



Optimización por diseño de mezcla D-optimal de la aceptabilidad general de una galleta enriquecida con harina de tocosh (*Solanum tuberosum L.*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*)

*(Optimization by D-optimal mix design of the general acceptability of a biscuit enriched with tocosh flour (*Solanum tuberosum L.*) and kiwicha flour (*Amaranthus caudatus*))*

Melissa Allison Oyola-Coral^{1*}, Rossy Anavel Padilla-Fabian¹, Nicodemo C. Jamanca-Gonzales¹ 

¹ Universidad Nacional de Barranca, Barranca, Perú

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo formular una galleta enriquecida con sustitución parcial de granos andinos como la harina de harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum L.*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y la evaluación de la aceptabilidad general de la galleta fue realizada por 30 panelista semi-entrenados empleando para la optimización un diseño de mezcla D-optimal, a partir de 11 tratamientos de galletas enriquecidas siendo evaluadas mediante evaluación sensorial de aceptabilidad general y consideradas como variables de control la acidez y la humedad, encontrándose la mezcla óptima con 75.29% de harina de trigo, 5.00% de harina de tocosh de papa y 19.72% de harina de kiwicha; cuya combinación permitió obtener una galleta enriquecida con una aceptabilidad general de 7.14, acidez 0.07%, humedad 3.50% y una deseabilidad de 0.81, que garantizan su aceptabilidad por parte del consumidor.

Palabras clave: sustitución; granos andinos; deseabilidad; evaluación sensorial.

ABSTRACT

This research designed to formulate an enriched cookie with partial substitution of Andean grains such as potato tocosh flour (*Solanum tuberosum L.*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) and the evaluation of the general acceptability of the cookie was carried out by 30 semi-trained panelists using a D-optimal mixture design for optimization, from 11 treatments of enriched cookies being evaluated by sensory evaluation of general acceptability and acidity and humidity considered as control variables, finding the optimal mixture with 75.29% wheat flour, 5.00% potato tocosh flour and 19.72% kiwicha flour; whose combination allowed us to obtain an enriched cookie with a general acceptability of 7.14, acidity 0.07%, humidity 3.50% and a desirability of 0.81, which guarantee its acceptability by the consumer.

Keywords: substitution; Andean grains; desirability; sensory evaluation.

Cómo citar / Citation: Oyola-Coral, M. A., Padilla-Fabian, R. A. & Jamanca-Gonzales, N. C. (2023). Optimización por diseño de mezcla D-optimal de la aceptabilidad general de una galleta enriquecida con harina de tocosh (*Solanum tuberosum L.*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *QuanTUNAB*, 2(1), exx. <https://doi.org/10.52807/qunab.v2i1.xx>

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una permanente necesidad de desarrollar alimentos orientados a satisfacer las necesidades nutricionales de los consumidores, aprovechando productos andinos, como la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) un pseudocereal muy reconocido por su valor nutricional, y el tocosh de papa (*Solanum tuberosum L*), que en las zonas andinas han resultado ser importantes fuentes en la dieta del poblador andino. Asimismo, el consumidor de hoy, muestra una mayor tendencia hacia el consumo de alimentos saludables y nutritivos, en esa medida la galleta como alimento de consumo masivo permanentemente presenta innovaciones conducentes a lograr un alto valor nutricional, mayor contenido en fibra, bajo en azúcar, sin afectar su aceptabilidad sensorial (Velásquez et al, 2014). La galleta por ser un producto muy comercial, procesada a partir de la harina de trigo está siendo sustituida por otras harinas procedentes de diversos granos (cereales, pseudocereales y leguminosas), tubérculos y otros derivados, como kiwicha (Navarrete y Ruiz, 2012), kiwicha con panela (Toaquiza, 2012), quinua (Contreras, 2015), harina de cáscara de papa (Rodríguez, 2014), quinua, soya y cacao (Velásquez, et al., 2014), hidrolizado de anchoveta (Zegarra, 2015), pajuro y oca (Auquiñivin y Castro, 2015), mezcla de kiwicha, quinua y maíz (Capurro y Huerta, 2016), kiwicha y cáscara de maracuyá (Gonzales y Martínez, 2017), chía con aceite de tarwi (Salvatierra y Azorza, 2017), quinua y chía (Arista y Ramírez, 2018), además de pulpa de zapallo macre (Montero, 2018).

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es un grano andino, pseudocereal muy reconocido por su valorado aporte nutricional, constituida por proteínas compuestas principalmente de globulinas y albúminas (Reguera y Haros, 2017), constituyéndose en una fuente completa de aminoácidos, β -caroteno, vitaminas, minerales (hierro) y fibra dietética (Martinez-Lopez et al., 2019), además de sus cualidades nutricionales avaladas por estudios que han resaltado su contenido de componentes biológicos activos efectos antidiabéticos, anti-hiperlipidémicos y antihipercolesterolemicos y actividades antioxidantes y antimicrobianas (Reguera y Haros, 2017).

El tocosh de papa (*Solanum tuberosum L*), es un producto fermentado naturalmente oriundo de la sierra peruana, caracterizada por su olor intenso y desagradable (Sandoval et al., 2015), comercializada de manera reseca (secada de manera natural por exposición al sol), sin embargo, conserva sus propiedades curativas para los bronquios, problemas digestivos y óseos (Adams, 2009). Estas propiedades están relacionadas a la flora microbiana presente en el producto como bacterias lácticas con capacidad fermentativa (Quillama et al., 2012), compuestos fenólicos, alcaloides, triterpenos, esteroides, azúcares reductores y aminoácidos libres, (Sandoval et al., 2015), flavonoides, cumarinas, taninos (Naupari et al., 1993). El olor desagradable ha sido reducido mediante procesos de desodorización empleando glucosa y fosfato de amonio (Mercado, 2020).

El diseño de mezclas D-optimal es una metodología utilizada en la formulación de productos alimenticios como embutidos fermentados (Morales et al, 2004), considerando la restricción de cada uno de los componentes, para la validación de las fórmulas en el diseño, que abarcan solo una subporción o un espacio más pequeño dentro del simplex, obteniéndose un total de 11 tratamientos, como lo señala Montgomery (2013), asimismo sus variantes como el Diseño Simplex Centroide ha sido empleada en diversos trabajos

relacionados a formulación de productos alimenticios como panes enriquecidos con harina de quinua (Siche et al., 2016).

Considerando el valor nutricional de las materias primas, el objetivo de este trabajo fue optimizar la aceptabilidad sensorial de una galleta dulce mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por diferentes porcentajes de harina de kiwicha y de tocosh de papa, empleando el diseño de mezclas D-optimal de la Metodología de Superficie Respuesta.

2. METODOLOGÍA

2.1. Materias primas

Se utilizaron como materia prima harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum*), adquiridas en Barranca, Perú.

2.2. Formulación de la galleta

La formulación de la galleta estuvo constituida por: mezcla de harinas de trigo, tocosh y kiwicha (42.59%), mantequilla marca Sello de Oro (52.06%), azúcar blanca marca Paramonga (20.33%), huevo marca La Calera (11.30%), leche en polvo marca Anchor (1.28%), bicarbonato de sodio marca Fratello (0.43%), lecitina de soya marca Fratello (0.64%), polvo de hornear marca Royal (0.64%), esencia de coco marca Frutarom (0.44%) y sal marca Marina (0.18%). Las galletas fueron procesadas en el Laboratorio de Panificación y los análisis en los Laboratorios de Tecnología, Análisis y Microbiología de Alimentos de la Universidad Nacional de Barranca. El proceso de elaboración comprendió las siguientes operaciones: *Recepción de la materia e insumos* adquiridas en el mercado modelo de la ciudad de Barranca; *pesado* en una balanza de plataforma (marca E-Accura, modelo A18114466, Perú) para las cantidades mayores y una balanza analítica (marca Torrey, modelo L-EQ5/10, Perú) para los insumos; seguido del *cremado* que consistió en mezclar el azúcar con la mantequilla con una duración de 15 min. Seguidamente se realizó el *mezclado* de los demás insumos como huevo, lecitina, esencia, bicarbonato de sodio, sal, polvo de hornear y leche en polvo de acuerdo a la formulación preestablecida por un tiempo de 10 min mediante una batidora (marca Nova, modelo 15-L, Perú), se continuó con el *pesado de la masa*, para ser llenada en molde tipo manga, posteriormente el *moldeado* en forma de flor de margaritas, *horneado* a una temperatura de 150 - 160°C por un tiempo de 10 a 12 min. en un horno rotatorio a gas (marca Nova, Max 1000), *enfriado* a temperatura ambiente, *envasado* en bolsas de polipropileno biorientado (BOPP) lacrado con una selladora de bolsas y finalmente el *almacenado* a temperatura ambiente.

2.3. Evaluación sensorial

Los panelistas para el análisis sensorial del producto estuvieron conformados por 30 panelistas de ambos sexos, con edad promedio entre 20 – 45 años, quienes evaluaron la aceptabilidad general de los 11 tratamientos, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 – “me disgusta extremadamente” y 9 – “me gusta extremadamente” de acuerdo a la metodología propuesta por Ramírez (2012).

2.4. Determinación de acidez y humedad

La acidez de las muestras fue evaluada considerando la Norma Técnica Peruana 206.013 (INDECOPI, 1981) mediante la valoración de la muestra con solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1% en presencia de solución de fenolftaleína al 1%, fue realizada por duplicado.

La humedad se determinó por el método de gravimetría o pérdida de peso por secado, establecido en la AOAC, M 14.003 (1980) como se citó en B.O.E (1987). Se pesó en una cápsula limpia, totalmente seca y luego se procedió a tarar 5 g de muestra en la cápsula, se colocó en la estufa a $130 \pm 1^\circ\text{C}$ por 1.5 h. Luego se colocó en un desecador, se dejó enfriar y se pesó en una balanza analítica (marca Sartorius, Alemania), hasta que la muestra tenga un peso constante, fue realizada por duplicado.

2.5. Diseño estadístico

Se empleó el diseño de mezclas D-optimal que es una variante de los métodos de superficie de respuesta, aplicable a regiones irregulares, ocasionadas por las restricciones en los niveles superior e inferior de los componentes (Espinoza et al., 2006). El diseño consiste en una porción del triángulo de mezcla de los tres componentes (harina de trigo, harina de tocosh y harina de kiwicha) (Tabla 1).

Tabla 1. Aceptabilidad general, acidez y humedad de las galletas enriquecidas.

Tratamiento	Variables independientes (% Componentes)			Respuesta	Datos de control	
	A: Harina de trigo (%)	B: Harina de tocosh de papa (%)	C: Harina de kiwicha (%)	Aceptabilidad general	% Acidez (*)	% Humedad
T1	80.000	10.000	10.000	5.733±1.143 ^{abc}	0.058±0.002 ^h	2.985±0.005 ⁱ
T2	75.381	10.251	14.369	6.233±0.171 ^{bcd}	0.075±0.001 ^{ef}	3.315±0.005 ^f
T3	70.468	11.106	18.426	6.267±0.267 ^{bcd}	0.082±0.001 ^d	3.575±0.005 ^d
T4	74.899	5.181	19.920	7.333±0.205 ^d	0.067±0.001 ^g	3.515±0.007 ^e
T5	64.965	15.000	20.035	5.100±0.200 ^a	0.091±0.001 ^b	3.655±0.007 ^c
T6	70.000	5.000	25.000	6.966±0.145 ^d	0.072±0.001 ^{fg}	3.755±0.005 ^b
T7	60.000	15.000	25.000	5.400±0.218 ^{ab}	0.096±0.001 ^a	3.795±0.006 ^a
T8	75.000	15.000	10.000	4.633±0.140 ^a	0.086±0.001 ^{cd}	3.275±0.005 ^g
T9	65.138	9.862	25.000	6.467±0.229 ^{cd}	0.078±0.001 ^e	3.785±0.007 ^a
T10	70.864	15.000	14.136	4.967±0.131 ^a	0.089±0.002 ^{bc}	3.535±0.007 ^e
T11	80.000	5.000	15.000	6.867±0.202 ^{cd}	0.052±0.001 ⁱ	3.175±0.006 ^h

(*) Acidez expresado en % de ácido láctico.

Los valores de aceptabilidad con letras diferentes en una columna muestran diferencias significativas ($p \leq 0.001$) según prueba bilateral de comparación de Nemenyi; mientras los valores de acidez y humedad con letras diferentes en una misma columna muestran diferencias significativas ($p \leq 0.05$) según la prueba de Tukey.

Para el análisis estadístico de la aceptabilidad general se utilizó el software Design Expert 11 versión prueba y consistió en el análisis de varianza de los modelos de regresión lineal,

cuadrático y cúbico, para seleccionar el modelo más significativo y de mejor ajuste para la optimización a través de superficie de respuesta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 se muestran los resultados de la evaluación sensorial de aceptabilidad general de los tratamientos, experimentales asimismo los resultados de los datos de control como % acidez y % humedad.

La tabla 1 muestra diferencias significativas ($p \leq 0.001$) de los tratamientos en relación a la aceptabilidad general, asimismo, el tratamiento T4 obtuvo el mayor valor que estadísticamente es similar a los tratamientos T6, T11, T9, T3 y T2, logrando su mayor aceptación. Estos tratamientos se caracterizan por contener menores porcentajes de harina de tocosh, asimismo, su aceptación se ve disminuida por el olor penetrante procedente de la harina de tocosh, debida a la presencia de compuestos fenólicos, alcaloides, triterpenos, esteroides (Sandoval et al., 2015), flavonoides, cumarinas y taninos (Naupari et al., 1993), una manera de enmascarar este atributo, fue incorporando harina de kiwicha.

Respecto a la acidez se observa que hay diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de los tratamientos, evidenciando que la mayor incorporación de harina de tocosh, influye en el incremento de la acidez, sin embargo todos los tratamientos de las galletas tienen una acidez menor al límite máximo permitido por las normas, 0.10% de acidez (expresado en ácido láctico) en la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería aprobada con RM N° 1020 - 2010/MINSA (MINSA, 2010).

En relación a la humedad se evidencia que hay diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de los tratamientos, mostrándose una tendencia de su incremento en la medida de la incorporación de las harinas sucedáneas. Todos los tratamientos correspondieron a galletas con una humedad menor al límite máximo permitido por las normas, 12% de humedad en la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N° 1020 - 2010/MINSA (MINSA, 2010); 6-8% de humedad en la norma mexicana NMX-F-006-1983 (Dirección General de Normas de México, 1983); 10% de humedad en la norma técnica colombiana NTC 1241 (ICONTEC, 2007), mientras que la norma venezolana COVENN 1483-01 (2001), establece una humedad máxima de 5% para galletas sin relleno. Estos resultados son importantes para su conservación durante el almacenamiento, manteniendo su calidad microbiológica a temperatura ambiente, además la baja humedad permite lograr una textura evidenciado por su crocancia esperada por el consumidor para estos productos (Velásquez et al., 2014).

Análisis de varianza

El análisis de varianza de los modelos de regresión de la aceptabilidad general de tipo lineal, cuadrático y especial cúbico, presentó valores p de <0.0001 ; 0.0002; 0.0001; valores de R^2 de 0.9383; 0.9839; 0.9953, valores de R^2 ajustado de 0.9229; 0.9677; 0.9883, valores de R^2 predecida de 0.8849; 0.8874; 0.9624 respectivamente. Estos resultados evidencian que los tres modelos son significativos por tener coeficientes de determinación (R^2) mayores a

0.85 (Montgomery, 2013), p-valor es significativo para los tres modelos ($p < 0.05$). A partir de este análisis el modelo seleccionado fue el cuadrático, porque permitió correlacionar mejor las variables para un proceso de optimización. Además, la diferencia entre el R^2 ajustado y el R^2 predecida es inferior a 0.2 indica que el modelo permitió predecir adecuadamente la respuesta en este tipo de experimentos (Velásquez et al., 2014).

Modelando matemáticamente, la ecuación final en términos reales de los componentes del modelo cuadrático para la variable respuesta aceptabilidad general es la siguiente:

$$Y = 4.99A - 106.04B - 25.34C + 113.13AB + 51.79AC + 175.29BC \dots\dots\dots \text{Ec. 1.}$$

Dónde: Y (Aceptabilidad general), A (Harina de trigo), B (Harina de tocosh de papa) y C (Harina de kiwicha).

Los coeficientes de la ecuación 1, presentan signos positivos, los que sugieren sinergia, evidenciando que los efectos combinados o de interacción generan respuestas mayores cuando se mezclan esos componentes, contrariamente, el signo negativo implica antagonismo entre los componentes, es decir que se producen respuestas menores (Cho et al., 2009).

Análisis mediante la metodología de Superficie de Respuesta

En la figura 1 se observa las proporciones de harina de trigo, harina de tocosh de papa y harina de kiwicha óptimas que permiten obtener la máxima aceptabilidad general en las galletas.

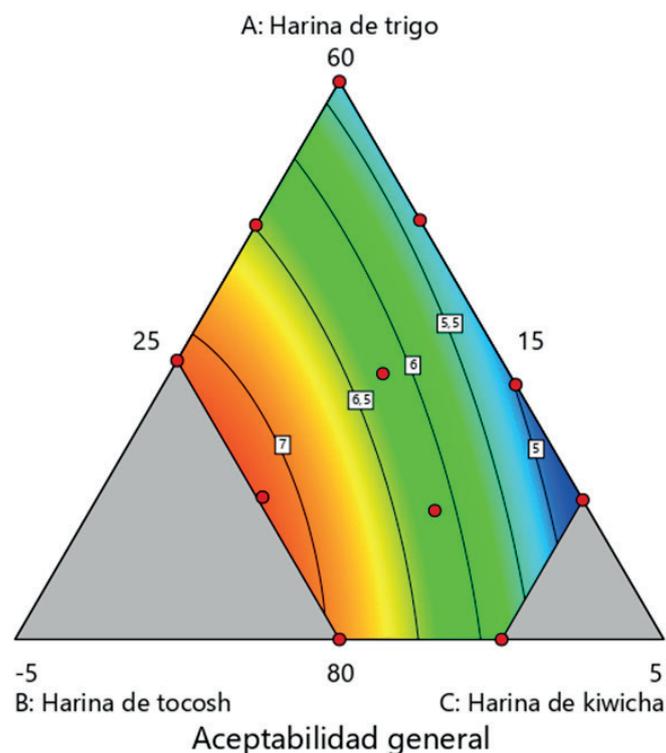


Figura 1. Gráfica de contornos para la aceptabilidad general de la galleta enriquecida.

Las figuras 2 y 3, muestran que la región de interés que indica la máxima aceptabilidad general para la galleta enriquecida está representada por la zona de color rojo (Cornell, 2002), esta región presenta las mejores respuestas de evaluación sensorial, quiere decir que la mezcla óptima de aceptabilidad general en función de las variables independientes se encontrará en este sector. El contenido de harina de tocosh genera los menores valores de aceptación, confirmado los resultados de la tabla 1. Asimismo, la optimización de la aceptabilidad general se logra cuando los componentes se encuentran en los siguientes rangos: 70 - 80% de harina de trigo, 5 - 7.5% de harina de tocosh de papa y 15 - 25% de harina de kiwicha.

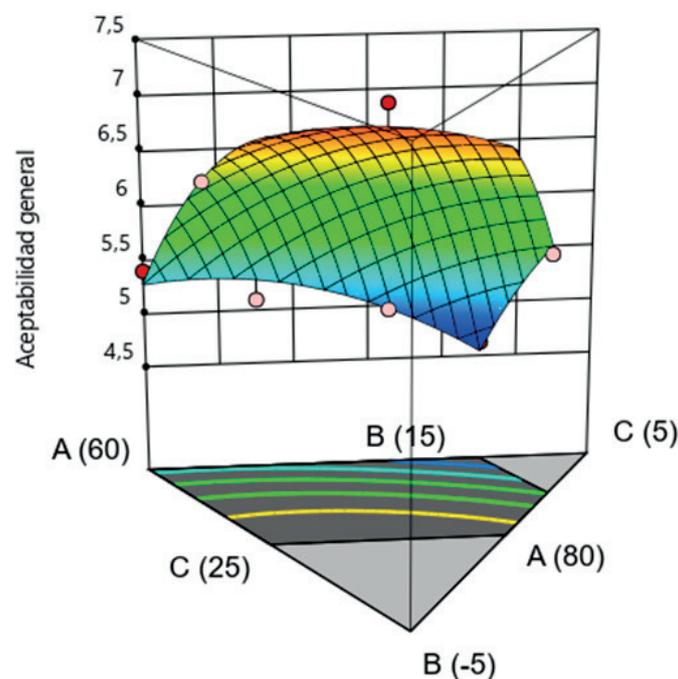


Figura 2. Superficie respuesta para la aceptabilidad general de la galleta enriquecida.

Mezcla óptima

La mezcla óptima fue estimada con los resultados de aceptabilidad general, acidez y humedad, estableciéndose los límites mínimos y máximos para cada variable, teniendo como referencias la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N° 1020 - 2010/MINSA, siendo estos valores: aceptabilidad general de 6 a 9; acidez (expresado en %ácido láctico) 0% a 0.1% y humedad 3% a 12%.

Las restricciones establecidas para la optimización permiten obtener la mezcla óptima (figura 3) siendo esta 75.285% de harina de trigo, 5% de harina de tocosh de papa y 19.716% de harina de kiwicha; cuya combinación permite obtener una galleta enriquecida con una aceptabilidad general de 7.135; acidez 0.065%; humedad 3.5% y una deseabilidad de 0.813, muy próxima a 1.

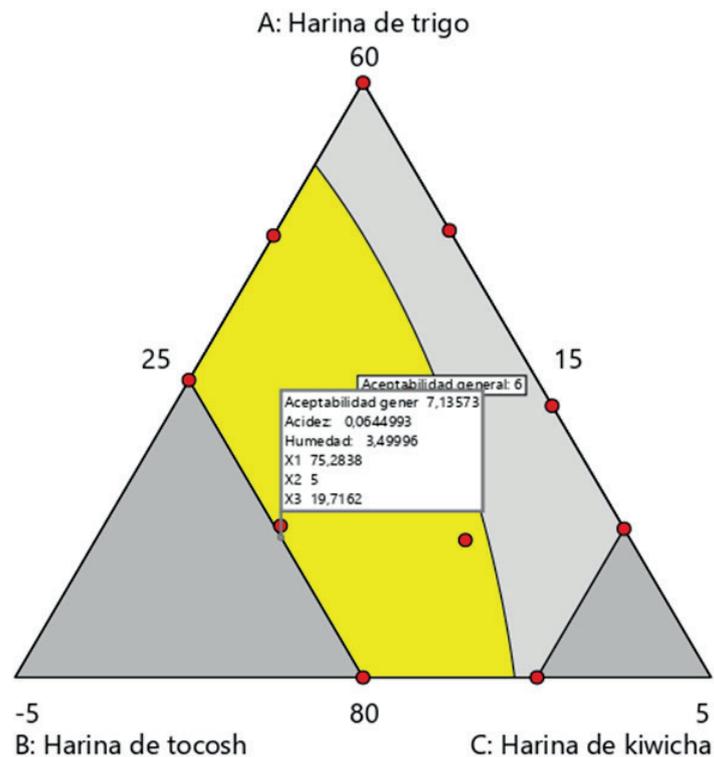


Figura 3. Gráfica de optimización de la galleta enriquecida.

4. CONCLUSIONES

El diseño de mezclas D-Optimal permitió lograr la sustitución de harina de trigo por harina de tocosh de papa (*Solanum tuberosum L*) y harina de kiwicha con una proporción de harina de trigo 74.899%, 19.920% de harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y 5.181% de harina de tocosh de papa, alcanzando un puntaje en la escala hedónica de 7.33 correspondiendo al nivel de “me gusta moderadamente”, mientras que la mezcla óptima se logró con proporción de harina de trigo 75.284%, 19.716% de harina de kiwicha y 5.00% de harina de tocosh de papa. Para lograr incremento en la aceptabilidad del producto con porcentajes mayores de harina de tocosh sería pertinente desodorizar previamente la harina, además reducir el contenido de sacarosa, para lograr un producto más saludable y ajustarse al manual de advertencias publicitarias.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Barranca a través del Financiamiento de Estudios de Investigación para obtención de grado académico y título profesional.

Correo electrónico:

Melissa Allison Oyola-Coral: moyolac@unab.edu.pe

Rossy Anavel Padilla-Fabian: rpadilla@unab.edu.pe

Nicodemo C. Jamanca-Gonzales: njamanca@unab.edu.pe

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, M. (2009). *Microbiología de los Alimentos*, Edit. Mc. Graw Hill S.A., New York, Londres.
- Arista, J. y Ramírez, L. (2018). *Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua (Chenopodium quinoa w.) y chía blanca (salvia hispánica l.) usando glicerol en la elaboración de galletas enriquecidas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3051/47036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Auquiñivin, E. y Castro, E. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, Región Amazonas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 18(1), 84-90. <https://doi.org/10.15381/idata.v18i1.12069>
- B.O.E (1987). *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Aprobación de los Métodos Oficiales de Análisis de las Galletas*. [https://www.boe.es/eli/es/o/1987/11/02/\(4\)](https://www.boe.es/eli/es/o/1987/11/02/(4))
- Capurro, J. y Huerta, D. (2016). *Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (Amaranthus caudatus), quinua (Cheropodium quinoa) y maíz (Zea mays)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú]
- Contreras, L. (2015). *Desarrollo de una galleta dulce enriquecida con harina de quinua blanca (Chenopodium quinoa) utilizando diseño de mezclas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1928/Q02_C658%20-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cornell, J. (2002). *Experiments with Mixtures: Design, Models and the Analysis of Mixtures* 3rd Ed. New York&Sons
- COVENN 1483-01 (2001). Comisión Venezolana de Normas Industriales. *Galletas (1era. Revisión)*. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1483-01.pdf>
- Cho, R.; Shin, S.; Choi, Y. & Kovach, J. (2009). Development of a multidisciplinary optimization process for designing optimal pharmaceutical formulations with constrained experimental regions. *International journal of advanced manufacturing technology*, 44: 9-10.
- Dirección General de Normas de México (1983). *Alimentos. Galletas. Food. Cookie*. Normas Mexicanas NMX-F-006-1983. <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-006-1983.PDF>
- Espinoza, J., García, T., Acosta, M. (2006). Evaluación de los factores que inciden en el comportamiento reológico de una suspensión de esmalte para baldosas (en línea). *Revista Ingeniería UC* 13(1):26-35. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v13n1/13-1-3.pdf>
- Gonzales, E. y Martínez A. (2017). *Sustitución parcial de la harina de trigo (Triticum Aestivum) por la harina de kiwicha (Amaranthus Caudatus) y la harina de cascara de maracuyá (Pasiflora Edulis) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas fortificadas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú].

- ICONTEC (2007). Norma Técnica Colombiana NTC 1241. *Productos de Molinería. Galletas*. <http://cerealesencolombia.blogspot.com/2011/12/ntc-1241-productos-de-molienda-galletas.html>
- INDECOPI (1981). *NTP 206.013.1981. Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de la acidez*. Lima, Perú.
- Martínez-Lopez, A, Millan-Linares, M., Rodríguez-Martin, N., Millan, F. & Montserrat de la Paz, S. (2019). Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Journal of Functional Foods*. 65(2020), 103735.
- Mercado, L. (2020). Evaluación de la fermentación y del secado en la elaboración de tocosh fresco y harina de tocosh desodorizado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7041>
- MINSA (2010). *Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N° 1020 - 2010/MINSA*. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>
- Montgomery, D. (2013). *Design and Analysis of Experiments*. Wiley Ed. Eighth Edition. Hoboken, Nueva Jersey.
- Montero, W. (2018). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (triticum aestivum) por harina de pulpa de zapallo macre (cucurbita maxima) y la temperatura de horneado sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de galletas dulce*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú]. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/4377/1/RE_IND.ALIM_WILLIAM.MONTERO_SUSTITUCI%C3%93N.%20DE.LA%20HARINA.DE.TRIGO.PDF
- Morales, J., Roca, M., Borrego, O., Pérez, J., y Núñez, M. (2004). *Diseño de mezcla D-Optimo: su aplicación en el desarrollo de un embutido fermentado, empleando como extensores carne recuperada mecánicamente de pollo y texturizado de soya*. VII Encuentro Ibero Americano sobre las Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias ISBN: 978-959-16-1157-4, Cuba.
- Naupari, G., Arias, G., y Amarillo, A. (1993). Estudio químico bromatológico y de la actividad antimicrobiana del tocosh. *Bol Soc Quím Perú*;59(2):87-92
- Navarrete, G. y Ruiz, D. (2012). *Elaboración de galletas de trigo (Triticum aestivum) enriquecidas con harina de Amaranto (Amaranthus tricolor)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador]. <https://es.slideshare.net/raulguagalango/tesis-elaboracion-de-galletas-de-amaranto>
- Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12(1), 83-102. https://www.research-gate.net/profile/Juan_RamirezNavas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-alconsumidor.pdf
- Reguera, M. y Haros, C. (2017). *Structure and Composition of Kernels. Pseudocereals. Chemistry and Technology*. Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118938256.ch2>

- Rodríguez, D. (2014). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa (solanum tuberosum pps) sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú].
- Sandoval, M., Tenorio, J., Tinco, A., Loli, P. y Calderón, P. (2015). Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* 'papa' en la mucosa gástrica de animales de experimentación. *Anales de la Facultad de Medicina*. 76(1), 15-20.
- Siche, R., Aredo, V., Velásquez, L., Castillo, I. (2016). El diseño simplex-centroide y la función de deseabilidad en la optimización de la aceptabilidad sensorial de pan dulce enriquecido con *Chenopodium quinoa*. *Enfoque UTE*, vol. 7, núm. 3, pp. 70-81. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.106>
- Toaquiza, N. (2012). *Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto INIAP - Alegría (Amaranthus caudatus) y panela*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ecuador]. [http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/elaboracion-de-galletas-con-sustitucion-parcial-de-harina-de-amaranto-iniap-alegría-\(amaranthus-caudatus\)-y-panela.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/elaboracion-de-galletas-con-sustitucion-parcial-de-harina-de-amaranto-iniap-alegría-(amaranthus-caudatus)-y-panela.pdf)
- Quillama, E.; Dávila, S.; Medina, A.; Avalos, C. y Paredes, D. (2012). *Evaluación de la biodiversidad láctica de "tocosh", alimento fermentado tradicional de Perú*. XXI RC ICBAR, agosto 2012. UNMSM. Perú. 2012a.
- Salvatierra, Y. y Azorza, M. (2017). *Evaluación y optimización de galletas enriquecidas con chía (salvia hispánica) y aceite extraído de tarwi (Lupinus mutabilis)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú]
- Sandoval, M., Tenorio, J., Tinco, A., Loli, P. y Calderón, P. (2015). Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* 'papa' en la mucosa gástrica de animales de experimentación. *Anales de la Facultad de Medicina*. 76(1), 15-20.
- Velásquez, L., Aredo, V., Caipo, Y. y Paredes, E. (2014). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao L.*). *Agroindustrial Science*, 4, 35-42.
- Zegarra, S. (2015). *Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (Engraulis Ringens) aplicando metodología de superficie de respuesta*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2185/Q04-Z4>