

Panificados libres de gluten enriquecidos con fibra de bagazo de manzana

Andrés Felipe Rocha Parra; Pablo Daniel Ribotta y Cristina Ferrero

CIDCA (Facultad de Ciencias Exactas – UNLP – CONICET). La Plata, Argentina

ICYTAC (UNC-CONICET). Córdoba, Argentina

andresfelipe2484@gmail.com



Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación del bagazo de manzana (BM) generado por la industria Jugos S.A (Villa Regina, Río Negro) con un mínimo procesamiento, en un panificado libre de gluten. El bagazo fue secado, molido, tamizado y esterilizado. El contenido de fibra fue de 41,04% ($\pm 0,02$); el contenido de proteína total fue de 4,28% ($\pm 0,02$) y de cenizas 1,77% ($\pm 0,02$). Las formulaciones se prepararon a partir de fécula de mandioca, harina de arroz, clara de huevo, bagazo de manzana, levadura, margarina, sacarosa, SSL, HPMC, polvo para hornear y agua. Se trabajó con un diseño central compuesto con triplicado del punto central, variando las proporciones de bagazo de manzana (5 a 20)% y agua (115 a 150)% en base a 100 g mezcla arroz-mandioca-clara de huevo. Se evaluó la calidad panadera para cada punto del diseño. Se realizó el análisis de perfil de textura (TPA) de las mezclas. Los panes fueron almacenados un día a temperatura ambiente, evaluándose las características texturales de la miga. De acuerdo a las superficies de respuesta obtenidas, se encontró que las mezclas con mayor contenido BM y menor cantidad de agua presentaban las menores alturas y volumen específico, además mostraban aumento en los parámetros de dureza, consistencia y masticabilidad. Para todos los

parámetros evaluados se obtuvo un R^2 superior al 70%. Se registraron diferencias significativas con respecto al tiempo de almacenamiento, en las mezclas se encontraron aumentos en la dureza y masticabilidad a las 24 horas entre (18-145)% y (12-135)%, respectivamente, y disminución de la cohesividad entre (1-3)%.

Palabras clave: panes sin gluten, fibra dietaria, bagazo de manzana.

Introducción

La celiaquía es la intolerancia permanente a las prolaminas presentes en el trigo, avena, cebada y centeno (TACC) y productos derivados de estos cuatro cereales. La celiaquía es una condición autoinmune, es decir que el sistema de defensa de los celíacos reconoce como "extraño" al gluten, y produce anticuerpos contra el mismo. Esta intolerancia genera una lesión característica de la mucosa intestinal, provocando una atrofia de las vellosidades del intestino delgado, lo que altera o disminuye la absorción de los nutrientes de los alimentos (proteínas, grasas, hidratos de carbono, sales minerales y vitaminas). Es este fenómeno el que produce el clásico cuadro de malabsorción (Asociación Celíaca Argentina, 2010).

A nivel mundial la enfermedad celíaca afecta al 1% de la población (Green *et al.*, 2007). Hasta ahora el único método efectivo para el tratamiento de la enfermedad celíaca ha sido adoptar una dieta estricta libre de estas proteínas alergénicas que son tóxicas para el intestino delgado. A pesar de que las dietas libres de gluten son efectivas en el tratamiento de la EC y reducen el riesgo de complicaciones en la salud (Norström *et al.*, 2012), hay creciente preocupación por el adecuado nivel nutricional de este tipo de dieta porque a menudo se caracteriza por un consumo excesivo de energía, carbohidratos (azúcares) y una ingesta reducida de fibra (polisacáridos no almidonosos), además de bajos niveles de minerales (magnesio, hierro, zinc) (Wild *et al.*, 2010).

Los beneficios potenciales de salud de la fibra dietaria han sido bien documentados en relación con el tiempo de tránsito intestinal, la prevención del estreñimiento, la reducción en el riesgo de cáncer colorrectal y de enfermedades cardiovasculares, y la producción de

ácidos grasos de cadena corta (Sabanis *et al.*, 2009). El bagazo de manzana constituye un subproducto generado por la industria de jugos y no tiene una utilización específica en alimentación humana, a pesar de ser una buena fuente de fibra, particularmente la insoluble. La pulpa de manzana residual contiene 12% de residuo seco, del cual la mitad es fibra dietaria. Su aporte calórico es solamente de 45 cal/100g (Sotelo *et al.*, 2007).

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un panificado libre de gluten enriquecido con bagazo de manzana, para esto se realizó un diseño central compuesto de dos factores para evaluar el efecto de la variación de la cantidad de agua y de bagazo sobre distintos atributos del producto.

Materiales y métodos

Materiales

El bagazo de manzana fue provisto por la empresa Jugos S.A (Villa Regina, Río Negro). Se secó a 50°C en una estufa con convección forzada (AllMedLab modelo: ATS-9000), se molió, tamizó (250 µm) y esterilizó (121°C durante 20 minutos) con el objeto de obtener un producto de granulometría uniforme y una carga microbiológica disminuida. Se utilizaron harina de arroz y fécula de mandioca libres de gluten (Kapac). Como fuente de proteína se utilizó clara de huevo deshidratada. La fuente de fibra empleada fue bagazo de manzana tratado como se describió previamente. Otros ingre-

dientes usados fueron: sacarosa (Ledesma), margarina (Dánica), levadura libre de gluten (CALSA), leudante químico (Royal), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC, Methocel) y estearoil lactilato de sodio (SSL, Danisco).

Métodos

Composición del bagazo de manzana. El contenido de fibra por método enzimático (AOAC 985.29); el contenido de proteína total por el método Kjeldahl (AACC 46-12, con ligeras modificaciones); el de cenizas por calcinación en mufla, y humedad por método indirecto (AOAC 964.22).

Panificación. Se mezclaron los ingredientes secos junto con la margarina fundida en el bol de una amasadora (Kenwood Major 1200W, Kenwood, Italia). Se adicionó el agua con la levadura suspendida. Las proporciones se muestran en la tabla 1. Se batió a velocidad 1 (52 rpm), durante cuatro minutos y luego a velocidad 3 (124 rpm) durante cinco minutos. El bol con el batido se llevó a una fermentadora (Rotar, Brito Hnos, Argentina) a 30°C durante 30 minutos. Después de la primera fermentación se volvió a batir a baja velocidad y se fraccionó la mezcla en moldes individuales (50g), dejándose fermentar durante 25 min a 30°C. Luego de la segunda fermentación se horneó a 210°C durante 45 minutos, (Ariston, Argentina). Los panes fueron desmoldados en caliente y se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

ACEROS INOXIDABLES

chapas • rollos • flejes • barras redondas, cuadradas y hexagonales • caños con y sin costura • accesorios para tubería
electrodos • chapas color • gel decapante, pasivante y cleaner • rejilla • bandeja porta cable • ángulos • planchuelas



Más de 70 años
de experiencia en
el mercado argentino

www.aperam.com/argentina

aperam

Av. Descartes 4200
Pque. Industrial Tortuguitas
(1667) Buenos Aires
Argentina

Tel: 02320 55 5555
Fax: 02320 55 5566
Fax Nac. gratuito: 0800 888 1116
mail: ventas.argentina@aperam.com

Tabla 1. Formulación de panes libres de gluten

Ingredientes	Porcentaje %*
Fécula de mandioca	45
Harina de arroz	45
Clara de huevo	10
Bagazo de manzana	5-20
Agua	115-150
Azúcar	10
Levadura	3
Margarina	2
HPMC	1
SSL	0.5
Leudante químico	0.1

*En base a 100 g mezcla arroz-mandioca-clara de huevo

Diseño experimental

Se trabajó con un diseño central compuesto con triplicado del punto central, variando las proporciones de bagazo de manzana (5 a 20)% y agua (115 a 150)% en base a 100 g mezcla arroz-mandioca-clara de huevo, en total se realizaron once panificaciones en las que se sacaron promedios por punto del diseño, que corresponden a seis piezas de pan de una misma formulación, en la tabla 2 se presenta el valor de los factores experimentales codificados.

Tabla 2. Código de los factores experimentales.

Variable	Código de las variables				
	-1.41	-1	0	1	1.41
*%Bagazo	5	7.18	12.5	17.82	20
%Agua	115	120.1	132.5	145	150

*En base a 100 g mezcla arroz-mandioca-clara de huevo

Análisis de calidad del producto

Sobre el producto se realizaron las siguientes determinaciones: altura, volumen específico (por desplazamiento de semillas de nabo), análisis de perfil de textura de miga (TPA), color de miga y corteza. La textura de miga se analizó con un texturómetro TA-TXT2i (Stable Micro Systems, Inglaterra). Se realizaron dos ciclos de compresión sobre rodajas centrales de 1,5 cm de altura a las que se les quitó la corteza, se utilizó la sonda SMPSP/75 y un porcentaje de compresión de 40% de la altura total de la rodaja. Se analizaron los siguientes atributos: dureza, consistencia, cohesividad, resiliencia y masticabilidad. Esta prueba se realizó el día de la panificación (día 0) y después de un día de almacenamiento (día 1) a 20°C. En cada tiempo se promediaron los resultados obtenidos con seis panes. El color de la miga y corteza

de los panes se midió con un colorímetro triestímulo (Minolta CR400, Osaka, Japón) mediante la obtención de los valores L*, a* y b* del espacio de color CIELAB.

Análisis estadístico

El software utilizado fue Design-Expert 7 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA).

Resultados y discusión

Caracterización del bagazo

El contenido de fibra fue de 41,04% ±1,02, el contenido de proteína total de 4,28% ±0,02, y el de cenizas 1,77%±0,02.

Calidad de los panes

Con los promedios correspondientes a cada punto del diseño se obtuvieron modelos matemáticos de segundo orden, para los parámetros analizados (Tabla 3).

En la Figura 1 se muestran las superficies de respuesta para algunos de los parámetros analizados. Para todos los parámetros evaluados se obtuvo un R² superior al 70%. La superficie de respuesta muestra menores volúmenes específicos cuando hay mayor cantidad de bagazo y menor cantidad de agua, la altura (resultados no mostrados) siguió la misma tendencia. Los valores de los volúmenes específicos obtenidos se encuentran en un rango de 1.60-3.24 cm³/g, coinciden con lo registrado en panes libres de gluten elaborados a partir de diferentes almido-

Tabla 3. Ecuaciones predictivas para los parámetros de calidad de panes

Parámetro	Ecuación
Volumen específico	$V_e = 2.21 - 0.35B + 0.09A - 0.04B^2 + 0.38BA + 0.14A^2$
Altura	$Al = 5.14 - 0.60B + 0.13A - 0.19B^2 + 0.47BA + 0.11A^2$
Dureza	$D = 2.54 + 7.09B - 2.96A + 6.03B^2 - 6.30BA + 0.09A^2$
Cohesividad	$Co = 0.57 - 0.015B - 0.005A - 0.019B^2 + 0.025BA - 0.01A^2$
Resiliencia	$Re = 0.36 - 0.02B - 0.008^a - 0.014B^2 + 0.0BA - 0.005A^2$
Masticabilidad	$Ma = 1.44 + 3.16B - 1.38A + 2.65B^2 - 2.67BA + 0.069A^2$

Ve=volumen específico (cm³/g), Al=altura (cm), D=dureza(N); cohesividad, resiliencia, masticabilidad (adimensionales) B cantidad de bagazo, A cantidad e agua codificados.

Figura 1. Superficies de respuestas para los parámetros volumen específico (cm^3/g), cohesividad (adimensional) dureza (N) evaluados en función de los niveles de bagazo de manzana y agua codificados.

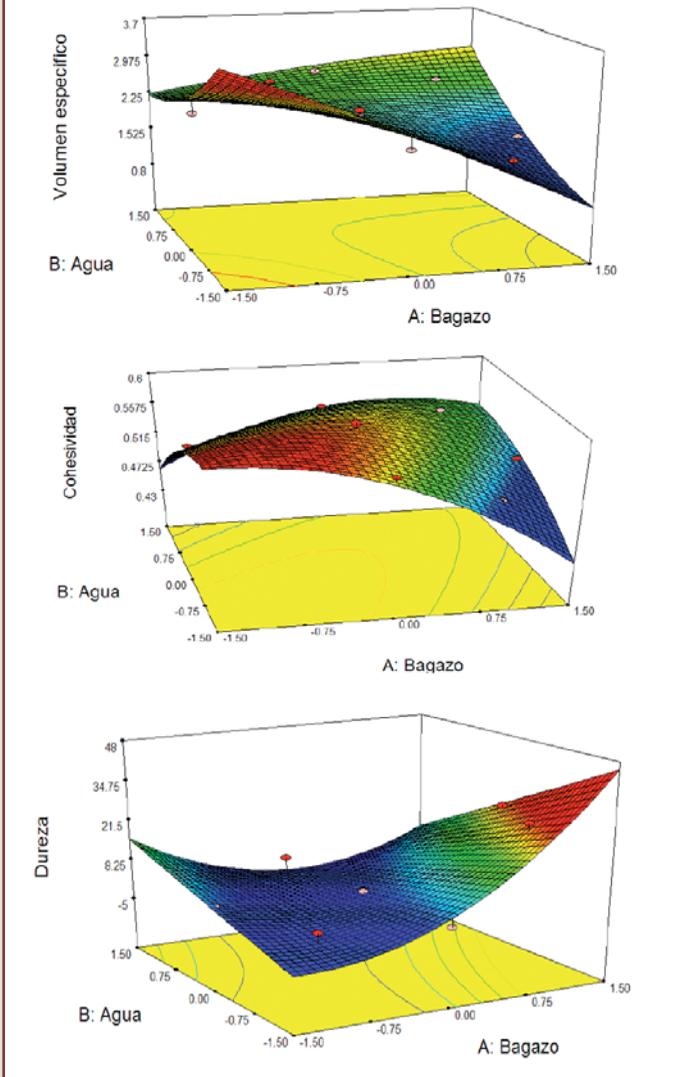
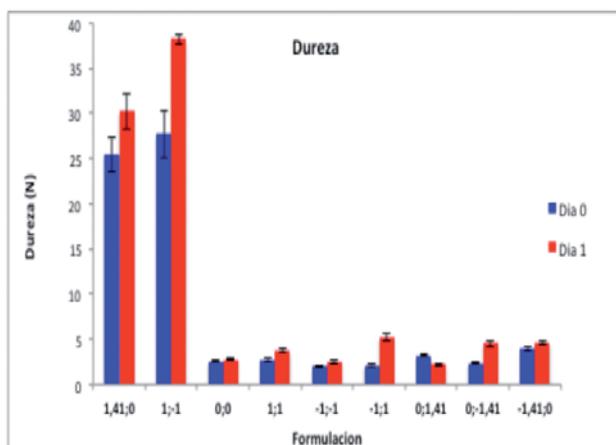


Figura 2 Dureza miga después de 24 h de almacenamiento.



Las barras indican el error típico.

nes y harinas (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010, Sabanis *et al.*, 2011, Hager *et al.*, 2012). Las diferencias encontradas por los autores pueden corresponder a las diferentes harinas libres de gluten empleadas.

La cohesividad es una propiedad relacionada con la fuerza de las uniones internas del material, y es mayor cuando hay menor contenido de bagazo y menor contenido de agua; la resiliencia –que se relaciona con la capacidad inmediata de recuperación de la miga al cesar la compresión aplicada– siguió la misma tendencia (resultados no mostrados).

La superficie muestra que la dureza es mayor cuando aumenta el contenido de bagazo y disminuye el contenido de agua. Se presentó una variación de la dureza en un rango de 1.98–27.71 N, estos valores son menores que los encontrados por Alvarez-Jubete *et al.* (2010). La masticabilidad, que es el producto de la dureza por la cohesividad y elasticidad y que es deseable que no presente valores tan altos, siguió la tendencia de la dureza.

Para todas las superficies observadas se encontró que el nivel de bagazo afectó más que el nivel de agua a los niveles evaluados.

La dureza está relacionada con la resistencia a la compresión de la muestra. En la figura 2 se muestra la variación de dureza con el tiempo de almacenamiento. Se encontró que la dureza aumenta a las 24 h entre un 18–145% para las distintas formulaciones, lo que se puede atribuir a la retrogradación del almidón presente en las harinas de mandioca y arroz y a la redistribución de agua desde la miga hacia la corteza como consecuencia de la diferencia en los contenidos de humedad de estas partes (Abdelghafor *et al.*, 2011, Majzoubi *et al.*, 2011). La retrogradación está definida como la cristalización de las moléculas de amilosa y amilopectina y ocurre durante el almacenamiento de sistemas a base de almidón gelatinizado (Miles *et al.*, 1985).

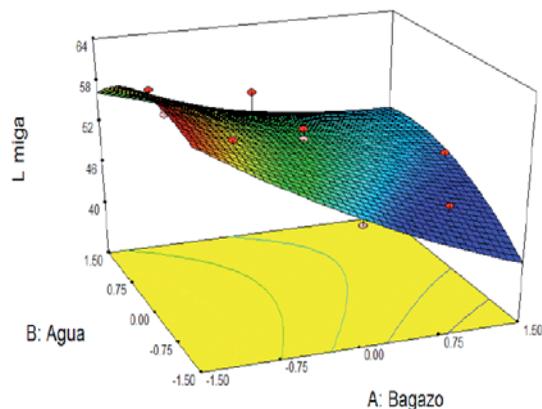
Color

La figura 3 evidencia que con mayores niveles de bagazo se presentan los menores valores de L^* . Las formulaciones con mayores niveles de bagazo presentaron además los mayores valores de los parámetros a^* y b^* .

Conclusiones

Podemos afirmar que es posible desarrollar un producto panificado libre de gluten, con la adición de una fuente de fibra. Las características de calidad de los panes varían según las proporciones de bagazo y agua incorporadas a la formulación. Las formulaciones con mejores características de apariencia fueron las que estuvieron cerca del punto central, es decir las correspondientes a bagazo de 12,5% y agua 132,5%. No obstante, con mayores valores de bagazo se pudieron obtener panes con características aceptables.

Figura 3. Superficie de respuesta para el parámetro L^* evaluados en función de los niveles de bagazo de manzana y agua codificados.



Agradecimientos

Los autores agradecen a las siguientes empresas por la donación de los materiales usados: Jugos S.A, Danisco Argentina S.A.

Bibliografía

Abdelghafor, R. F.; Mustafa, A. I.; Ibrahim, A. M. H. y Krishnan, P. G. (2011). Quality of Bread from Composite Flour of Sorghum and Hard White Winter Wheat. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(1):9-15.

Alvarez-Jubete, L.; Auty, M. y Arendt, E. K. (2010). Baking properties and microstructure of pseudocereal Xours in gluten-free bread formulations. *European Food Research and Technology*, 230:437-445.

Asociación Celiaca Argentina <http://www.celiaco.org.ar/celiacquia>. Ingresado 2010.

Green, P.H. y Cellier, C. (2007). Celiac disease. *The New England Journal of Medicine*, 357: 1731-1743.

Hager, A. S.; Wolter, A.; Czerny, M.; Bez, J.; Zannini, E.; Arendt, E. K. y Czerny, M. (2012). Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial glutenfree flours compared to their wheat counterparts. *European Food Research and Technology*, 235: 333-344.

Majzoobi, M.; Farahnaky, A. y Agah, S. H. (2011). Properties and Shelf-life of Part-and Full-baked Flat Bread (Barbari) at Ambient and Frozen Storage. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13:1077-1090

Miles, M. J.; Morris, V. J; Orfor, P. D. y Ring, S. G. (1985). The roles of amy-lase and amylopectin in the gelation and retrogradation of starch. *Carbohydrate Research*, 135: 271-281.

Sabanis, D; Lebesi, D. y Tzia, C. (2009). Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *LWT-Food Science and Technology*, 42:1380-1389.

Sabanis1, D. y Tzia, C. (2011). Effect of hydrocolloids on selected properties of gluten-free dough and bread. *Food Science and Technology International*, 17:4, 279-281.

Sabanis2, D. y Tzia C. (2011). Selected Structural Characteristics of HPMC Containing Gluten Free Bread: A Response Surface Methodology Study for Optimizing Quality. *International Journal of Food Properties*, 14:2, 417-431.

Sotelo, R.; Giraudo, M.; Aeberhard, C.; Sanchez Tuero, H.; Mancuello, B.; Lencina, G. y Pardo, L. (2007). Reciclo de Pulpa de manzana para la producción de Alimentos (Barra Energética Fibroproteica). *Mundo Alimentario*, Enero-Febrero: 26-30.

Wild, D.; Robins, G. G. y Burley, V. J. (2010). Evidence of high sugar intake, and low fibre and mineral intake, in the gluten-free diet. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 32:573-581.

ELABORACIÓN Y ENVASAMIENTO

PRODUCTOS ALIMENTICIOS | SUPLEMENTOS DIETARIOS

NOS ESPECIALIZAMOS EN:

- Mezcla de aditivos alimentarios
- Mezclas de aromatizantes
- Polvos para bebidas analcohólicas
- Productos instantáneos
- Vitaminización de alimentos
- Granulación de polvos
- Suplementos dietarios
- Mezclado con calidad farmacéutica
- Mezclas de polvos con incorporación de Líquidos
- Ensobrados de polvos y granulos
- Ensobrado de Suplementos Dietarios
- Envasamiento en bolsas desde 5 a 25 Kg
- Envasamiento en latas y frascos hasta 1 Kg

CONTÁCTENOS: ☎ 4441-2200 / 4480-3500 ✉ negocios@agroriotercero.com.ar



AGROINDUSTRIAS RIO TERCERO
 Monseñor R. Bufano 4206 (1754) - San Justo - Prov. de Bs.As. - Argentina
www.agroriotercero.com.ar

ISO 9001

BUREAU VERITAS
 Certification

