

DESARROLLO DE UNA GALLETA CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINAS DE MAÍZ Y FRIJOL BIOFORTIFICADOS

Development of a cookie with partial substitution of biofortified corn and bean flour

Erick Ricardo Aguilar Castillo

Mtr. en Ciencia y Tecnología de Alimentos
er_acastillo@yahoo.es

Byron Rodas Aroche

Mtr. en Gestión y Auditorías Ambientales
brodasa21@gmail.com

Recibido: 12 de octubre de 2023 | Revisado: 22 de abril de 2024 | Aprobado: 6 de julio de 2024

Resumen

El objetivo del estudio es el desarrollo de galletas con inclusión de maíz y frijol biofortificados. Se evalúan diez mezclas a las que se les cuantifica color, proteína, hierro, zinc y aceptabilidad sensorial. La utilización de harina de frijol disminuye los valores de luminosidad y aumenta el contenido de proteína y hierro; mientras que cantidades altas de maíz, disminuyen la cantidad de proteína y hierro, pero aumentan la cantidad de zinc. Para el análisis sensorial se eligen tres formulaciones en función del contenido nutricional, que presentan aceptación sensorial superior a cuatro en la escala de cinco puntos; sin diferencias estadísticas significativas entre la galleta elaborada con trigo y todas las formulaciones. La mejor proporción de harina de trigo, maíz y frijol es de 38.63 %, 34.23 % y 27.13 %, respectivamente; con la cual se obtiene 13.59 g/100 g de proteína, 3.66 mg/100g de hierro y 4.63 mg/100g de zinc.

Palabras clave

Nutrición, micronutrientes, mejoramiento de alimentos, proteína vegetal, prueba hedónica.

Abstract

The objective of the study is the development of biscuits with the inclusion of biofortified corn and beans. Ten mixtures are evaluated to which color, protein, iron, zinc and sensory acceptability are quantified. The use of bean flour decreases the luminosity values, increases the protein and iron content. While using high amounts of corn, the amount of protein and iron decreases, but the amount of zinc increases. For the sensory analysis, three formulations are chosen based on the nutritional content, no significant statistical difference was found with respect to the biscuit made with wheat and all the formulations present sensory acceptance greater than four on the five-point scale. The optimization resulted in the best proportion of wheat, corn and bean flour is 38.63%, 34.23% and 27.13% respectively, with which protein is obtained 13.59 g/100 g, iron 3.66 mg/100g and zinc 4.63 mg/100g.

Keywords

Nutrition, micronutrients, food improvement, vegetable protein, hedonic test

Introducción

Una de las estrategias que se está utilizando para disminuir la desnutrición es la utilización de cultivos biofortificados. Ésta consiste en incrementar la cantidad de nutrientes en cultivos básicos para la alimentación (Nestel et al., 2006). Una de las instituciones que está impulsando esta estrategia es el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), donde se generan variedades de maíz, frijol y camote biofortificados; sin embargo, estos no se aprovechan para el procesamiento de alimentos. Debido a ello, en esta investigación se realiza la formulación de una galleta de trigo con sustitución parcial por harina de maíz y/o frijol, en la que se utiliza maíz ICTA B-15 el cual tiene mejor calidad de proteína y 35 % más zinc que el maíz sin biofortificación. Respecto al frijol se utiliza la variedad ICTA ChortíACM la cual tiene un contenido de 95 ppm de Hierro, lo cual equivale a cerca del doble respecto al frijol común. Con una combinación de trigo, maíz y frijol se obtiene una galleta con mayor y mejor calidad de proteína que una galleta elaborada únicamente con trigo, además que presenta mayor densidad de nutrientes, esta formulación puede ser utilizada en los programas de alimentación escolar.

Desarrollo del estudio

Se elaboran 10 formulaciones de galleta basadas en las combinaciones del Diseño Simplex con Centroides, el 48 % de la formulación es harina y como ingredientes complementarios se usan leche descremada en polvo, mantequilla de maní, huevo, agua y polvo de hornear.

Las galletas se elaboran en la planta piloto de alimentos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, para pesaje de los ingredientes se utiliza una balanza Ohaus con precisión de 0.1g y para hornear se utiliza un horno de convección.

Como variables de respuesta se evalúa el color de las galletas en el sistema CIE Lab*, para ello se utiliza el colorímetro Nix QC, además se determina el contenido de proteína, hierro y zinc.

Así también, se identifica la aceptación sensorial por parte de panelistas no entrenados.

El análisis nutricional se realiza en el laboratorio de Química Agrícola del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en El Salvador, la metodología para ello es la propuesta por la AOAC 1990. La evaluación sensorial se realiza en las instalaciones del ICTA y en San José La Máquina, Suchitepéquez, el análisis lo realizan 100 panelistas no entrenados por medio de escala hedónica de cinco puntos.

Resultados obtenidos

Existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para los parámetros medidos de color en sistema CIE Lab*

Tabla 1.

Color de las formulaciones de galletas

T	M	F	L	a	b	C
0	0	1	44.38 b	06.67 d	16.26 d	
0	1	0	53.41 a	14.94 b	31.95 a	
1	0	0	54.44 a	14.66 b	32.61 a	
0.5	0	0.5	47.19 b	10.51 c	22.96 c	
0.5	0.5	0	51.70 a	17.31 a	32.48 a	
0.00	0.5	0.5	48.51 b	10.59 c	23.64 c	
0.33	0.33	0.33	49.59 b	11.89 c	26.51 b	
0.67	0.16	0.16	48.04 b	14.25 b	28.03 b	
0.16	0.16	0.67	45.82 b	09.61 c	22.01 c	
0.16	0.67	0.16	47.66 b	14.50 b	28.01 b	

Nota. T: trigo, M: maíz, F: frijol, C: color. Elaboración propia.

De los resultados nutricionales existe diferencia significativa para proteína, hierro y zinc, el uso de combinaciones de trigo, maíz y frijol tiene efecto en el contenido nutricional de la galleta.

Tabla 2.

Contenido nutricional de las galletas

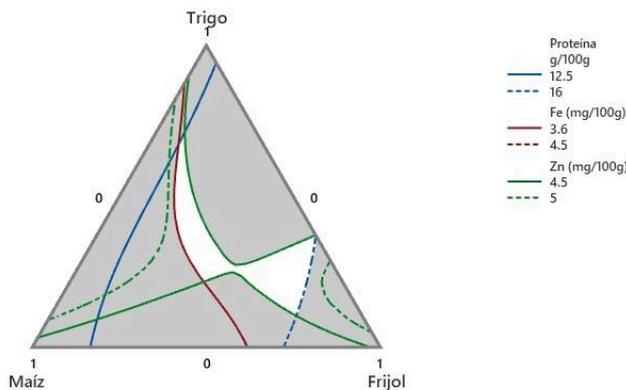
Trigo	Maíz	Frijol	Proteína (g/100g)	Hierro (mg/100g)	Zing (mg/100g)
0	0	1	17.60 a	4.02 a	4.61 b
0	1	0	11.40 e	2.14 c	4.37 b
1	0	0	11.99 e	3.90 a	3.74 b
0.5	0	0.5	15.42 b	3.95 a	3.59 b
0.5	0.5	0	11.95 e	3.26 b	6.27 a
0.00	0.5	0.5	14.67 c	3.39 b	3.39 b
0.33	0.33	0.33	14.11 c	3.65 a	4.51 b
0.67	0.16	0.16	13.02 d	3.80 a	3.90 b
0.16	0.16	0.67	15.71 b	3.79 a	4.71 b
0.16	0.67	0.16	12.65 d	3.18 b	4.85 b

Nota. elaboración propia, con base en resultados del laboratorio de Química Agrícola del CENTA.

Al optimizar las formulaciones por medio de gráfico de contorno, se obtiene la Figura 1. Se establecen como valores mínimos los siguientes: 12.5 g de proteína, 3.6mg de Fe y 4.5 mg de Zn.

Figura 1.

Optimización de las formulaciones de galletas



Nota. Elaboración propia.

Discusión de resultados

Todas las formulaciones que incluyen frijol presentan valores distintos al resto de tratamientos, los valores para la variable L* son menores respecto a los tratamientos que únicamente incluyen maíz, trigo o su combinación. Un efecto similar ocurre con las

variables de a* y b*, cuyos valores son inferiores respecto al testigo, la utilización de harina de frijol en la elaboración de galletas modifica el color de las mismas, brindando un color más oscuro (Simons y Hall, 2018), esto es resultado del contenido de fitoquímicos presentes en el frijol que también pueden tener un efecto como antioxidantes (Boateng et al., 2008).

La elaboración de galletas con 100 % trigo o la combinación de trigo y maíz en proporciones iguales incide en menores valores de proteína que en el resto de formulaciones, Rai (2014) determina que galletas con harina de maíz tienen alrededor de 7g de proteína/100g de galleta, estos valores incluso son menores a los alcanzados en este estudio, probablemente debido a la utilización de leche descremada en polvo. La utilización de frijol en la elaboración de galletas aumenta la cantidad total de proteína y mejora significativamente el contenido de proteína en los productos elaborados (Mecha et al., 2021).

En cuanto a la variable de Hierro, es afectada positivamente por la cantidad de frijol y negativamente por la cantidad de maíz, los tratamientos donde se utiliza maíz en proporción superior a 0.5 presentan significancia respecto a la cantidad de Hierro, existe correlación inversa, ya que tienen menor cantidad del mineral. Caso contrario sucede con la incorporación de frijol, a mayor porcentaje de harina de frijol biofortificado que se utiliza también aumenta la cantidad de Hierro total. Magallanes (2023) menciona que el uso de frijol en la formulación de galletas libres de gluten mejora el perfil nutricional e incrementa el contenido de hierro.

La cantidad de Zinc aumenta al utilizar maíz en la formulación, esto se debe a la cantidad presente de este mineral en el grano (Gomes et al., 2021), por lo que la combinación de trigo y maíz en partes iguales incrementa la cantidad total del micronutriente respecto al resto de tratamientos.

En la Figura 1 se observa el área que optimiza las cantidades de nutrientes en la galleta, para ello se definen los límites inferiores y superiores, por medio del análisis en el software Minitab se determina que el punto óptimo corresponde a 38

% de trigo, 34 % de maíz y 27 % de frijol; esta combinación da como resultado 13.59g de proteína, 3.66mg de hierro y 4.63mg de zinc. Este contenido nutricional es mayor que el de una galleta elaborada únicamente con harina de trigo, además es probable que se mejore el perfil de aminoácidos y ácidos grasos.

Como resultado de la evaluación sensorial de aceptación, se reporta que todas las muestras son iguales para los panelistas en función de olor, sabor, textura, color y aceptación. Además, todas las formulaciones presentan valores superiores a cuatro en la escala de cinco puntos.

Conclusiones

1. Se elaboran 10 formulaciones de galleta a base de trigo, maíz y frijol, se evalúan combinaciones extremas e intermedias las cuales presentan características químicas, físicas y sensoriales deseables.
2. Se determina que la incorporación de harina de frijol modifica el color de las galletas y disminuye el parámetro de luminosidad.
3. Se cuantifica el contenido nutricional de la galleta y se determina que es posible mejorar la cantidad de proteína, hierro y zinc con una proporción de 38 % trigo, 34 % de maíz y 27 % de frijol.
4. Según el análisis sensorial con panelistas no entrenados se identifica que todas las formulaciones presentan aceptación sensorial alta y no existe diferencia entre ellas.

Recomendaciones

1. Para mejorar la textura de la galleta se recomienda usar hidrocoloides para obtener mejores características físicas y sensoriales.
2. Para elaborar la harina de frijol se recomienda eliminar la cáscara para obtener harina blanca.
3. Validar el contenido nutricional de la mezcla

que se obtiene por optimización, la cual corresponde a 38 % trigo, 34 % maíz y 27 % frijol.

Referencias

- Boateng, J., Verghese, M., Walker, L. & Ogutu, S. (2008). Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus spp.* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 41(9), 1541-1547.
- de Magallanes, C. S., de Almeida Marques, G., Bazán-Colque, R. J., Moraes, E. A., da Silva, E. M. M., & Ascheri, J. L. R. (2023). The Addition of Pinto Bean Flour and Margarine in the Development of Red Rice-Based Novel Gluten-Free Cookies to Improve the Technological, Sensory and Physicochemical Properties. *Plant Foods for Human Nutrition*, 78(1), 100-108.
- Gomes, M. ., Martino, H. ., & Tako, E. (2021). Zinc-biofortified staple food crops to improve zinc status in humans: a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-13.
- Mecha, E., Correia, V., Bento da Silva, A., Ferreira, A., Sepodes, B., Figueira, M. & Rosário Bronze, M. (2021). Improvement of wheat cookies' nutritional quality, by partial substitution with common bean and maize flours, sustained human glycemia and enhanced satiety perception. *Cereal Chemistry*, 98(5), 1123-1134.
- Rai, S., Kaur, A., & Singh, B. (2014). Quality characteristics of gluten free cookies prepared from different flour combinations. *Journal of food science and technology*, 51, 785-789.
- Simons, C. W., & Hall III, C. (2018). Consumer acceptability of gluten-free cookies containing raw cooked and germinated pinto bean flours. *Food science & nutrition*, 6(1), 77-84.

Información del autor

Ingeniero en Agroindustria Alimentaria, Erick Ricardo Aguilar Castillo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 2013.

Maestría en Ciencia y Tecnología Alimentos de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2023.

Afiliación laboral: ICTA.

Ingeniero agrónomo, Byron Rodas Aroche, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. Maestro en Gestión y Auditorías Ambientales, Universidad Europea del Atlántico, 2021.

Afiliación Laboral: CONAP