

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE CAUPÍ EN GALLETA

*Gwendolyne Hernández*¹, Marta Álvarez^{1,2}, Margarita Núñez de Villavicencio¹, Leyra Llanes¹, Cira Duarte^{1,2}*

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, CP 17100, Cuba. E-mail: wendy@iiaa.edu.cu

²Dpto Alimentos. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana, CP 13600, Cuba.

Recibido: 02-01-2024 / Revisado: 05-02-2024 / Aceptado: 21-02-2024 / Publicado: 30-04-2024

RESUMEN

Se evaluó la influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por la de frijol caupí sobre las características sensoriales de la galleta de sal. Para ello se aplicó un diseño de mezcla con niveles de sustitución entre 7,5 y 30 %. Se realizaron ocho corridas de galletas y se les determinó su contenido de humedad. Se tomaron como variables de respuesta del diseño los atributos, intensidad del color, dureza, crujiente y además, la calidad global. La humedad se mantuvo en todos los casos por debajo del 5 % por lo que resultó adecuada. La calidad sensorial de la galleta fue disminuyendo a medida que se

incrementó la sustitución, pues aumentó la intensidad del color y dureza y disminuyó su crujir. Se obtuvo un modelo matemático para cada variable de respuesta color ($R^2= 94 \%$), crujiente ($R^2= 98 \%$), dureza ($R^2= 95 \%$) y calidad global ($R^2= 93 \%$). La optimización brindó 4 soluciones posibles con un máximo de sustitución de 11,5 %. Se seleccionó el 10 % de sustitución, evaluándose con 100 consumidores la aceptabilidad de la galleta y alcanzó la categoría correspondiente a “me gusta” en la escala de nivel de agrado utilizada.

Palabras clave: harina de frijol Caupí, galleta de sal, harina de trigo

ABSTRACT

Partial replacement of wheat flour for cowpea flour in cracker.

The influence of the partial replacement of wheat flour with cowpea flour on the sensory characteristics of the salt cracker was evaluated. For this, a mixture design was applied with substitution levels between 7,5 and 30 %. Eight runs of crackers were made and their moisture content was determined. The attributes color intensity, hardness, crispy and also overall quality was taken as design response variables. Moisture was kept below 5 % in all cases, so it was adequate. Sensory quality of the cracker decreased as the substitution increased, since the intensity of the color and hardness increased and the crack decreased. A mathematical model was obtained for each response variable: color ($R^2=94\%$), crispy ($R^2=98\%$), hardness ($R^2=95\%$) and overall quality ($R^2=93\%$). The optimization provided 4 possible solutions with a maximum substitution of 11.5%. The 10% substitution was selected with which the degree of acceptance of the cracker was evaluated through a population tasting with 100 consumers, and it reached the category corresponding “to like” on the liking level scale used.

Keywords: cowpea bean flour, saltine cracker, wheat flour

INTRODUCCIÓN

Las harinas de leguminosas se han empleado en la sustitución parcial de la de trigo en la producción de alimentos, informándose entre 15 y 30 % de la harina de frijol bayo en espaguetis (1), entre 5 y 25 % de harina de frijol rojo en pan (2) y de harina de frijol negro en donas (3). También, en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA) se ha utilizado harina de frijol blanco en la elaboración de panes lográndose la sustitución parcial del 10 % de la harina de trigo para corteza dura y blanda (4).

El frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), más conocido en Cuba por “Carita”, tiene un alto contenido de proteínas (>20 %), vitaminas (A y C) y minerales como Fe, Mg, Zn y Ca. Es rico en fibras por lo que puede contribuir a controlar el nivel de colesterol en sangre y prevenir enfermedades cardiovasculares, disminuir el estreñimiento, y es adecuado en dietas de adelgazamiento al brindar sensación de saciedad (5,6).

La galleta de sal es un producto de gran aceptación por parte de la población y es un buen vehículo para la inclusión de harinas compuestas e ingredientes beneficiosos a la salud. Considerando lo antes expuesto el objetivo de este trabajo es desarrollar una galleta de sal de buena calidad con adición de la harina de frijol caupí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó harina de trigo con 13,49 % de humedad, 29 % de gluten húmedo y 0,55 % de cenizas (7). La harina de caupí fue elaborada a partir del frijol sometido previamente a un proceso de tostado por 20 minutos para su descascarado y posteriormente se molió en un molino de martillo para obtener una harina fina y uniforme con una humedad de 7,05 %.

Para la elaboración de la galleta de sal se tomó como control una fórmula con los siguientes porcentajes (base harina): 100 % harina de trigo, 52 % de agua, 10 % de grasa vegetal hidrogenada, 2,3 % de sal, 0,2 % de núcleo panario y 1,3 % de levadura seca (8). El porcentaje máximo de sustitución de harina de trigo por frijol caupí se definió mediante pruebas de observación y se ensayaron niveles entre 0 y 30 %. Las 8 corridas experimentales ensayadas propuestas por el diseño estadístico de mezcla aparecen en la Tabla 1. El resto de los ingredientes se mantuvieron en igual proporción que en la galleta control.

Las galletas se elaboraron según el método indirecto de panificación. Se preparó una esponja con el 60 % de la harina de trigo y el 37 % del agua de la fórmula y toda la levadura.

Se dejó en reposo durante dos horas en una cámara de dilatación a 32 °C y 76 % de humedad relativa. A continuación, se mezcló con la harina de frijol caupí, el resto de la harina de trigo y demás ingredientes (agua, sal, núcleo y grasa) hasta lograr una masa uniforme. Se laminó utilizando una laminadora, se troquelaron piezas de 16 g que fueron colocadas en bandejas previamente engrasadas, se dejaron dilatar durante 90 minutos en la cámara de dilatación a 32 °C y 76 % de humedad relativa. Las piezas se hornearon en un horno rotatorio, el tiempo (de 36 a 41 min) y la temperatura del horno (de 140 a 150°C) se ajustaron según el nivel de sustitución de harina de trigo para lograr una coloración adecuada. Posteriormente se dejaron enfriar las galletas hasta alcanzar la temperatura ambiente y se envasaron en bolsas de polietileno de baja densidad para su análisis.

Tabla 1. Matriz de diseño

Corridas	% harina de caupí (base harina)
1	15
2	22,5
3	7,5
4	0
5	7,5
6	30
7	15
8	30

En cada corrida experimental se determinó la humedad (9) de las galletas y se realizó su evaluación sensorial con una comisión sensorial de 5 catadores que evaluaron la intensidad de los atributos intensidad de color, crujiente y dureza empleando una escala de 10 cm de longitud con intensidad creciente de los descriptores de izquierda a derecha. También, se evaluó la calidad global mediante una escala lineal de 10 cm donde: excelente (10), bueno (7,5), aceptable (5), insuficiente (2,5), pésimo (0) (10).

Se tomó como variable de caracterización, la humedad de las galletas, y como variables de respuesta del diseño, los atributos sensoriales. Los resultados fueron procesados mediante la metodología de superficie de respuesta con el programa estadístico Design Expert versión 11.0.3.0 (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA.). Se obtuvo un modelo matemático para cada variable respuesta estudiada y se procedió a la optimización de los resultados para elegir la variante más conveniente.

La aceptabilidad de la variante de galleta más conveniente se evaluó con 100 consumidores habituales en edades comprendidas entre los 27 y 65 años, 74 de estos eran mujeres y 26 eran hombres, y se les aplicó una escala hedónica de 5 categorías (11) donde: me gusta mucho (5), me gusta (4), ni me gusta ni me disgusta (3), me disgusta (2), me disgusta mucho (1). El procesamiento de los datos se realizó según lo establecido (12).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los resultados de la humedad de las galletas. La humedad promedio fue de 4,29 %, mientras, el valor más alto obtenido fue 4,79 %. Se observó una tendencia al aumento de la humedad a partir del 15 % de sustitución de harina de trigo. Esto se atribuye a que a partir del 22,5 % fue necesario disminuir la temperatura de horneado debido al incremento del color de las galletas con el aumento de los niveles de sustitución. Las referencias indican que la humedad promedio en galletas de sal es 5%, con un máximo de 6 %, por lo que se puede considerar que las humedades de todas las corridas experimentales se encontraron dentro de los valores establecidos (13-16).

La Tabla 2 muestra los modelos matemáticos obtenidos para las variables de respuesta estudiadas con sus correspondientes coeficientes de determinación (R^2). El análisis de varianza de la regresión resultó significativo ($p < 0,0001$). La prueba de falta de ajuste, resultó no significativa en todos los casos para

$p \geq 0,05$. Los residuos estandarizados siguieron una distribución normal y no se detectaron observaciones atípicas.

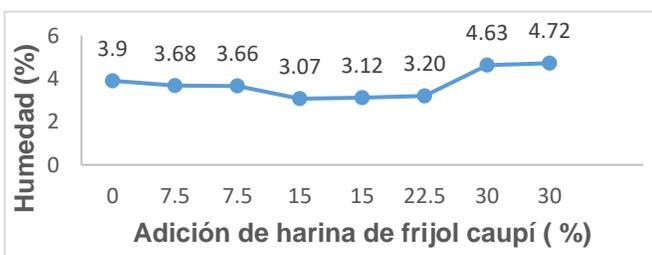


Fig. 1. Contenido de humedad de las galletas

Tabla 2. Modelos matemáticos de las variables de respuesta

Variables de Respuesta	Ecuaciones	R ²
Intensidad de color	9,84A+2,84B	94
Crujiente	6,11A + 7,92 B-3,93 AB	98
Dureza	8,94 A +5,79 B	95
Calidad Global	10,23A – 12,96B	93

A: harina de trigo B: harina de caupí

La variable respuesta intensidad del color mostró un modelo de comportamiento lineal (Fig. 2), pudo observarse que con el incremento del nivel de sustitución de harina de trigo por la de frijol aumentó la intensidad del color de la galleta a pesar de que para intentar mantener el color sin afectar la humedad y textura de la galleta para los niveles más altos de sustitución (22,5 y 30 %) se disminuyó la temperatura de horneado de 150 a 140 °C y se aumentó el tiempo de 36 min a 41min. Los mejores resultados se obtuvieron para el control y los niveles 7,5 y 15 % de sustitución.

Desde el punto de vista sensorial los resultados de intensidad de color fueron de 4 cm (ligero) a 9,6 cm (muy marcado). Este aumento notable en la intensidad de la coloración de la galleta se atribuye al alto contenido de proteínas de la harina de frijol caupí de 25 % (17). Las proteínas están compuestas por aminoácidos que pueden aportar mayor cantidad de compuestos nitrogenados a la reacción de Maillard durante la etapa de cocción. Igual tendencia se observó en pan al emplear harina de frijol blanco (4).

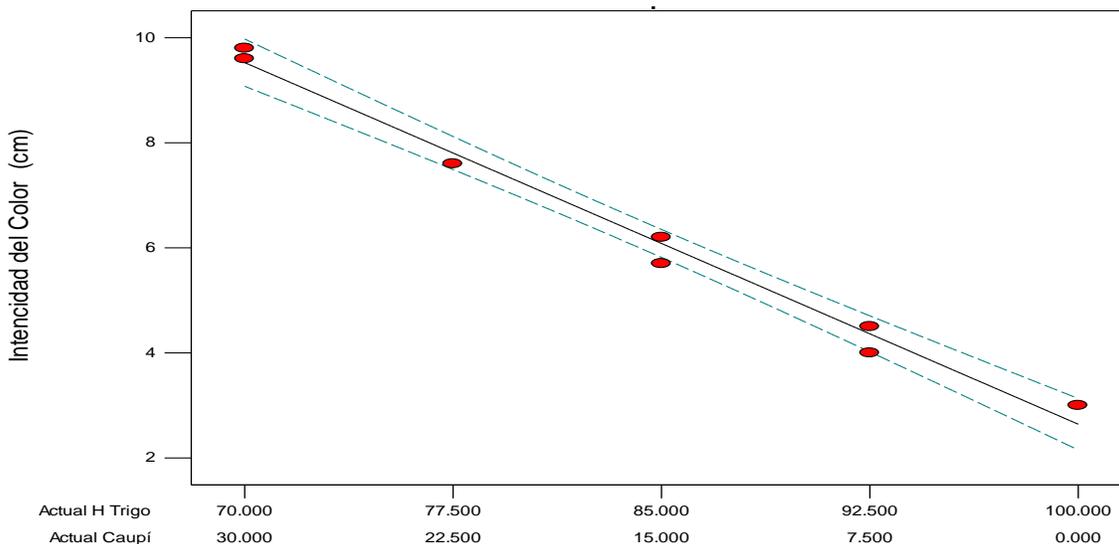


Fig. 2. Comportamiento del modelo matemático “intensidad del color”

En cuanto a lo crujiente de la galleta (Fig. 3) el modelo muestra una afectación de los resultados con el incremento del nivel de adición de harina de frijol caupí. Los mejores resultados se obtuvieron para el control y hasta el 15 % de sustitución disminuyendo el crujir de las galletas de valores de 8,8 cm (marcado) hasta 6,2 cm (moderado), lo cual está relacionado con la harina de caupí que no tiene la capacidad de formar la red de gluten encargada de retener el dióxido de carbono pudiendo afectar la estructura de la galleta (16,18). Para la variable dureza (Fig. 4) se obtuvo un modelo de comportamiento lineal, en este caso también, los mejores

resultados se obtuvieron para el control y el 7,5 % de sustitución con valores entre 6 cm y 6,6 cm (moderada).

Por encima de estos niveles la dureza aumentó notablemente a 7,8 cm evaluándose la variable como de dureza marcada para las galletas con 15 y 22,5 % de harina de caupí y fueron rechazadas con el máximo nivel de sustitución. Como se explicó anteriormente con respecto al carácter crujiente de la galleta, la sustitución de la harina de trigo por la de frijol caupí limitó la capacidad de retención de gases en la masa aumentando a su vez su dureza.

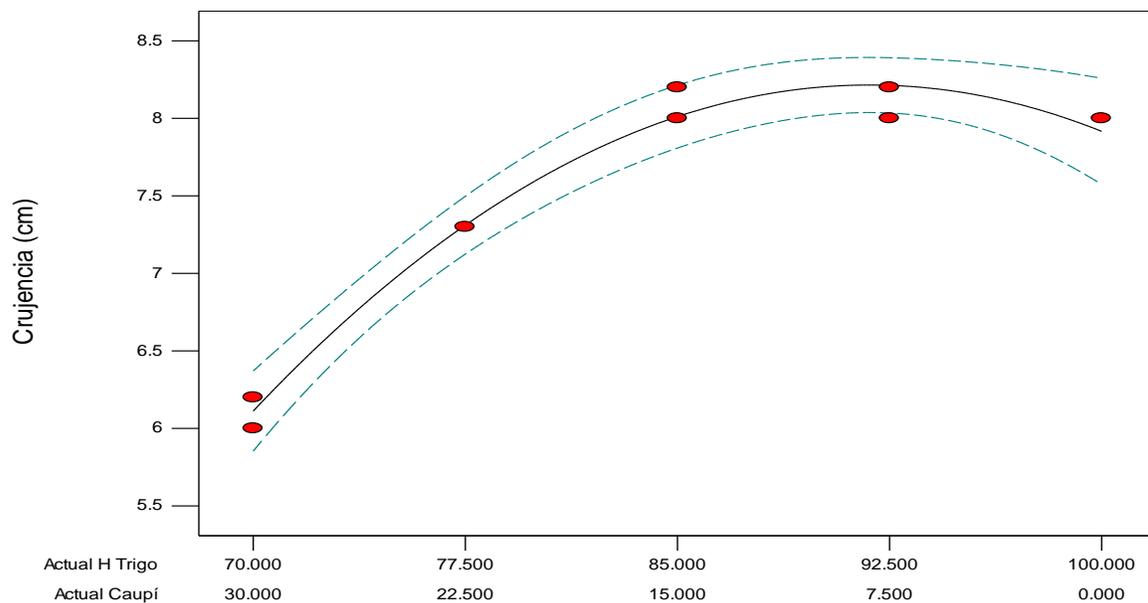


Fig. 3. Comportamiento del modelo matemático “crujiente”

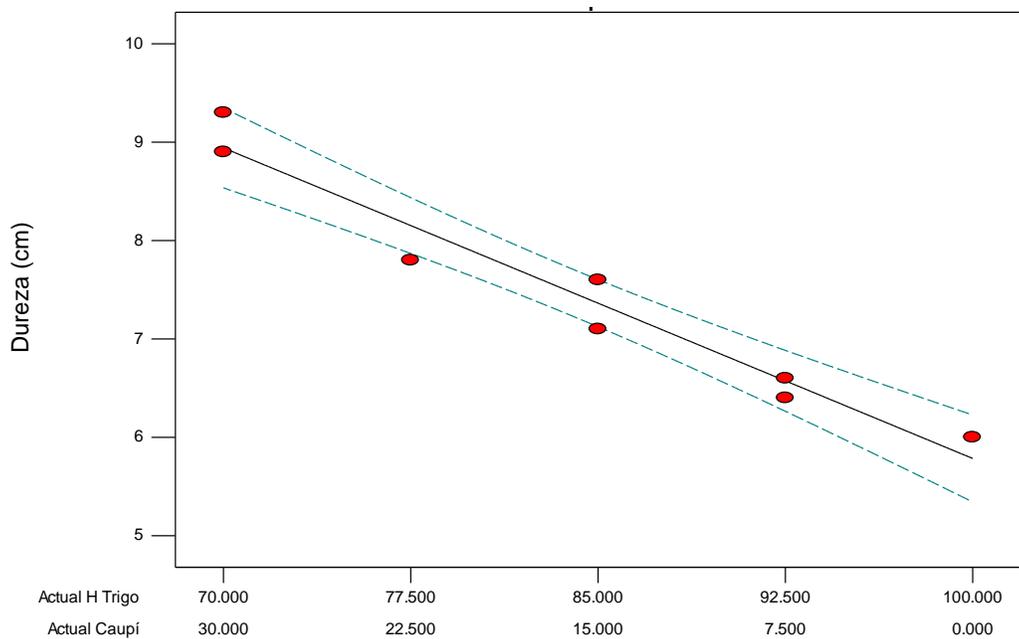


Fig. 4. Comportamiento del modelo matemático “dureza”

La calidad global (Fig. 5) tuvo un modelo de comportamiento lineal. Los mejores resultados se obtuvieron con los menores niveles de sustitución. Con 15 % de sustitución la galleta se evaluó de buena (7,4 cm), con 22,5 % fue aceptable (5,7cm) y se rechazó con el 30 % (2,6 cm). En estos resultados influyó que la harina de caupí aumentó la intensidad de color y dureza

de la galleta y disminuyó su crujiendo, hasta que hicieron rechazable a la galleta. Otros trabajos de sustitución parcial de la harina de trigo por las otras harinas alternativas en galletas han reportado resultados similares de disminución de la calidad global con niveles de sustitución superiores al 20 % (18,19).

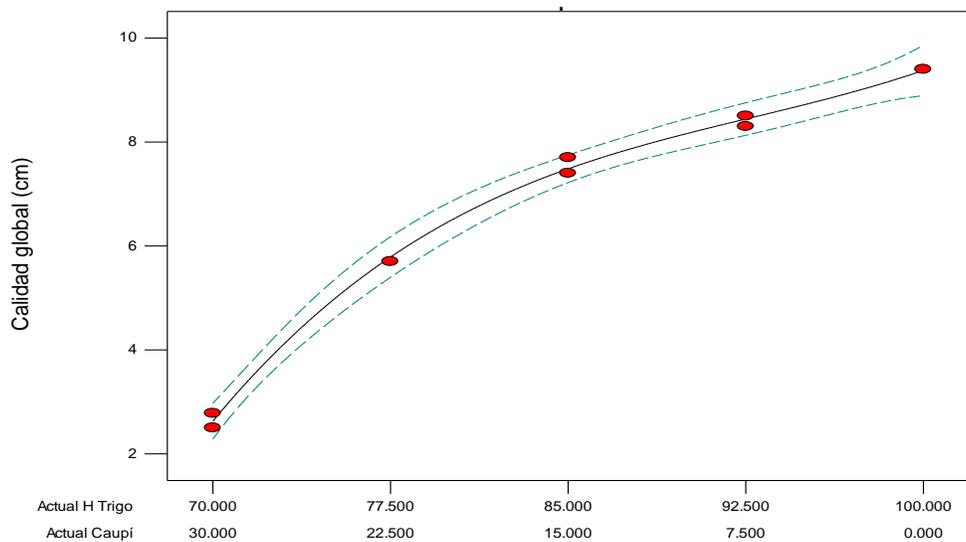


Fig. 5 Comportamiento del modelo matemático “calidad global”

Se establecieron las restricciones correspondientes para realizar la optimización (Tabla 3), teniendo en cuenta valores que logren una buena calidad sensorial del producto.

Tabla 3. Restricciones establecidas para la optimización

Variables	Límite inferior	Límite superior
Intensidad color	4	6
Crujiente	6	10
Dureza	6	7
Calidad global	6	10

De la optimización se obtuvieron 4 soluciones posibles con propuestas de sustitución de harina de trigo por la del frijol entre 5,25 y 11,26 %, con las cuales era posible elaborar un producto de calidad global calificado entre bueno y muy bueno. Para la continuidad de estudios y facilitar su posible introducción en la industria alimentaria cubana se seleccionó el 90% harina de trigo y el 10 % de harina de frijol caupí que es una de las sustituciones cercana al máximo óptimo propuesto y del cual se espera una buena calidad sensorial.

En la evaluación de aceptación poblacional de la galleta de sal con 10 % de harina de frijol el 47 % de los resultados correspondió a me gusta mucho, el 45 % me gusta y el 8 % ni me gusta ni me disgusta, no hubo ninguna boleta en que se marcaran las opciones de me disgusta o me disgusta mucho. Según los resultados procesados y considerado el número de consumidores que corresponde a cada categoría (12) y una media de 4,39 (4 puntos) se calificó de “me gusta”, nivel de agrado alto de acuerdo a la escala utilizada., por lo que puede afirmarse que el producto es aceptado.

CONCLUSIONES

La calidad sensorial de la galleta de sal con harina de frijol caupí disminuyó al aplicar niveles de sustitución superiores al 15 %, pues aumentó gradualmente la intensidad del color y la dureza y disminuyó su crujir. Se seleccionó el 10 % de

sustitución como el nivel adecuado para su elaboración. La galleta fue aceptada por los consumidores encuestados, alcanzando la categoría de nivel de agrado correspondiente a “me gusta”.

REFERENCIAS

1. Gallegos JA, Rocha NE, González RF, Ochoa LA, Corzo N, Bello LA, Peralta LE. Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). Food Chem 2010; 119(4): 1544–49.
2. Manonmani D, Bhol S, Bosco SJD. Effect of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on bread quality. OA Lib 2014; 01(01), 1–6.
3. Vongsumran K, Ratphitagsanti W, Chompreeda P, Haruthaitanasan V. Effect of cooking conditions on black bean flour properties and its utilization in donut cake. Kasetsart J 2014; 48, 970–79.
4. Alvarez M, Hernández G, Núñez de Villavicencio M, Duarte C, Rosas B. Gutiérrez EJ. Empleo de harina de frijol blanco en panificación. Cienc Tecnol Aliment. 2016; Vol. 26(1): 22-7. Disponible en <http://revcital.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/233/202>. Acceso 10 junio 2022.
5. Vargas YR, Villamil OE, Murillo E, Murillo W, Solanilla JF. Caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí *vignaunguiculata* L. Cultivado en Colombia. Vitae 19 (Supl. 1) 2012; pp S320-S21.
6. De Paula CD, Jarma S, Araméndiz H. Caracterización nutricional y sensorial de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Agronom. colomb 34(1Supl.); 2016: S1131-S34.

7. NC 877. Especificaciones de calidad de la harina de trigo. Cuba; 2012.
8. Álvarez M, Rodríguez H, Pérez H. Formulario básico de panadería. Centro de información y documentación científico técnica del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana; 2005.
9. NC ISO 712. Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina. Cuba; 2002.
10. NC-ISO 4121. Análisis sensorial. Guía para el uso de escalas con respuestas cuantitativas. Cuba; 2005.
11. NC-ISO 11136. Análisis sensorial- Metodología- Guía general para la realización de pruebas hedónicas con consumidores en un área controlada. Cuba; 2021.
12. Espinosa JM. Evaluación sensorial de alimentos. Editorial Félix Varela. 2014.
13. Wade P. Preparation of biscuit doughs. In: Biscuits, Cookies and crackers. The principles of the craft. London: Elsevier Applied Science. 1988.
14. Cenzano I, Madrid A, Vicente JM. Nuevo manual de industrias alimentarias. Ed. Mundi-prensa libros, S.A. Madrid, 1993, pp. 479-80.
15. Elena A, Álvarez F, Álvarez M. Elaboración de galletas de sal utilizando harina de trigo (*triticumaestivum*) nacional de la variedad Iniap – cojitambo con suplementos parciales de Harina de trigo importado. Alimento. Cienc. e Ing 2014; 22 (1): 44-9.
16. Hernández G, Álvarez M, Núñez de Villavicencio M, Duarte C. Desarrollo de una galleta de sal con adición de pasta de soya. CiencTecnolAliment 2022; 32(2):39-43. Disponible en <http://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/380/317>. Acceso 10 junio 2022.
17. Araméndiz H, Carlos E. Cardona CE, Enrique M. Combatt EM. Contenido Nutricional de Líneas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Seleccionadas de una Población Criolla Información Tecnológica. La serena 2016; 27(2): 53-60.
18. Abreu Y. Sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en galleta de sal (tesis de pregrado). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana; 2015.
19. Calle J, Núñez de Villavicencio M, Hernández G, Álvarez M, Duarte C, González A, Raimondo EE, Farah MS. Influencia de la adición de aislado de proteína de soya en el desarrollo de galletas dulces. CiencTecnolAliment. 2021, Vol. 31(1): 47-55. Disponible en <http://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/224/194>. Acceso 10 junio 2022.