooked breads where final cooking is performed a short period before consumption is an alternative to obtain products with a higher acceptability by consumers. The objective of the present work was to optimize and evaluate doughs able to be precooked and frozen. In this first instance it was evaluated the effect of a slow freezing on the quality attributes. Formulations were prepared with: 45 g de rice flour, 45 g tapioca flour, 10 g soy flour, 2 g shortening, 2 g salt, 3 g fresh yeast, 0,1 g leavening agent, 0,5 g SSL, 0,5 g hydrocolloid and 70 mL of distilled water. The employed hydrocolloids were xanthan gum and carboxymethylcellulose (CMC). Controls were prepared with the same component proportions but without hydrocolloids. The obtained doughs were leavened 30 min, fractioned in molds and left to leaven 25 min in a chamber at 30 °C before going to oven during 25 min at 200 °C.

Partially cooked breads were frozen at -20°C, unfrozen at room temperature and completely cooked (15 min). As a control of processing, it was employed a dough without freezing treatment that was cooked in a single step during 40 min. The following measurements were performed: specific volume (Bread Volume Measurer BVM-L500), air cell size distribution through image analysis crumb texture (texturometer Lloyd LR5K) and amylopectin retrogradation (MicroDSCIII, Setaram). These measurements were accomplished in the precooked breads, in precooked breads after freezing, in breads after final cooking and in completely cooked breads after a storage of 24 h at room temperature. Formulations with hydrocolloid showed a higher specific volume and a more uniform air cell size distribution, without collapse, particularly those with incorporated CMC. Freezing did not significantly affect the specific volume except in the case of samples with CMC. After 24 h storage at room temperature an increase in crumb hardness was observed in all cases but in a greater extent in those breads with CMC. By calorimetric assays an incipient retrogradation peak was observed even when hydrocolloid was present.

PALABRAS CLAVE: *hidrocoloide, masa, textura, retrogradación.*

KEYWORDS: *hydrocolloid, dough, texture, retrogradation.*

INTRODUCCIÓN

El pan es uno de los productos más antiguos en la alimentación humana. El pan es un producto de formulación versátil y adaptable a distintos hábitos de consumo y necesidades nutricionales. En los últimos 50 años, se han introducido nuevas tecnologías, ingredientes y aditivos que han contribuido a ampliar la oferta de productos de panificación así como a mejorar los atributos del producto. Las proteínas de gluten, gliadinas y gluteninas confieren a la harina de trigo la capacidad única de formar una masa viscoelástica capaz de retener el CO₂ producido durante la fermentación y obtener así un buen volumen de pan y alveolado de miga, características deseables en este producto por parte del consumidor. Sin embargo, existe una parte importante de la población (1 cada 167 habitantes en la Argentina según datos de la Asociación Celiaca) en la que se observa una intolerancia permanente (celiaquía) a las gliadinas del trigo y a las prolaminas presentes en otros cereales como la avena (avena), hordeína (cebada) y secalina (centeno).

Estas proteínas afectan directamente la mucosa del intestino delgado, alterando la absorción de los nutrientes. En niños los síntomas característicos son "diarrea crónica" (síndrome de mala absorción), vómitos reiterados, marcada distensión abdominal, falta de masa muscular, pérdida de peso, retraso del crecimiento, escasa estatura, cabello y piel seca, descalcificación, inapetencia, mal carácter. La celiacía tiene un origen genético y no siempre se manifiesta clínicamente. El único tratamiento es una dieta estricta y de por vida sin trigo, avena cebada ni centeno (sin T.A.C.C), que permite alcanzar los niveles nutricionales perdidos (Asociación Celiaca Argentina, 2009).

En la formulación de panes libres de gluten se utilizan harinas sin T.A.C.C.. Estas harinas (maíz, arroz, mandioca, soja, entre otras) no permiten obtener una masa con buenas propiedades para la elaboración de pan y por lo tanto, con el objeto de lograr un volumen y textura similares a la de los panes a base de harina de trigo se emplean diferentes aditivos, entre ellos emulsificantes e hidrocoloides.

Los panes precocidos o parcialmente cocidos son aquellos que han sido sometidos a un horneado casi completo, que ha permitido fijar la estructura, y luego han sido almacenados a bajas temperaturas (refrigeración o congelación) hasta el momento del consumo, en el que se termina la cocción durante unos minutos. En masas tradicionales, el objetivo del proceso de precocción es producir la gelatinización del almidón y la coagulación del gluten, sin alcanzar las reacciones de oscurecimiento en la corteza (Ribotta y Le Bail, 2007). Esta tecnología permite brindar al consumidor productos con las características del pan recién horneado pero con la ventaja de poder almacenarlos por períodos más prolongados y flexibilizar tanto el momento del consumo como la distribución. Si bien existe investigaciones respecto al efecto de la precocción en panes tradicionales (Carr y Tadini, 2003; Barcenás y Rosell, 2005, 2007), son más escasos los trabajos realizados sobre formulaciones sin T.A.C.C.

El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de la congelación sobre panes libres de gluten parcialmente cocidos, formulados con harinas de arroz, mandioca y soja, emulsificante y dos diferentes hidrocoloides (goma xántica, carboximetilcelulosa).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para las formulaciones se utilizó la siguiente proporción de ingredientes: harina de arroz, 45 g; harina de mandioca, 45 g; harina de soja, 45 g; agua 70 g, *shortening*, 2g; sal, 2 g; SSL (emulsificante), 1g; levadura fresca prensada, 3 g; leudante químico, 0,1 g. Se prepararon dos formulaciones con hidrocoloide, una con 0,5 g de goma xántica y otra con 0,5 g de CMC.

Las masas se prepararon mezclando los ingredientes secos en un equipo Kitchen Aid (Reino Unido) a la mínima velocidad. Se incorporó el agua con la levadura disuelta y luego se mezcló por 3 minutos más a mayor velocidad. Seguidamente, se realizó una primera fermentación en cámara Hengel a 30 °C (HR 90%) por 30 min, se mezcló por un minuto más y se vertió en moldes (60 g por molde). Se realizó una segunda fermentación por 25 min y luego se procedió a hornear las piezas durante 200 °C por 40 min (cocidos en un solo paso) o por 25 min (precocidos o parcialmente cocidos). Los panes precocidos se desmoldaron, dejaron enfriar a temperatura ambiente, se introdujeron en bolsas plásticas individuales y se congelaron en cámara de -20 °C a una velocidad de 0,05 °C/min. Luego fueron descongelados a temperatura ambiente y terminados de cocer en horno a 200 °C. Los panes precocidos, congelados y terminados de cocer fueron almacenados 24 h a temperatura ambiente para analizar su envejecimiento.

Sobre los panes cocidos en un solo paso (1), parcialmente cocidos (precocidos) (2), parcialmente cocidos y congelados (3), parcialmente cocidos, congelados y terminados de cocer (4) y los almacenados 24 h a temperatura ambiente (5) se realizaron las siguientes determinaciones:

Volumen de pan

Se midió el volumen de la pieza con equipo láser Bread Volume Measurer BVM-L500 (Suecia) y a partir del peso de cada pieza se determinó el volumen específico (mL/g). Se midieron al menos tres piezas para cada condición.

Evaluación del tamaño de los alvéolos de la miga

Se obtuvieron imágenes digitales con iluminación rasante a partir de rodajas de los panes. Estas fotografías de las rodajas fueron binarizadas, obteniéndose imágenes donde la matriz de la miga es blanca, y los alvéolos son negros. Las imágenes binarizadas fueron analizadas con un analizador de imágenes (Image J 1.38n, National Institute of health, EUA) y se determinó el tamaño alveolar medio.

Humedad de miga

Se determinó en estufa a 105°C hasta peso constante.

Análisis de perfil de textura de la miga (TPA)

Se realizaron dos ciclos de compresión (hasta un 40% de la altura original de las muestras) en un texturómetro Lloyd LR5K (Reino Unido). Los ensayos se realizaron sobre las rodajas de pan sin descortezar (dos rodajas por pan) utilizando una sonda de 20 mm de diámetro. Se evaluaron al menos dos piezas de pan por cada condición. Los atributos analizados fueron dureza (N, altura máxima de pico positivo del primer ciclo de compresión), resiliencia (adimensional, cociente del área entre el máximo del primer pico y el final del mismo y el área entre el inicio del primer pico y su máximo) y cohesividad (adimensional, cociente entre el área del pico positivo del segundo ciclo de compresión y el área del pico positivo del primer ciclo).

Retrogradación de amilopectina

Para evaluar si la congelación promovía la retrogradación de amilopectina se realizaron ensayos de Calorimetría Diferencial de Barrido en un equipo Micro DSC III Setaram (Francia). Se realizó un calentamiento programado a una velocidad de 1 °C/min, entre 20 y 80 °C utilizando alrededor de 300 mg de miga. Se analizó mediante el software las temperaturas inicial, de pico y final y se calculó la entalpía expresándola en J/g de muestra seca. Los ensayos se realizaron por duplicado.

Tratamiento estadístico

El efecto del agregado de hidrocoloide y de los diferentes pasos del proceso (precocción, congelación, cocción después de la congelación, almacenamiento) sobre los distintos atributos (volumen específico, alveolado, textura) fue evaluado a través de Análisis de Varianza (ANOVA) y comparación de medias con test de Tukey utilizando el software SYSTAT versión 5.0 (SYSTAT INC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Volumen de pan y características de la miga

Los panes sin hidrocólido mostraron colapso de la miga (**Figura 1**) ya en la etapa de pre-cocción, lo que hace inaceptable al producto aun cuando el volumen específico obtenido sea similar al de las otras formulaciones (**Figura 2**). Este defecto se debe a la carencia de una matriz capaz de retener el gas formado durante el leudado y la posterior expansión de los alvéolos durante el horneado. El volumen específico de los panes no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las distintas formulaciones cuando el producto se terminó de cocer después de congelar. Se observó un aumento del volumen específico al agregar CMC respecto a la muestra sin hidrocólido, tanto en los panes cocidos en una sola etapa como en los precocidos. Sin embargo, la congelación afectó significativamente el volumen específico de los panes con CMC como resultó de comparar los valores de la muestra cocida en un solo paso y cocida después de congelar.

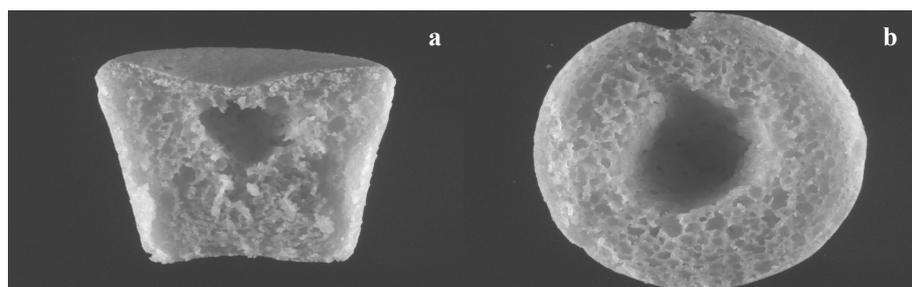


Figura 1. Colapso de la miga de pan sin hidrocólido a) corte longitudinal b) corte transversal.

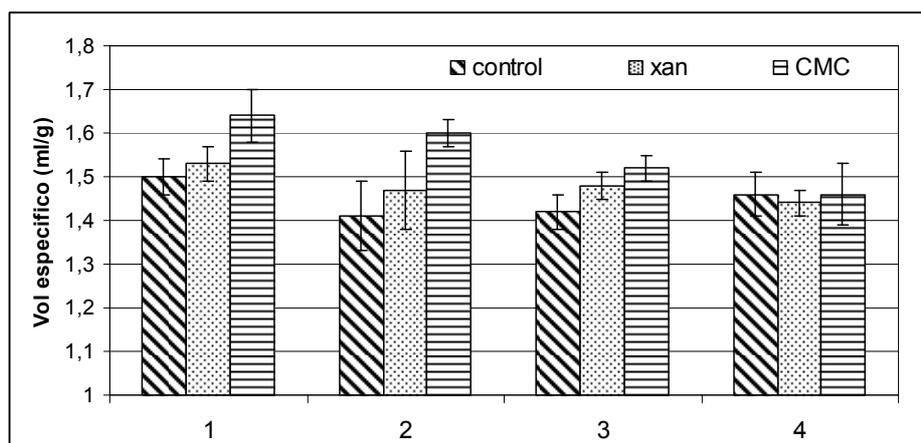


Figura 2. Efecto de los distintos tratamientos sobre el volumen específico de las piezas sin hidrocólido (control), con goma xántica (xan) y con carboximetilcelulosa (CMC): 1- cocido en un solo paso, 2- parcialmente cocido, 3- parcialmente cocido y congelado, 4- parcialmente cocido, congelado y terminado de cocer después de descongelar .

El histograma de tamaño alveolar mostró en todos los casos la forma típica que se muestra en la **Figura 3**. En todos los panes la mayor cantidad de alvéolos (entre un 75 y 85% según la muestra) tuvo un área inferior a 2 mm^2 . Sin embargo las muestras con goma xántica fueron las que presentaron mayor cantidad de alvéolos de tamaño inferior a 2 mm^2 en el producto cocido en un solo paso. Esta goma fue la que produjo las mezclas más viscosas, lo que probablemente generó dificultad para la expansión de los alvéolos. Las migas de los panes sin gluten y con hidrocólido mostraron en general buenas características sensoriales: esponjosidad y color aceptable, siendo mejores las muestras con CMC.

El tamaño alveolar medio (**Figura 4**) se vio afectado en el pan control (sin goma) después de la congelación; con las gomitas este efecto fue menor y además se obtuvo un alveolado más uniforme. Esto se evidenció por la disminución de la cantidad de alvéolos de mayor tamaño.

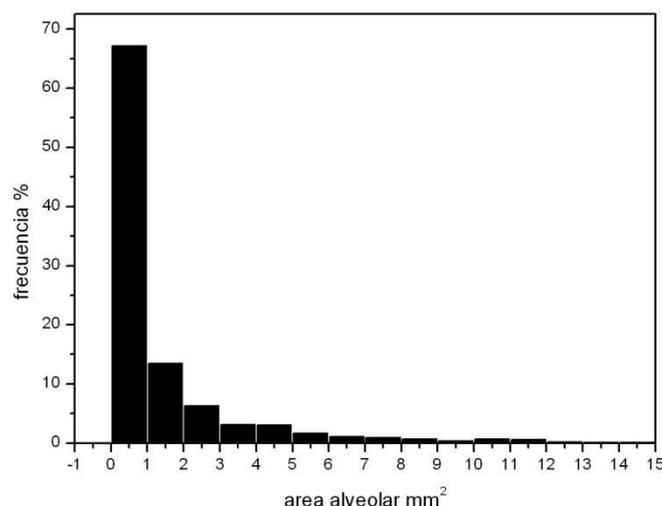


Figura 3. Histograma típico correspondiente a la distribución de área alveolar para muestras sin hidocoloide.

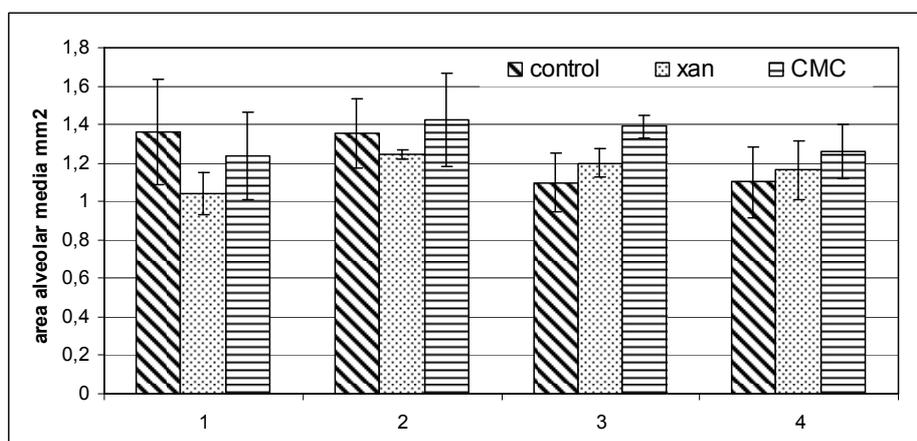


Figura 4. Efecto de los distintos tratamientos sobre el área alveolar media de la miga de pan sin hidocoloide (control), con goma xántica (xan) y con carboximetilcelulosa (CMC): 1- cocido en un solo paso, 2- parcialmente cocido, 3- parcialmente cocido y congelado, 4- parcialmente cocido, congelado y terminado de cocer después de descongelar

La dureza de miga (**Figura 5a**) fue similar en todos los tratamientos y muestras aunque se observó una tendencia a migas más blandas con el uso de gomas en los panes parcialmente cocidos y un efecto contrapuesto de ambas gomas respecto al endurecimiento de la miga. La evaluación tanto de la resiliencia como de la cohesividad de la miga (**Figuras 5b** y **5c**, respectivamente) mostró un efecto negativo significativo de la congelación en el caso de la muestra sin goma y de la muestras con CMC, no así en la muestra con goma xántica. La resiliencia se vincula con la capacidad de un material de recuperarse después de una deformación (elasticidad instantánea) mientras que la cohesividad se relaciona con la capacidad de los componentes de un material de mantenerse unidos. Ambos atributos están por lo tanto relacionados con la integridad de la estructura, que se ve afectada por la formación de hielo.

Retención de humedad de la miga

La humedad de miga de los panes control (sin hidocoloide) fue del 45% y se mantuvo en ese valor después de cada uno de los tratamientos (cocción en un solo paso, cocción parcial, congelación, terminación de cocción). Después de 24 h de almacenamiento a temperatura ambiente en bolsas plásticas, la humedad alcanzó el 43%. Los panes con hidocoloide mantuvieron un nivel de humedad del 46,6% tanto para goma xántica como con CMC; y después de 24 h a T ambiente alcanzaron 44% de humedad.

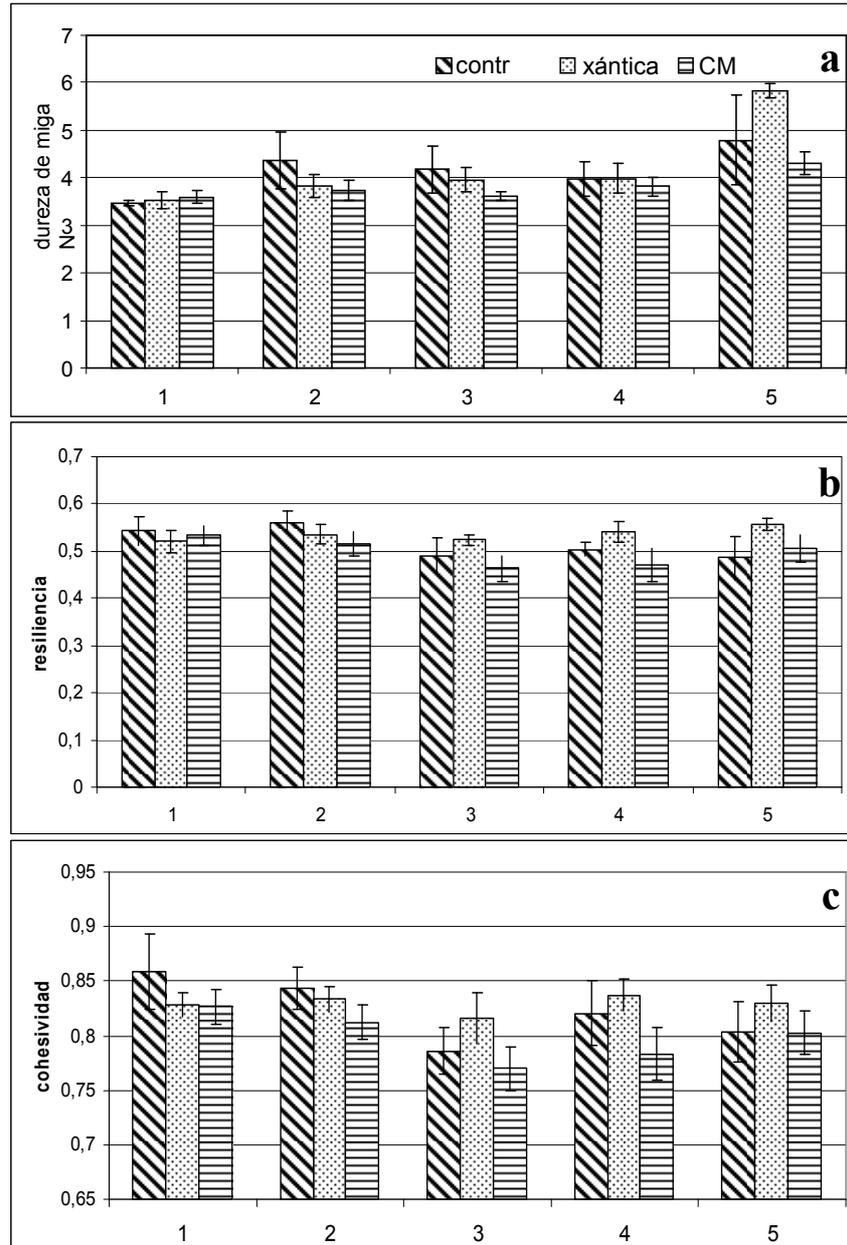


Figura 5. Efecto de los distintos tratamientos sobre la dureza (a), resiliencia (b) y cohesividad (c) de la miga de pan sin hidrocoloide (control), con goma xántica y con carboximetilcelulosa (CMC): 1- cocido en un solo paso, 2- parcialmente cocido, 3- parcialmente cocido y congelado, 4- parcialmente cocido, congelado y terminado de cocer después de descongelar y 5- almacenado 24 h a temperatura ambiente.

Retrogradación de amilopeptina

Se observó un pico incipiente en las muestras cocidas después de la congelación y almacenadas 24 h a temperatura ambiente, tanto en panes sin hidrocoloide como en aquellos con goma xántica o CMC, no detectándose diferencias significativas entre las muestras. La temperatura inicial de pico promedio fue de 56,6 °C y el máximo se localizó en 63,1 °C. La entalpía promedio fue de $0,066 \pm 0,002$ J/g. La retrogradación de amilopeptina así como la de amilosa es un fenómeno de cristalización de estos polisacáridos que implica el alineamiento de las cadenas con formación de uniones puentes de hidrogeno. Durante la gelatinización, el granulo de almidón pierde su organización original, aumenta su volumen y sufre ruptura en mayor o menor grado, pero la amilopeptina queda dentro del gránulo. La ausencia de efecto de las gomas puede relacionarse con el hecho de que la retrogradación de amilopeptina es un fenómeno que ocurre en el interior del gránulo de almidón gelatinizado, al que los

hidrocoloides, que podrían interferir con el alineamiento de las cadenas, no tienen acceso (Ferrero y col., 1994).

CONCLUSIONES

Las gomas, en particular la CMC mostraron ser efectivas en la obtención de una miga de mejor calidad en panes libres de gluten. Se obtuvo miga con alveolado más uniforme, sin colapso en la parte superior. El volumen específico de los panes con CMC fue superior cuando se realizó la cocción en un solo paso pero se vio disminuido por la congelación y posterior cocción. La goma xántica generó panes más estables en volumen específico y tamaño alveolar pero que se endurecieron excesivamente tras 24 horas de almacenamiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a CONICET (Argentina) y CNRS (Francia) el subsidio recibido para realizar este trabajo y el apoyo técnico de Sylvia Chevallier y Sandra Mezaize del ENITIAA, Nantes, Francia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Celiaca Argentina. www.celiaco.org Sitio oficial de la Asociación Celiaca Argentina Ingresado abril 2009.

Barcnas ME, Rosell CM. 2005. Effect of frozen storage time on the bread crumb and aging of par-baked bread. *Food Chemistry* 95(3): 438-445.

Barcnas ME y Rosell CM. 2007. Different approaches for increasing the shelf life of partially baked bread: Low temperatures and hydrocolloid addition *Food Chemistry* 100(4): 1594-1601.

Carr LG, Tadini CC. 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, (36): 609-614.

Ferrero C, Martino MN, Zaritzky NE. 1994. Corn Starch-Xanthan Gum Interaction and its Effect on the Stability During Storage of Frozen Gelatinized Suspensions. *Starch/Stärke* 46(8): 300-308.

Ribotta PD, Le Bail A. 2007. Thermo-physical and thermo-mechanical assessment of partially baked bread during chilling and freezing process. Impact of selected enzymes on crumb contraction to prevent crust flaking. *Journal of Food Engineering*, 78:913-921.