

Sustitución parcial de trigo (*Triticum aestivum*) por zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en la elaboración de pan

G. Cobo¹, M. Quiroz¹ y S. Santacruz^{1*}

¹Universidad San Francisco de Quito, Diego de Robles s/n
y Vía Interoceánica, Quito, Ecuador.

*Autor principal/Corresponding author, e-mail: stalin.santacruz@gmail.com

Editado por/Edited by:

Recibido/Received: 24/09/2013. Aceptado/Accepted: 04/11/2013.

Publicado en línea/Published on Web: 09/12/2013. Impreso/Printed: 09/12/2013.

Abstract

The present work studies the possibility of substitution of wheat flour by *Arracacia xanthorrhiza* B. flour for bread making. The percentages of *A. xanthorrhiza* flour were between 10 and 40 %. The parameters that were analyzed were high, volume, specific volume and weight of the bread. The results showed that bread prepared with 10 % of *A. xanthorrhiza* flour and 90 % wheat flour had volume, weight, height and specific volume more similar to a bread prepared with 100 % wheat flour. Sensory analyses showed that bread prepared with 10 % of substitution had good acceptability.

Keywords. white carrot, *Arracacia xanthorrhiza* B., substitution, bread.

Resumen

El presente trabajo, estudia la posibilidad de utilizar harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) para la elaboración de pan. Para ello se emplearon porcentajes de sustitución entre el 10 y el 40 % analizándose la altura, volumen, volumen específico y peso del pan. Los resultados revelaron que el pan preparado con 10 % de harina de *A. xanthorrhiza* y 90 % de harina de trigo tuvo las propiedades físicas como volumen, peso, altura y volumen específico más similares a las de un pan preparado con 100 % de harina de trigo. Los resultados de nivel de agrado de la muestra con 10 % de sustitución revelaron que el pan gustó al consumidor.

Palabras Clave. zanahoria blanca, *Arracacia xanthorrhiza* B., pan, sustitución.

Introducción

La zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* B.), es una planta que se cultiva en las regiones Andinas, en las Antillas, en América Central, África y en Brasil. Históricamente es uno de los cultivos más antiguos y cuya domesticación precedió a la de la papa. Forma parte del grupo de los llamados tubérculos andinos como son también el camote (*Ipomoea batatas*), la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), el melloco (*Ullucus tuberosus*) y la oca (*Oxalis tuberosa*) que han formado gran parte de una dieta tradicional [1].

Los cultivos de *A. xanthorrhiza* se encuentran entre 1500 y 3000 m de altura, bajo condiciones de temperaturas óptimas entre 15°C y 25 °C. Las estadísticas permiten estimar la producción ecuatoriana entre 12.000 y 24.000 toneladas anuales [2], localizadas principalmente en la región de San José de Minas, provincia de Pichincha. Colombia es el primer productor mundial de *A. xant-*

horrhiza, con una producción anual de más de 100.000 toneladas.

A. xanthorrhiza es cultivada principalmente por su raíz que se caracteriza por su sabor agradable, alto contenido de calcio, vitamina A y niveles adecuados de niacina, ácido ascórbico y fósforo [3].

La industria alimenticia en la actualidad se halla en la búsqueda de almidones que presenten tolerancia a tratamientos industriales drásticos como esterilización, congelación, entre otros. Es por esta razón que los almidones modificados química o genéticamente han sido desarrollados. Una de las características importantes del almidón de *A. xanthorrhiza* es el bajo contenido de amilosa, alrededor del 4 % [4], lo que le permite ser resistente a condiciones de almacenamiento como refrigeración o congelación presentando baja o ninguna retrogradación [5, 6]. Esto lo hace un potencial sustituto de almidones modificados con bajo o ningún contenido de amilosa.



Ingrediente	Control %	Porcentaje de harina de arracacha			
		10 %	20 %	30 %	40 %
Harina de trigo	100,00	90,00	80,00	70,00	60,00
Harina de <i>A. xanthorrhiza</i>	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Levadura seca	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Sal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Azúcar	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Manteca	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Agua	57,00	57,00	57,00	57,00	57,00

Tabla 1: Formulaciones utilizadas para el estudio de sustitución parcial de harina de trigo por harina de *A. xanthorrhiza*

A. xanthorrhiza se comercializa en Brasil en estado fresco para preparaciones caseras de sopas, purés, pasteles y dulces. Adicionalmente, en Brasil, se han desarrollado algunos productos transformados como harina de *A. xanthorrhiza*, *A. xanthorrhiza* frita, pre-cocida, sopas instantáneas y alimentos infantiles [5]. Entre los productos de panificación que se han desarrollado, Leon [7] realizó la evaluación nutricional de pan elaborado con una mezcla *A. xanthorrhiza* y trigo con un nivel de sustitución de pasta de *A. xanthorrhiza* del 40%. García y Pacheco [8] desarrollaron galletas dulces a base de una mezcla trigo- *A. xanthorrhiza* en una relación porcentual de 88:12 respectivamente.

El desarrollo de un pan utilizando sustitución parcial de harina de trigo por harina de otras fuentes, como *A. xanthorrhiza*, tiene como finalidad el ahorro de divisas debido a la menor importación de trigo, además de el desarrollo de la agricultura local por el desarrollo de cultivos nativos de la región. Es por este que en el presente trabajo se pretende desarrollar un pan a base de una mezcla de harina de *Arracacia xanthorrhiza* B. y harina de trigo que satisfaga las exigencias del consumidor.

Materiales y métodos

La harina de *A. xanthorrhiza* fue obtenida a nivel de laboratorio basado en el método de Wheatley [9]. Las raíces de *A. xanthorrhiza* se sometieron a un proceso de selección, lavado, pelado, cortado en cubos (0,5 x 0,5 cm), secado con aire a una temperatura de aprox. 50°C hasta alcanzar una humedad de la harina de aprox. 12%. Posteriormente el material seco se sometió a una molienda y un tamizado con tamiz No. 8 (marca Fisher). El material obtenido fue envasado en frascos de vidrio a temperatura ambiente (aprox. 15°C) para posteriores análisis.

Para la elaboración del pan se pesó los ingredientes (Tabla 1) los cuales fueron mezclados posteriormente en una batidora (marca KitchenAid modelo Heavy Duty K5SS). La mezcla se realizó por 2 minutos a velocidad 1 y el amasado a velocidad 6 por 6 minutos o hasta obtener una temperatura de la masa de 27 °C. La masa fue entonces sometida a reposo durante 20 minutos a 20°C. Posteriormente, se dividió la masa en piezas de aprox. 100 g, dejando las piezas en reposo una vez más por 20 minutos a 20°C. Enseguida se formaron los panes y se

los dejó fermentar en una cámara de fermentación (marca Klimaquip modelo CFCK-20) por 40 minutos a 30°C con una humedad relativa del 80%. Los panes formados se hornearon a 200°C por 25 minutos en un horno marca Bloggett modelo 951.

Análisis Físicos

La evaluación de las características del pan se hizo mediante la determinación del volumen, altura y peso en las piezas de pan una vez que estas estuvieron frías. La determinación del volumen se la hizo mediante el desplazamiento de semillas de quinoa [10]. La altura con una regla graduada y el peso con una balanza marca Lexus Matrix modelo RS-232C.

Evaluación Sensorial

Los jueces fueron consumidores habituales de pan, de ambos sexos y de diferente edad. Participaron 30 jueces, con los cuales se realizó una prueba descriptiva con una escala hedónica de 5 puntos en la que se calificó el nivel de agrado. Los panelistas calificaron la muestra correspondiente al 10% de *A. xanthorrhiza*, muestra que presentó las mejores características en relación al control (pan elaborado con 100% trigo).

Análisis Estadístico

Para el estudio se utilizó un diseño completamente al azar, teniendo como variable independiente el nivel de sustitución de harina de trigo por harina de *A. xanthorrhiza*. Se emplearon cuatro porcentajes de sustitución (10, 20, 30 y 40%) y 5 repeticiones por cada uno. Se utilizó análisis de varianza para evaluar volumen, altura, peso y volumen específico del pan.

Resultados y discusión

La textura de las masas fue diferente dependiendo del porcentaje de sustitución. Las masas con 30 y 40% de sustitución presentaron mayor facilidad de manejo. Aquellas con menor porcentaje de sustitución (10 y 20%) presentaron una apariencia pegajosa y fueron de difícil manejo.

Como podemos observar en la tabla 2, la altura del pan se incrementó hasta un porcentaje de sustitución del 20%, luego de lo cual la altura disminuye. El volumen y el volumen específico del pan disminuyeron al aumentar el porcentaje de sustitución. Dicha disminución se debe a

Harina de Trigo (%)	Harina de A. xanthorrhiza (%)	Altura (cm)	Volumen (cm ³)	Volumen específico (cm ³ /g)	Peso (g)
100	0	6,90	334,00	3,93	85,00
90	10	7,08	310,00	3,71	83,60
80	20	7,28	306,00	3,67	83,40
70	30	6,22	274,00	3,14	87,20
60	40	5,92	231,00	2,74	84,20

Tabla 2: Datos de altura, volumen, volumen específico y peso de los panes con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de A. xanthorrhiza.

Descripción de la escala	Número de personas que respondieron	Valor escala	Puntaje (número personas x valor escala)
Me gusta mucho	5	5	25
Me gusta	13	4	52
Ni me gusta ni me disgusta	8	3	24
Me disgusta	3	2	6
Me disgusta mucho	1	1	1
Total			108
Promedio			3,6

Tabla 3: Resultados de la evaluación sensorial. Prueba de nivel de agrado mediante una escala hedónica de 5 puntos para la muestra con 10 % de harina de A. xanthorrhiza.

que al aumentar el porcentaje de sustitución disminuye la cantidad de gluten presente. Seguchi et al. [11] encontraron que al añadir celulosa en el pan, el volumen específico disminuía de 3.04 cm³/g a 2.40 cm³/g para niveles de celulosa de 0 % y 10 %. Lorenz y Coulter [12] sustituyeron quinoa por trigo en la elaboración de pan y observaron una disminución del volumen específico de 5.17 cm³/g a 3.77 cm³/g. En ambos trabajos se ve una disminución del volumen específico a medida que disminuye la cantidad de trigo presente, lo cual también se observó en el presente estudio. Si bien es cierto que existen diferencias en el volumen específico del pan elaborado solo con trigo. Estas diferencias pueden deberse a la composición diferente de los trigos utilizados en los estudios así como a los procesos de elaboración del pan.

Se puede observar en la Figura 1 que el pan presenta buenas características de miga, su estructura es relativamente uniforme de tamaño y su distribución es bastante buena. A medida que se aumenta el porcentaje de sustitución, el volumen del pan disminuye.

El análisis estadístico reveló que no se encontró diferencia significativa en la altura ni tampoco en el peso de los panes. Sin embargo, si hubo diferencia significativa en el volumen de los panes, observándose que una sustitución del 10 % de harina de A. xanthorrhiza produjo un volumen más cercano al control.

La muestra con 10 % de sustitución se sometió a un estudio sensorial, para conocer el nivel de agrado frente al consumidor. Se encontró que el producto tuvo 18 respuestas de un total de 30 en el rango de me gusta y me gusta mucho. Adicionalmente, el puntaje promedio del pan evaluado correspondió a un valor de 3,6, que en la escala corresponde a me gusta. Si bien este valor es inferior al de un pan elaborado con 100 % trigo cuya calificación fue de 5, es necesario anotar que el pan con

10 % de sustitución presentó características similares de textura y deficiencia en sabor en relación al control. Se puede decir entonces que el pan elaborado con 10 % de A. xanthorrhiza gustó al consumidor (Tabla 3).

Conclusiones

Es posible elaborar un pan con 90 % harina de trigo y 10 % harina de A. xanthorrhiza que mantenga características físicas similares a las de un pan elaborado únicamente con harina de trigo. El presente estudio puede dar la oportunidad de rescatar un cultivo antiguo, poco utilizado, mediante el desarrollo de un producto con valor agregado. Es necesario realizar un estudio más completo donde se determine la composición química del producto terminado, para obtener información de posibles beneficios nutricionales.

Referencias

- [1] Rea, J. 1992. "Cultivos Andinos- La Agricultura Andina". FAO. Bolivia.
- [2] Espinoza, P. 1999. "Caracterización de la zona de San José de Minas, Ecuador, y descripción de la situación del cultivo de arracacha". CONDESAN-CIP. Quito, Ecuador.
- [3] Rozano, L.; Quiróz, S.; Acosta, P.; Pimentel, A.; Quiñonez, E. 2004. "Hortalizas, las llaves de la energía". Revista Digital Universitaria, 5.
- [4] Santacruz, S.; Koch, K.; Svensson, E.; Ruales, J.; Eliasson, A.-C. 2002. "Three underutilised sources of starch from the Andean region in Ecuador. Part I. Physico-chemical characterization". Carbohydrate Polymers, 49: 63-70.
- [5] Goesaert, H.; Slade, L.; Levine, H.; Delcour, J. 2009. "Amylases and bread firming – an integrated view". Journal of Cereal Science, 50:345-352.

- [6] Rodríguez, G.; García, H.; Camacho, J.; Arias, F.; Rivera, J.; De la Torre, F. 2000. "La Harina de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) - Manual Técnico para su Elaboración". *Subdirección de Investigación e Innovación Tecnológica Programa Nacional de Procesos Agroindustriales. Corpoica*.
- [7] Santacruz, S.; Ruales, J.; Eliasson, A.-C. 2003. "Three underutilised sources of starch from the Andean region in Ecuador. Part II. Rheological characterization". *Carbohydrate Polymers*, 51:85–92.
- [8] León, M.; Ydilbrando, M.; González, V. 2010. "Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), fortificado". *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1:244–261.
- [9] García, A.; Pacheco, E. 2007. "Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.)". *Revista facultad Nacional de Agronomía- Medellín*, 60:4195–4212.
- [10] Wheatley, C.; Scott, G.; Best, R.; Wiersema, S. 1995. "Adding Value to Root and Tuber Crops- A Manual on Product Development". *Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publication No. 247. Cali, Colombia*.
- [11] Seguchi, M.; Tabara, A.; Fukawa, I.; Ono, H.; Kumashiro, C.; Yoshino, Y.; Kusunose, C.; Yamane, C. 2007. "Effects of Size of Cellulose Granules on Dough Rheology, Microscopy, and Breadmaking Properties". *Journal of Food Science*, 72:E79–E84.
- [12] Lorenz, K.; Coulter, L. 1991. "Quinoa flour in baked products". *Plant Foods for Human Nutrition*, 41:213–223.