

VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE TRES EDULCORANTES Y EL REEMPLAZO PARCIAL DE GRASA, SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, TEXTURA Y SENSORIALES DE UN PAN TIPO MUFFIN

Severiano Patricio-Martínez^{1*}; Luis Fernando González-Zamora¹;
Teresa de Jesús Jaime-Ornelas¹; Ramón Reynoso-Orozco²

¹Departamento de Salud Pública, CUCBA. ²Departamento de Biología Celular y Molecular, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Camino Ramón Padilla Sánchez N° 2100. Nextipac, Zapopan, Jalisco, C.P. 45200. *Correo-e: severiano.patricio@academicos.udg.mx

Recibido: 10/oct/2022 Aceptado: 13/dic/2022 // <https://doi.org/10.32870/rayca.v3i3.12>

Resumen

Se evaluó el efecto de una mezcla de edulcorantes (Palatinosa[®], Isomalt y Maltitol) y la reducción de grasa (mantequilla y aceite vegetal), sobre el perfil de textura (volumen, dureza, masticabilidad) y características sensoriales de un pan tipo muffin. Una formulación control (C) se modificó para desarrollar 5 formulaciones con reemplazo de sacarosa por una mezcla de edulcorantes y reducción de grasa (menos margarina, sin aceite vegetal o adición de inulina). Se evaluó la gravedad específica de la masa, así como volumen, volumen específico, perfil de textura y propiedades sensoriales de los muffins horneados. Los resultados se analizaron mediante ANOVA con un 95 % de confianza. El volumen de los muffins fue menor en las formulaciones con sustituto de azúcar que en el control, a excepción de la muestra reducida en grasa (P2), coincidiendo con los análisis de la masa. La mezcla de edulcorantes incrementó la masticabilidad de los muffins. Las formulaciones con inulina (P3 y P5), presentaron mayor dureza, masticabilidad y contenido de humedad que el resto de las muestras. La percepción sensorial fue favorable para las muestras elaboradas con mezcla de edulcorantes mientras que, las formulaciones con reemplazo parcial de grasa obtuvieron menor aceptación por los consumidores. La inclusión de inulina afectó la textura, características sensoriales y aceptación del producto.

Palabras clave: Muffin, polioles, sustitutos del azúcar, sustitutos de grasa, propiedades sensoriales.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF THE INCLUSION OF THREE SWEETENERS AND THE PARTIAL REPLACEMENT OF FAT ON THE PHYSICAL, TEXTURE AND SENSORY PROPERTIES OF A MUFFIN TYPE BREAD

Abstract

The effect of a mixture of sweeteners (Palatinose[™], Isomalt and Maltitol) and fat reduction (butter and vegetable oil) on the texture profile (volume, hardness, chewiness) and sensory characteristics of a muffin bread was evaluated. A control recipe (C) was modified to develop 5 formulations with sucrose replacement by a mixture of sweeteners and reduced fat (less margarine, no vegetable oil or added inulin). The specific gravity of the dough, as well as volume, specific volume, texture profile and sensory properties of the baked muffins were evaluated. The results were analyzed by ANOVA with 95% confidence. The volume of the muffins was lower in the formulations with sugar substitute than in the control, except for the reduced-fat sample (P2), coinciding with mass analysis. The sweetener blend increased the chewiness of the muffins. The formulations with inulin (P3 and P5) presented greater hardness, chewiness and moisture content than the rest of the samples. The sensory perception was favorable for the samples made with a mixture of sweeteners, while the formulations with partial fat replacement obtained less acceptance by consumers. The inclusion of inulin affected the texture, sensory characteristics and acceptance of the product.

Keywords: Muffin, polyols, sugar substitution, fat replacement, texture, sensory properties.

Introducción

Los muffins son un tipo de panecillo horneado de textura suave y esponjosa, con estructura porosa y elevado volumen. Para lograrlo, se requiere de una masa batida estable es decir, con pequeñas burbujas de aire homogéneamente distribuidas la cual, forma un complejo emulsionado grasa-agua (Martínez-Cervera et al., 2012; Martínez-Cervera et al., 2014). Dicha masa está constituida por una fase discontinua de burbujas de aire y partículas de harina dispersadas en una fase continua de azúcar, huevo, agua y grasa (Rodríguez, 2014).

El azúcar o sacarosa es uno de los ingredientes con mayor funcionalidad en la repostería, por lo que es muy difícil encontrar un sustituto capaz de realizar las mismas funciones. En el mercado existen diversos sustitutos de azúcar como los alcoholes de azúcares o polioles, considerados agentes de carga sustituyentes del azúcar por brindar un sabor dulce pero, además brindan textura y volumen a los productos de panificación (Struck et al., 2014).

El Maltitol es un poliol que asemeja las propiedades tecnológicas del azúcar y pudiera reemplazar completamente la sacarosa aunque, con ligeros cambios en el color, dulzor y humedad del producto (Edelstein et al., 2008; Kearsley & Deis, 2012). Por su parte, el isomalt es otro poliol que tiene la capacidad de reemplazar al azúcar 1:1 en panificación, siendo además, de bajo aporte calórico (2 kcal/g) y bajo índice glicémico (Edelstein et al., 2008; Sentko & Willibald-Ettle, 2012).

La isomaltulosa, comercialmente conocida como Palatinosa[®], es un carbohidrato derivado de la isomerización enzimática de la sacarosa. Sensorialmente tiene un perfil similar al azúcar común y su dulzor es aproximado al 50 %, sin dejar retrogusto

(Krastanov et al., 2006). Con respecto a la sacarosa, sus propiedades físicas se asemejan mucho, presenta un bajo índice de higroscopicidad a 25 °C con humedad relativa del 85 %. Su temperatura de fusión es más baja (123-124 °C) que la sacarosa (186 °C) al igual que su solubilidad. Sin embargo, la viscosidad y densidad es similar en soluciones. Debido a que químicamente es más estable en medios ácidos y a su baja temperatura de fusión, durante el calentamiento es menos propensa a la caramelización. Aunque, debido a que es un azúcar reductor (azúcar con grupo aldehído) puede generar reacciones de Maillard (Sentko & Willibald-Ettle, 2012).

A pesar de ser un disacárido muy similar a la sacarosa, las propiedades fisiológicas de la isomaltulosa son muy diferentes, por lo que su uso como un sustituto de azúcar puede mejorar las características nutricionales del producto en el que se emplea (bajo índice glicémico) (Sentko & Willibald-Ettle, 2012).

En los productos de panificación, la grasa es responsable de la textura del producto final, promueve y contribuye a la incorporación de aire durante el batido (Rodríguez, 2014). También aporta aroma, sabor y cualidades propias en mordida y masticabilidad del producto (González y Valencia 2013; Vásquez, 2016). Permite una estructura más compacta, suave y esponjosa (París, 2016). Por lo tanto, sustituirla representa un reto para los reposteros.

Algunos estudios han demostrado que la inulina, fructano de bajo aporte calórico (1,5 kcal/g), brinda textura y palatabilidad a los productos de panificación (Chavan et al., 2016; Martínez-Cervera, 2013). Es un oligómero que se encuentra en diversas plantas como la achicoria, su poder endulzante es de 30-65 % respecto a la sacarosa. Comparado con el azúcar de mesa, presenta un

bajo grado de polimerización (DP) de entre 2 a 60 aproximadamente. Comercialmente existen dos tipos de inulina: de cadena corta DP 10 -12 y de cadena larga (o de alto rendimiento) 23 - 25 DP. La primera presenta un sabor ligeramente dulce por contener azúcares libres como la glucosa o fructosa y simula las propiedades funcionales del azúcar empleándose como sustituto de este. Por su parte, la inulina de cadena larga puede sustituir la grasa ya que, no modifica el sabor, no aporta dulzor aunque, sí brinda textura y palatabilidad similar a la grasa. Se recomienda su uso como sustituto de grasa en concentraciones de 2 a 10 % de la formulación (Franck, 2006).

En la elaboración de panes de trigo con adición de inulina para sustituir la grasa vegetal, no se modificaron las características reológicas de la masa antes de hornear ni la calidad sensorial del producto terminado (Wang et al., 2002).

De tal forma que el objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de la sustitución del azúcar y reemplazo parcial de grasa, sobre la textura y las propiedades sensoriales de un pan tipo muffin.

Material y métodos

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Panificación de la empresa Palsgaard Industri de México S. de R. L. de C.V.®, ubicado en la ciudad de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

Preparación

Los muffins se prepararon tomando como base la formulación control (C) que consta de: harina de trigo comercial para todo uso (36,4 %), leche descremada en polvo (0,9 %), huevo líquido pasteurizado (6 %), azúcar refinada (19 %), margarina sin

sal (19 %), aceite de canola (1 %), agua (17 %) y agente leudante (0,7 %).

A partir de ésta formulación, se desarrollaron cinco formulaciones con sustitución de azúcar por una mezcla de edulcorantes y reducción de grasa. Los edulcorantes empleados fueron Palatinosa®, Isomalt ST-PF® y Maltitol 75% proporcionados por la empresa Palsgaard® los cuales, se emplearon en la misma concentración 10 %, 2,4 % y 6,6 % respectivamente, para todas las formulaciones.

A la formulación P1 se le sustituyó el azúcar por la mezcla de edulcorantes; a las formulaciones P2 a P5 se les sustituyó el azúcar por la mezcla de edulcorantes y además, se redujo la concentración de grasa. A las formulaciones P3 y P5 se sustituyó la grasa por Inulina FTX® (Palsgaard®); mientras que a las formulaciones P4 y P5 se les incorporó un agente impulsor (Palsgaard®) para comparar el efecto con aquellas a las que no se agregó el aditivo (Cuadro 1).

Análisis fisicoquímicos

Gravedad específica: Se utilizó un recipiente estandarizado para 100 mL de agua el cual, se llenó con muestra de cada formulación. Posteriormente se pesó el contenido para calcular la gravedad específica con la expresión siguiente:

$$SG = W_2 / W_1 \quad (1)$$

Donde: **SG** = gravedad específica; **W₁**=peso de referencia (100); **W₂**=peso de la muestra. (Martínez-Cervera, 2013)

Volumen: Para su determinación, un día después de que los muffins fueron horneados, se empleó un equipo de sensor láser (Volscan 600®, Texturolab®). Para ello, cada muestra se colocó en una base giratoria que pesa el producto y escanea la superficie del

mismo para recabar los datos y procesarlos con ayuda de un software especializado.

Textura: Se determinó utilizando un texturómetro (Ta.xt.plus®, Texturolab®) el cual mide la porción cilíndrica de cada formulación mediante una prueba de doble compresión (*Texture Profile Analysis*). Para ello se empleó un adaptador cilíndrico de 75 mm, con fuerza de compresión del 50 % a la altura inicial y una velocidad de 1 mm/seg con 5 seg entre cada ciclo. Cada muestra se evaluó 1 día después de su preparación y se realizaron 8 repeticiones. Al final del análisis, se obtuvo el perfil de textura (dureza,

elasticidad, cohesividad y masticabilidad (Martínez-Cervera, 2013).

Humedad: Se determinó en una termobalanza (Ohaus MB45®). 5 g de cada muffin se colocaron en una charola de aluminio siguiendo el procedimiento establecido en el manual de instrucciones del equipo.

aw: Se determinó empleando una balanza (Lab-swift-aw®, Novasina®); Las pruebas se realizaron 24 horas después de la elaboración del muffin. Sólo se analizó una muestra por formulación (Cauvain & Young, 2006).

Cuadro 1. Formulaciones de pan tipo muffin con sustitución de azúcar y reducción de grasa

Ingredientes	Formulación (%)					
	Control	P1	P2	P3	P4	P5
Harina de trigo	36,4	36,4	36,4	36,4	36,0	36,0
Azúcar refinada	19,0	-	-	-	-	-
Palatinosa®	-	10	10	10	10	10
Isomalt ST-PF®	-	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Maltitol 75%	-	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Margarina	19	19	14	9,5	14	9,5
Aceite vegetal	1	1	-	-	-	-
Inulina FTX®	-	-	-	1,8	-	1,8
Agua de hidratación	-	-	-	2,8	-	2,8
Agua	17	17	23,0	22,9	23,0	22,9
Huevo líquido	6	6	6	6	6	6
Agente leudante	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
PM 0508®	-	-	-	-	0,4	0,4
Leche descremada en polvo	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Evaluación sensorial

Se realizó una Prueba de aceptación con 50 participantes de la Unidad de Competencia “Evaluación Sensorial” de la Licenciatura en Ciencia de los Alimentos del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Los participantes aplicaron una escala hedónica de 7 puntos donde: 1=me disgusta demasiado; 2=me disgusta mucho; 3=me disgusta; 4=no me gusta ni me disgusta; 5=me gusta; 6=me gusta mucho;

7=me gusta demasiado; para evaluar los atributos de textura, dulzor, color y apariencia en general de los muffins elaborados.

Adicionalmente se realizó un perfil descriptivo para el atributo de textura en el cual, se compararon las texturas de las formulaciones desarrolladas con el tratamiento control. Para ello, se aplicó una escala de 4 puntos: 1=muy suave; 2= suave; 3= duro; 4=muy duro.

Evaluación de la miga

La evaluación de la miga permite definir la estructura del muffin. Para ello, se verifica que la miga presente alvéolos homogéneos pequeños y de paredes finas, lo que corresponde a una evaluación óptima. Además se evalúa el color de la miga que idealmente debe ser blanco crema como evaluación óptima (Almeida et al., 2013).

Análisis estadístico

El análisis de resultados se realizó mediante análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) utilizando el software estadístico Sigma Stat® V. 3.1. para Windows®. Las diferencias entre los promedios de los grupos se realizaron con el método de Dunn's para elasticidad, cohesividad y masticabilidad mientras que para volumen, peso, gravedad específica y dureza, se aplicó el método de Holm-Sidak. Para el análisis sensorial, las

diferencias entre los promedios se analizaron aplicando la prueba de Tukey.

Resultados y discusión

Se lograron desarrollar muffins con diferentes modificaciones de una receta original. Las modificaciones consistieron en sustituir el azúcar por edulcorantes, reducir el contenido de grasa, sustituir parcialmente la grasa por inulina así como la inclusión de un impulsor de panificación.

La gravedad específica (g/mL) de las masas para muffins evaluadas (cuadro 2), arroja que la formulación control presentó menor densidad que el resto de las formulaciones. Esto se atribuye a una mayor incorporación de aire en el batido de la masa (Cross, 2007). Las formulaciones con inulina (P3 y P5) fueron más densas, es decir, incorporaron menor cantidad de aire que las otras formulaciones (Cauvain & Young, 2006).

Cuadro 2. Evaluación física de la masa del muffin y del muffin horneado

Formulación	Masa del muffin		Muffin horneado	
	Gravedad específica (g/mL)	Volumen (mL)	Peso (g)	Volumen específico (mL/g)
Control	0,83	102,96 ^a ± 3,33	43,87 ^c ± 1,55	2,34 ^a ± 0,07
P1	0,90	94,31 ^b ± 4,59	48,75 ^a ± 1,28	1,93 ^c ± 0,07
P2	0,89	97,54 ^{ab} ± 2,94	47,62 ^{ad} ± 1,41	2,04 ^b ± 0,07
P3	0,94	95,75 ^b ± 4,79	46,5 ^{bd} ± 0,93	2,05 ^b ± 0,08
P4	0,89	93,64 ^b ± 3,24	45,0 ^{bc} ± 0,93	2,08 ^b ± 0,07
P5	0,93	95,85 ^b ± 2,83	46,75 ^{bd} ± 1,67	2,05 ^b ± 0,05

Promedio ± desviación estándar

^{abcd} Superíndices con literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas entre grupos ($p < 0,05$), según el método de Holm-Sidak

El volumen es uno de los principales indicadores de calidad en productos horneados como el muffin; proporciona información sobre el proceso de elaboración y los ingredientes utilizados en la formulación (Cauvain & Young, 2006). Respecto al volumen de los muffins evaluados, todas las

muestras presentaron un volumen menor que el control, excepto el grupo P2 ya que no presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto al control. El tratamiento control presentó el mayor volumen, lo que se relaciona con una mayor incorporación de aire durante el batido, confirman-

do lo observado con los valores de gravedad específica de la masa de muffin.

Los resultados indican que la inclusión del agente impulsor (Nutriplus®) en las muestras (P4 y P5) no produce un efecto significativo en el volumen de los muffins ($p > 0,05$).

Las muestras P1 y P2 muestran un mayor peso en los muffins a diferencia del resto de los grupos. Según Martínez-Cervera, et al. (2014), la mayoría de los sustitutos de azúcar tienden a estabilizarse varias horas después de salir del horno, pudiendo ser quizás más de 24 horas. A diferencia de las muestras P3 y P5 con adición de inulina, que presentaron menor peso, sabiendo que la inclusión de la fibra tiene mayor capacidad de retención de agua (Rodríguez-Cortés, 2016).

Para el volumen específico de los muffins horneados, el control (2,34 ml/g) resultó significativamente diferente, respecto a P1 (1,93 ml/g). Estos resultados indican que a excepción del control, en las diferentes formulaciones no se incorporó suficiente aire, sobretodo en P1. Esto coincide con lo

observado en los resultados de gravedad específica de la masa y volumen de los muffins.

En cuanto a la dureza de los muffins, en el cuadro 3 se observa que la sustitución del azúcar resultó en una mayor dureza en comparación con el tratamiento control. Además se observó que P2 y P3 obtuvieron valores similares de dureza. Ambas formulaciones redujeron su contenido de grasa pero, a P3 además se adicionó inulina. Este resultado comprueba que la adición de inulina logra un efecto similar a la margarina en la dureza del muffin (París, 2016).

La elasticidad y cohesividad son un indicador de la estructura interna del muffin, refiriéndose a la formación de una red tridimensional de proteínas (Kalinga & Mishra, 2009) e indican la altura que el muffin recupera después de ser mordido (París, 2016). Para las muestras evaluadas, los valores de elasticidad (cuadro 3) son similares entre la muestra control y el resto de las formulaciones aunque, la P5 que contiene edulcorantes, reducción de grasa, inulina e impulsor, obtuvo la mayor elasticidad lo cual, puede atribuirse al impulsor.

Cuadro 3. Resultados de análisis de perfil de textura (TPA) de las formulaciones muffins

Formulación	Dureza ¹ (g)	Elasticidad ²	Cohesividad ²	Masticabilidad ²
Control	640,58 ^c ± 55,69	0,71 ^{ab} ± 0,02	0,37 ^{ab} ± 0,01	161,87 ^{ac} ± 21,50
P1	921,42 ^a ± 43,78	0,59 ^b ± 0,02	0,24 ^c ± 0,01	134,24 ^c ± 12,64
P2	780,35 ^b ± 88,43	0,60 ^b ± 0,07	0,32 ^{bc} ± 0,07	149,50 ^{bc} ± 25,61
P3	760,13 ^a ± 275,65	0,65 ^{bc} ± 0,03	0,31 ^{bc} ± 0,01	155,94 ^{bc} ± 60,59
P4	595,33 ^c ± 45,98	0,77 ^{ac} ± 0,01	0,43 ^{ab} ± 0,01	201,67 ^{ab} ± 17,86
P5	721,65 ^b ± 22,79	0,83 ^a ± 0,01	0,44 ^a ± 0,01	267,36 ^a ± 8,63

Promedio ± desviación estándar

^{abc} Superíndices diferentes en la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) de acuerdo con el método de Holm-Sidak¹ y Dunn's², respectivamente.

La cohesividad se relaciona con una mayor densidad en la estructura de la miga (Rodríguez, 2014). En los resultados se

observa que la P1 (0,24 ± 0,01) presentó el menor valor de cohesividad (cuadro 3) lo cual podría atribuirse a la cantidad de grasa

que contiene puesto que fue la preparación que mantuvo las concentraciones de la receta original. Parece haber diferencia entre los muffins del control y las fórmulas con polioles, sin embargo, al emplear la inulina como reemplazante de grasa, el valor aumenta. Esto se relaciona con una mayor densidad en la estructura de la miga, como lo reportó Rodríguez (2014), al reemplazar la grasa en distintas proporciones por inulina en bizcochos.

Respecto a la masticabilidad, se observan diferencias entre los grupos control, P1, P2 y P3, mientras que las muestras con el agente impulsor presentan los mayores valores. Por lo tanto, la masticabilidad del producto parece no ser afectada por el uso de los agentes de carga, ya que al tener menores valores se indica un menor esfuerzo en la mordida y masticación del producto contra el control, contrario a lo obtenido de las pruebas con inulina en las que aumenta considerablemente. Esto concuerda con lo observado en la masticabilidad de muffins bajo condiciones similares por Martínez-Cervera (2013).

El contenido de humedad (%) de los muffins reducidos en grasa (P2=35,03%; P4=35,51 %) fue mayor al del grupo control (29,09 %) mientras que, las muestras con inulina (P3=36,52 %; P5=37,09 %) tienen los mayores contenidos de humedad. Esto indica que las formulaciones con inulina presentan mayor retención de humedad tal

como lo indica Rodríguez-Cortés (2016). Por su parte P1 (31,13 %) en la que solo se modificó el tipo de edulcorante, presentó un valor similar al control.

Respecto a la actividad de agua, en promedio los muffins presentaron valores similares para todas las formulaciones (C=0,83; P1=0,84; P2=0,85; P3=0,85; P4=0,85; P5=0,85), por lo que no se observó diferencia estadísticamente significativa entre las formulaciones para este parámetro.

Los resultados sensoriales obtenidos de la prueba de aceptación se muestran en el cuadro 4. En el atributo textura, los participantes lo evaluaron dentro del rango 4,1 a 5,1 equivalente a “no me gusta ni me disgusta” y “me gusta”, observándose una menor aceptación en las formulaciones con inulina (P3 y P5) y la P4. Las muestras control, P1 y P2 se posicionan con valores similares entre sí, siendo esta última la mejor valorada.

Martínez-Cervera et al. (2014), encontraron calificaciones favorables cuando se utilizaron sorbitol y maltitol como sustitutos, por el dulzor y características que brindaron a los productos, en cambio el isomalt y el eritritol recibieron menor aceptación, por lo que la combinación de maltitol-isomalt en las formulaciones contribuyó a la aceptación de dichas formulaciones.

Cuadro 4. Resultados del análisis sensorial de aceptación por atributos de los muffins

Formulación	Textura ¹	Dulzor ¹	Color ²	Apariencia ¹	Aceptación global
Control	4,8 ^{ab} ± 1.24	5,3 ^a ± 1.19	5,2 ^a ± 1.01	5,3 ^a ± 1.12	73 %
P1	4,9 ^{ac} ± 1.25	5,1 ^{ac} ± 1.18	5,4 ^a ± 0.92	5,2 ^a ± 1.10	73 %
P2	5,1 ^a ± 1.38	5,0 ^{ab} ± 1.06	5,4 ^a ± 1.05	5,3 ^a ± 1.23	74 %
P3	4,5 ^{ab} ± 1.23	4,5 ^{bc} ± 1.27	4,9 ^a ± 1.18	4,7 ^{ab} ± 1.42	66 %
P4	4,2 ^{bc} ± 1.19	4,2 ^b ± 1.17	5,3 ^a ± 1.13	4,8 ^{ab} ± 1.30	66 %
P5	4,1 ^b ± 1.45	4,5 ^{bc} ± 1.40	5,1 ^a ± 1.04	4,1 ^b ± 1.38	63 %

Promedio ± desviación estándar

^{abcd} Superíndices con literales diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas entre grupos ($p < 0,05$) según el método de Tukey¹ ($p < 0,05$) y ANOVA por rangos² ($p = 0,380$), respectivamente

Se deduce que la inclusión de inulina afectó en la percepción de la textura de los participantes, calificando como “duras” las muestras P3 y P5. Observaciones similares obtuvieron Zahn et al. (2013), al realizar el reemplazo de grasa por inulina al 50 % en muffins, afectando significativamente en la percepción del evaluador sobre el atributo de textura. Para el atributo dulzor la muestra control resultó con calificaciones más favorables, el resto a pesar de tener la misma cantidad de edulcorante no igualó el dulzor de la sacarosa de la muestra control, sin embargo, se puede observar una menor calificación nuevamente para las pruebas con inulina (P3 y P5).

El color fue el atributo que resultó con calificaciones similares entre todas las muestras, concluyendo que la mezcla de Polioles y el uso de inulina no afectan en este parámetro sensorialmente. Finalmente, la apariencia de los muffins se vio afectada principalmente en las fórmulas en las que se empleó inulina, resultando en pastelillos menos uniformes y por tanto de menor agrado visualmente para el consumidor tal como lo describe Rodríguez-Cortes (2016), por otro lado las muestras C, P1 y P2 obtuvieron valoraciones similares.

En el perfil descriptivo para el atributo textura se presentaron promedios similares entre la fórmulas control, P1 y P2 valoradas como de textura “suave”, no obstante, las

formulaciones en las que se utilizó inulina como reemplazante de grasa fueron calificadas como “duras” en comparación con el control esto concuerda con lo reportado por Martínez-Cervera (2013).

El comportamiento de la miga en las diferentes formulaciones se muestra en la figura 1. El grupo control presenta una miga uniforme con alveolos (poros) pequeños típicos de este tipo de masas batidas, mientras que los grupos P3 y P4 muestran alveolos grandes y no homogéneos por la presencia de inulina como reemplazante de grasa. De acuerdo con Rodríguez (2014), la incorporación de aire en la masa, puede encontrarse en la fase grasa o acuosa en forma de pequeñas burbujas dispersas, influenciada también por las proteínas del huevo y la adición de azúcar que modifica las propiedades reológicas de la masa para una mejor retención del aire incorporado.

Con respecto al color de la miga, las muestras P3 y P5 mostraron una coloración ligeramente un poco más oscura, mientras que el resto presentaron colores similares. La presencia de oxidantes químicos en general, producen una miga más blanca durante la cocción pero, esta coloración se ve influenciada por los ingredientes que enriquecen un producto de panificación (Martínez-Cervera, 2013; París, 2016).

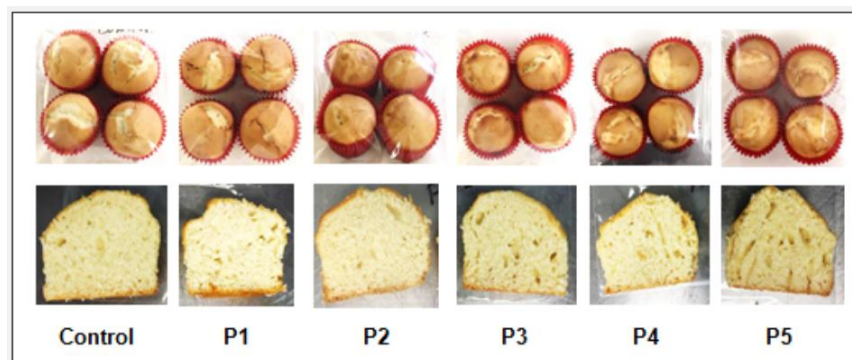


Figura 1. Miga de las formulaciones y su comportamiento

Conclusiones

1. Se lograron desarrollar muffins con la sustitución de azúcar de mesa por una mezcla de edulcorantes y la reducción de grasa por inclusión de inulina.
2. La sustitución de la sacarosa por la mezcla de edulcorantes no afectó significativamente el volumen de los muffins aunque, su masticabilidad se incrementó con la sustitución de sacarosa por edulcorantes.
3. Las formulaciones en las que no se agregó inulina y solo se redujo la concentración de grasa con sustitución de azúcar por edulcorantes, no se vieron afectados ni el volumen ni la masticabilidad de los muffins.
4. El reemplazo del 30 % de grasa por inulina resultó en muffins de menor volumen y aceptación sensorial comparado contra el resto de los grupos. La humedad de los muffins también se afectó por la inclusión de inulina ya que retiene humedad y al ser una fibra, incrementa la dureza y masticabilidad del muffin. Además, al tener un mayor contenido de agua, reduce su vida de anaquel. Más estudios son requeridos para la optimización de la textura y de aspectos sensoriales del producto.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Palsgaard Industrias de México S. de R.L. de C.V.[®] por las facilidades otorgadas para la realización de este proyecto, al M.C. Orlando Ramírez Gómez y al Ing. Daniel de León Trejo por su apoyo y disponibilidad dentro del laboratorio de panificación de Palsgaard[®].

Referencias

Almeida, L.E., Chang K.Y., & Steel, J.C. (2013). Dietary fibre sources in frozen part-baked bread: Influence on technological quality. *LWT - Food*

Science and Technology, 53 (1), 262-270. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.008>

Cauvain, S. & Young, L. (2006). *Baked Products: Science, Technology and Practice*. (1 ed.). Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing. https://books.google.co.cr/books?id=Gj1bKrE_tf8C&printsec=frontcover&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false

Chavan, R.S., Khedkar, C.D. & Bhatt, S. (2016). Fat replacer. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (Eds.), *The Encyclopedia of Food and Health* vol. 2 (pp. 589-595). Oxford, Reino Unido: Academic Press. https://www.researchgate.net/profile/Chandraprakash-Khedkar/publication/303674005_Fat_replacers/links/575664f008ae0405a57585b7/Fat-replacers.pdf

Cross, N. (2007). Muffins and Bagels. Chapter 15. In: H. Hui (Ed.), *Handbook of Food Products Manufacturing* (pp. 279-305). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470113554.ch15>

Edelstein, S., Smith, K., Worthington, A., Gillis, N., Bruen, D., Hyung Kang, S., Ling Ho, W., Gilpin, K., Ackerman, J., & Guiducci, G. (2008). Comparisons of six new artificial sweetener gradation ratios with sucrose in conventional-method cupcakes resulting in best percentage substitution ratios. *Journal of Culinary Science & Technology*, 5, 61-74. https://doi.org/10.1300/J385v05n04_05

Franck, A. (2006). Inulin. In A. Stephen (Ed.), *Food Polysaccharides and Their Applications*. 2 ed. (pp. 335-352). Nueva York, USA: Marcel Dekker. <https://tngmai.files.wordpress.com/2012/10/food-polysaccharidestheirapplications.pdf>

González, A.D. y Valencia, G.F.E. (2013). Evaluación del comportamiento de sustitutos de grasa y edulcorantes en la formulación de galletas light. *Journal of Engineering and Technology*, 2(1), 08-17. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/25040/1/ValenciaFrancia_2013_ComportamientoFormulacionGalletas.pdf

Kalinga, D. & Mishra, V.K. (2009). Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal b-glucan concentrates. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(3), 384-400. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00260.x>

Kearsley, M.W. & Deis, R.C. (2012). Maltitol Powder. In: K. O'Donnell & M.W. Kearsley (Ed.), *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology* (pp. 295-308). Oxford, Reino Unido:

- John Wiley & Sons, Ltd.
https://www.academia.edu/35200188/Sweeteners_and_Sugar_Alternatives_in_Food_Technology
- Krastanov, A., Blazheva, D., Yanakieva, I. & Kratchanova, M. (2006). Conversion of sucrose into palatinose in a batch and continuous processes by immobilized *Serratia plymuthica* cells. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(6), 1306–1312.
<https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2006.03.013>
- Martínez-Cervera, S. (2013). *Reemplazo de grasa y azúcar en magdalenas. Efecto sobre las propiedades reológicas, térmicas, de textura y sensoriales*. (Tesis Doctoral). Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29394/TESIS%20DOCTORAL%20%20Sandra%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez-Cervera, S., Salvador, A. & Sanz, T. (2014). Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins: Thermal, rheological, texture and acceptability properties. *Food Hydrocolloids*, 35, 1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.07.016>
- Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Sanz, T. & Fiszman, S.M. (2012). Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT - Food Science and Technology*, 45(2), 213-220.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.08.001>
- París, M.E. (2016). *Impacto de la sustitución de grasa por fibra en la estructura de bizcochos*. (Tesis de Licenciatura). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural, Universitat Politècnica de València, Valencia, España. <https://riunet.upv.es/handle/10251/66958>
- Rodríguez-Cortés, J. (2016). *Evaluación de inulina como reemplazante de grasa en tortas de bajo contenido calórico a través de la vida útil*. (Tesis de Maestría). Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57928/TG_V_20_08_2016%20%20FINAL%20Nov%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, J. (2014). *Reformulación de productos horneados para disminuir el contenido en grasa y azúcar mediante sustitución con inulina. Efectos sobre la estructura y propiedades físicas*. (Tesis Doctoral). Departamento de Tecnología de Alimentos, Universitat Politècnica de València. Valencia, España.
<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/37232>
- Sentko, A. & Willibald-Ettle, I. (2012). Sorbitol and Mannitol. In: K. O'Donell y M.W. Kearsley (Ed.), *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology* (pp. 397-415). Oxford, Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd.
https://www.academia.edu/35200188/Sweeteners_and_Sugar_Alternatives_in_Food_Technology
- Struck, S., Jaros, D., Brennan, C. & Rohm, H. (2014). Sugar replacement in sweetened bakery goods. *International Journal of Food Science and Technology*, 49(9), 1963–1976. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12617>
- Vásquez, L. (2016). *El puré de papaya como sustituto de grasa en muffins*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de la Fraternidad de Agrupaciones Santo Tomas de Aquino.
<https://1library.co/document/qodr31jz-pure-papaya-sustituto-grasa-muffins.html#fulltext-content>
- Wang, J., Rosell, C., & Benedito, C. (2002). Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79(2), 221-226. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00135-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00135-8)
- Zahn, S., Forker, A., Krügel, L. & Rohm, H. (2013). Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2), 695-701.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.026>