



Optimización de las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chía (*Salvia hispánica*) y aceite extraído de tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Optimization of the nutritional, textural and sensorial characteristics of cookies enriched with chia (*Salvia Hispánica*) and oil extracted from tarwi (*Lupinus Mutabilis*)

Yulissa Milagros Salvatierra-Pajuelo; Mayra Estefany Azorza-Richarte; Luz María Paucar-Menacho* 

Departamento de Ingeniería Agroindustrial y Agrónoma, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Santa, Ancash, Perú.

Received December 27, 2017. Accepted October 11, 2018.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del enriquecimiento en cookies con aceite tarwi (X_1) y semillas de chía (X_2) en sus características tecnológicas y sensoriales, para lo cual se usó un planeamiento experimental de optimización de procesos por superficie de respuesta mediante un diseño central composicional rotacional (DCCR) 2^2 dando un total de 11 tratamientos, siendo los niveles de X_1 (4; 6; 9; 12; 14 %) y X_2 (2; 3; 6; 9; 10 %) y un control (F0) elaborado con harina de trigo sin ninguna sustitución en la formulación. Las características tecnológicas evaluadas fueron: composición ácido grasos (GC), textura instrumental y color (método CIELab). Los resultados muestran que X_1 mejora el color y dureza, mientras ácido graso Omega 6, ácido graso Omega 3 y fracturabilidad tuvieron influencia significativa por ambos factores (X_1 , X_2). Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 20 panelistas semientrenados, únicamente se evaluó sabor. Las cookies con mayor X_1 presentaron mayor puntuación. La formulación óptima dentro de los rangos estudiados fue F3 (12% X_1 y 3% X_2) (7,72 % de ácido graso omega 3; 37,54% de ácido graso omega 6; y aceptabilidad de 6,58 en una escala de 7 puntos).

Palabras clave: aceite de tarwi; semilla de chía; características tecnológicas; características sensoriales; cromatografía de gases (CG).

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of enrichment in cookies with tarwi oil (X_1) and chia seeds (X_2) in their technological and sensorial characteristics, for which an experimental planning of process optimization by response surface was used. a rotational compositional central design (DCCR) 2^2 giving a total of 11 treatments, being the levels of X_1 (4; 6; 9; 12; 14%) and X_2 (2; 3; 6; 9; 10%) and a control (F0) made with wheat flour without any substitution in the formulation. The technological characteristics evaluated were: fatty acid composition (GC), instrumental texture and color by the CIELab method. The results show that X_1 improves color and hardness, while Omega 6 fatty acid, Omega 3 fatty acid and fracturability had significant influence by both factors (X_1 , X_2). For the sensory evaluation, a test with a hedonic scale was applied to 20 semi-trained panelists, only taste was evaluated. The cookies with the highest X_1 had the highest score. The optimal formulation within the ranges studied was F3 (12% X_1 and 3% X_2) (7.72% omega 3 fatty acid, 37.54% omega 6 fatty acid, and acceptability of 6.58 on a 7-point scale).

Keywords: tarwi oil; chia seed; technological characteristics; sensorial characteristics; gas chromatograph (GC).

How to cite this article:

Salvatierra-Pajuelo, Y.M.; Azorza-Richarte, M.E.; Paucar-Menacho, L.M. 2019. Optimización de las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chía (*Salvia hispánica*) y aceite extraído de tarwi (*Lupinus mutabilis*). Scientia Agropecuaria 10(1): 7-17.

* Corresponding author
E-mail: luzpaucar@uns.edu.pe (L.M. Paucar-Menacho).

1. Introducción

La presencia de productos con alta calidad nutricional disponibles en el mercado ha experimentado un crecimiento exponencial durante la última década. Los consumidores buscan obtener productos económicamente viables y sensorialmente aceptables (FAO, 2012). Las galletas constituyen productos de gran aceptación popular con un alto aporte energético y se consumen en prácticamente todos los hogares, posee una textura y un sabor agradable, son de fácil ingestión y gran comodidad de presentación, así como fáciles de transportar y conservar (Frazier y Hartel, 2012). Sin embargo, no aportan todos los nutrientes en cantidad suficiente para cubrir las necesidades de los niños y adultos jóvenes. Desde hace algunos años se reconoce el beneficio de las leguminosas como ingredientes alimentarios, hoy en día están siendo aceptados en el mercado, mejorando la calidad nutricional y la aceptación por parte del consumidor (Wu *et al.*, 2012). La organización del consejo de alimentación y nutrición del instituto de medicina de los EE.UU. (2002) establece dentro de la composición de ácidos grasos (AG) para niños de 9 a 13 años de edad 1,2 – 1 g/día de AG-omega 3 y 12-10 g/día de AG- omega 6 y en adultos de 19 a 50 años de edad 1,1-1,6 g/día de AG-omega 3 y 12-17 g/día de AG-omega 6 (ingesta recomendada para personas que no tengan ninguna enfermedad). Las grasas de origen vegetal suelen tener un alto contenido en ácidos grasos insaturados, con efectos beneficiosos para la salud. Las propiedades y beneficios de estas grasas provienen principalmente de la cantidad y el tipo de ácido graso que contienen, como los denominados “omegas”, además de ser fuente de algunas vitaminas antioxidantes (Kaur *et al.*, 2017). Las galletas tipo cookie son un tipo especial de galletas, son las cookies americanas, enormes, irregulares y de indespreciable sabor, generalmente son aquellas que llevan chispas de chocolates o algunos frutos secos como: pecanas, nueces, maní, pasas, etc. Así mismo son de mucha aceptación por jóvenes y niños. Tradicionalmente se elaboran con harina galletera (trigo) (MINSU, 2011), y materia grasa sólida (mantequilla), huevos entre otros que otorga al producto una textura deseada. Estas galletas tienen alto % AG-saturados (45%), responsables del aumento del colesterol en la sangre; asimismo brindan alta fuente de energía (Salinas y Romero, 2016). El tarwi contiene un considerable % de grasa útil, con una alta proporción de ácidos grasos

insaturados (Villacrés *et al.*, 2010), estudios preliminares muestran que el aceite es una buena fuente de ácidos grasos esenciales omega 3, 6 y 9, así mismo presenta baja concentración de AG-omega 3. Además, el aceite de tarwi contiene compuestos con propiedades antioxidantes (Uzun *et al.*, 2007). Así mismo las semillas de chía se les conoce por su alto contenido de grasa, siendo el AG-omega 3 (Gutiérrez *et al.*, 2014) uno de sus mayores componentes, esenciales para el organismo, también se les conoce por su aporte en proteínas, fibra y vitaminas (Jiménez *et al.*, 2013). En algunos estudios se han utilizado como sustitución total a la materia grasa sólida por líquida para la producción de galletas (Morones, 2012; Bautista *et al.*, 2010; Dapčević *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2015; Santiago *et al.*, 2017), en sustitución de harinas con semillas chía (Gutiérrez, 2007) modificando las características nutricionales, sensoriales y tecnológicas de los productos. Esta investigación demostró que es posible predecir la respuesta de galletas con un alto aporte en grasos esenciales (ácido graso linoleico, ácido graso linolénico), con la mezcla del aceite de tarwi y las semillas de chía, el suministro de estas galletas presenta un alto aporte nutricional, se puede cubrir la necesidad de deficiencia de ácidos grasos en niños y adultos a bajo costo. Se demostró que estas galletas tienen un buen aporte de ácidos grasos esenciales luego de su procedimiento tecnológico, se logró conservar los ácidos grasos de cadena larga de sus ingredientes fundamentales. Es destacable que actualmente existe un problema respecto a la nutrición de ácidos grasos poliinsaturados, la deficiencia y desbalance en la relación omega-6/ omega-3 en muchas poblaciones conlleva a crear nuevas tecnologías alimenticias capaz de abastecer dicha necesidad.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del enriquecimiento de las cookies con aceite de tarwi y semillas de chía en las características tecnológicas y sensoriales de consumo masivo en niños de edad escolar y adultos jóvenes, con la finalidad de desarrollar un alimento rico en ácidos grasos esenciales y un % proteína adecuado.

2. Materiales y métodos

2.1. Materia prima e insumos

Para la preparación de las formulaciones se utilizó aceite de tarwi (*Lupinus Mtabilis*) extraído en prensa expeller (Modelo: FA57/G, Marca: movimot SEW, fabricado en Perú) estos granos fueron adquiridos de la

provincia de Carhuaz, región de Ancash, país Perú.

Semilla de chía (*salvia hispánica*), Lecitina de soja, harina galletera (trigo), polvo de hornear, bicarbonato de amonio, azúcar y esencia de vainilla dichos ingredientes fueron adquiridos en supermercados locales de la ciudad de Chimbote, país Perú.

2.2. Preparación de las formulaciones para las galletas tipo cookie (Figura 1)

Para el pesado de los insumos se utilizó una balanza, marca PRECISA modelo 220 A. El batido se hizo con batidora, marca Oster modelo 30 L. El horneado de las cookies (11 formulaciones, un total de 28 kg de masa). Se hizo en un horno rotatorio por convección, marca NOVA modelo MAX 1000, a la temperatura y tiempo establecido.

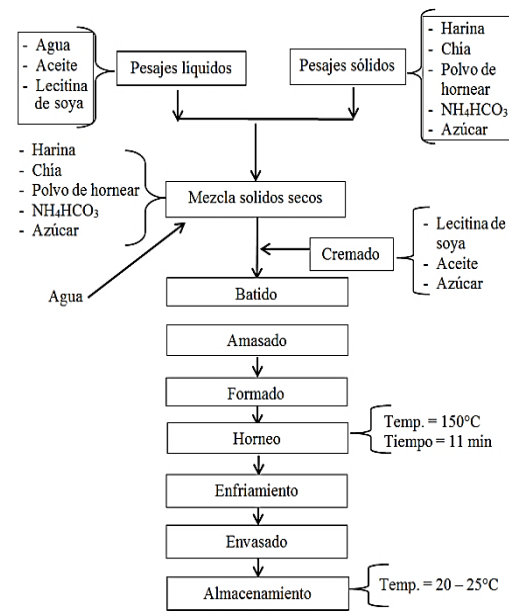


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galletas tipo cookie (Gutiérrez, 2007).

2.3. Análisis químico proximal

Se analizaron 4 métodos los cuales fueron: método para determinación de humedad (AACC, 1995. N°44-15 A), método para determinación de ceniza (AOAC, 2005. 923,03 de la), Método para determinación el contenido de aceite (A.O.A.C, 2005. 940,28. Ed. 18)

$$Aceite P. = \frac{EE \times 100}{100 - \%Humedad}$$

Método para determinación de proteína (Equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO, 2016. 5983-2 Parte 2.

2.4. Caracterización físicos y químicos a la materia grasa de ambas leguminosas

Consta de 5 métodos los cuales fueron: método para determinar la acidez titulable (AOCS Cd 3d-63 y la ISO 660),

$$indice\ de\ acidez\ (\frac{mg}{g}) = \frac{G \times N \times 56,1}{p}$$

Método para determinar el índice de refracción (AOCS 1964, li-b.2; Norma INEN 42:1973), Método para determinar el índice de peróxido (AOAC 1975 de análisis, American Oil Chemist's Society Method),

$$indice\ de\ peroxido\ (\frac{m_{eq} \cdot O_2}{kg}) = \frac{S \times N \times 1000}{W}$$

Método para determinar el Índice de Iodo (AOAC 1975 de análisis, American Oil Chemist's Society Method),

$$I. de\ yodo\ (\frac{g\ de\ yodo}{100g. grasa}) = \frac{(b-a) \times 1,269}{peso(g) muestra}$$

Estabilidad Oxidativa (Método oficial de la AOCS Cd 12b-92). Se determinó en el equipo Rancimat (Metrohm, modelo 743, Switzerland). Análisis de composición ácidos Grasos, la determinación se realizó mediante el método oficial FAMEX AOAC 991,39 en el cromatógrafo de gases (SHIMADZU, GC-2010) del instituto de investigación tecnológica de la Universidad Nacional del Santa.

Tabla 1

Formulación Base de cookies (F0) y proporción de sustitución en F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8; F9, F10 y F11

Formulaciones	Ingredientes (%p/p)*								
	X1	X2	a'	b'	c'	d'	e'	f'	g'
F0	0	0	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F1	6	3	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F2	6	9	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F3	12	3	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F4	12	9	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F5	6	2	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F6	9	10	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F7	4	6	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F8	14	6	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F9	9	6	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F10	9	6	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3
F11	9	6	53,3	11,1	0,26	0,29	1,28	0,67	13,3

X1: aceite de tarwi; X2: semillas de chía; a': harina galletera(trigo); b': azúcar; c': bicarbonato de amonio; d': lecitina de soja; e': polvo de hornear; f': esencia de vainilla; g': agua. * Formulaciones para 2,5Kg de masa.

2.5. Caracterización tecnológica en las formulaciones

Se realizaron 3 métodos de análisis: Textura Instrumental-TI (BROOKFIELD CT3, acoplado al software TexturePro CT V1.4 Build), Color Instrumental-CI (la medición del color se realizó con un colorímetro marca Minolta modelo CR - 200) y composición de ácidos grasos (CAG) (Se realizó en el CG-SHIMADZU GC-2010 con el método FAMEX AOAC 991.39).

2.6. Caracterización sensorial en las formulaciones

Se utilizaron 20 panelistas semientrenados conformados por estudiantes de la escuela Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa entre 24 y 29 años de edad. Las muestras se ofrecieron en platos plásticos y un vaso con agua (Figura 2). La ficha de Evaluación aplicada se utilizó una escala de 7 puntos donde 1 corresponde a me disgusta mucho y 7 a me gusta mucho y el parámetro evaluar fue sabor.

2.7. Características nutricionales

El producto óptimo fue evaluado comparativamente al control en cuanto a su tenor de humedad (AACC, 1995. N°44-15 A), proteína (Equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO, 2016. 5983-2, lípidos (A.O.A.C, 2005. 940,28. Ed. 18), ceniza (AOAC, 2005. 923,03), Composición ácidos Grasos (FAMEX AOAC 991,39) y carbohidratos por diferencia (100-(%proteína+%ceniza+%lípidos+%humedad)) (AACCI 2005).

2.8. Análisis Estadístico

El diseño estadístico utilizado es el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) de segundo orden con resultados en Superficie de Respuesta. Se realizó un planeamiento factorial completo 2k,

incluido 2.k puntos axiales y tres puntos centrales (en este caso k = 2 por ser dos variables independientes) totalizando 11 formulaciones (Tabla 1 y Tabla 2). Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas al nivel de $p < 0,05$.

Tabla 2

Niveles codificados para variables independientes utilizadas en el diseño experimental

Variables Independientes	Niveles				
	Código	- α	-1	0	+1
X_1 % aceite tarwi	4	6	9	12	14
X_2 % semillas chía	2	3	6	9	10

Donde $\pm \alpha = 1,41$.

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización de las leguminosas (chía y tarwi)

Los resultados arrojados para composición proximal de semillas chía fueron: $7,33 \pm 0,00\%$ humedad; $3,15 \pm 0,06\%$ ceniza; $28,86 \pm 0,73\%$ extracto etéreo; $21,95 \pm 0,83\%$ proteína y $27,70 \pm 0,23\%$ carbohidratos totales. Las semillas chías presentaron un contenido elevado en lípidos comparado con el tarwi desamargado seco, valores similares fueron reportados en la composición química de semilla de chía, linaza y rosa mosquete y sus ácidos grasos (Jiménez *et al.*, 2013). Los resultados arrojados para la composición proximal de tarwi desamargado seco fue: $10,90 \pm 0,52\%$ humedad; $1,19 \pm 0,08\%$ ceniza; $19,69 \pm 0,19\%$ extracto etéreo; $51,06 \pm 0,50\%$ proteína y $17,15 \pm 0,21\%$ de carbohidratos totales. Los tenores de humedad, proteína y ceniza para el tarwi no difieren significativamente a los encontrados por Carvajal *et al.* (2014) y Villacrés *et al.* (2010), así mismo el contenido en lípidos fue mayor que lo reportado por Uzun *et al.* (2007).

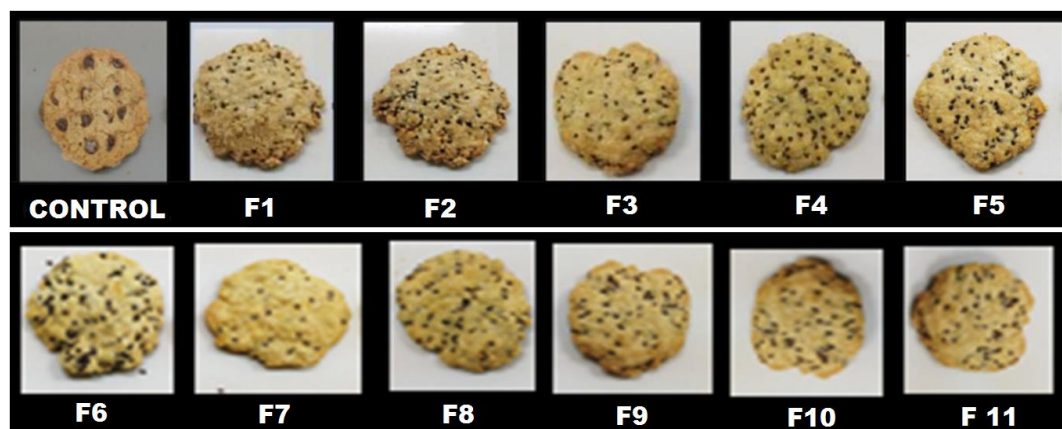


Figura 2. Muestras de formulaciones para evaluación sensorial.

3.2. Caracterización fisicoquímica en aceites: tarwi (AT) y chía (AC)

La composición de ácidos grasos (CAG) se muestra en la *Tabla 3*. Se puede observar altas concentraciones de AG- insaturados (>80%) para AC y AT, el ácido graso de mayor abundancia presente en AC es el linolénico-omega 3 (73,9%±0,028), siendo mayor en comparación con el AT (2,33%), dichos resultados se relacionan a un alto grado de insaturación, Así mismo la concentración de AG- insaturados es mayor comparado con valores reportados por *Bodoira et al. (2017)* para aceite de chía con 88% AG-insaturados. Algunos autores como *Carrillo et al. (2017)*, revelan que estos compuestos desempeñan roles críticos en la estructura de las membranas celulares y en el sistema inmunológico por lo que son esenciales para el organismo y deben incluirse en la dieta. En AT es el AG-oleico (45,5%) el más abundante comparado con el AC (3,66%), siendo de clase mono-insaturado (un doble enlace en su estructura química); *Caballero et al. (2017)* mencionan que dichos ácidos grasos son mucho menos susceptibles a la oxidación, presentan alta estabilidad, y larga vida útil. Asimismo, el AG-linoléico (omega 6) se encuentra en niveles superiores en AT (35,56%) comparado con el AC (15,86%) el cual cumple la función de controlar y reducir el colesterol que las grasas saturadas acumulan. La presencia de AG-poliinsaturados (ácidos grasos esenciales) fue mayor en AC con 89,79% a diferencia de AT 37,89%, considerados esenciales, por la incapacidad que tiene el organismo para sintetizarlos a partir de precursores *Min et al. (2016)*. En particular, los AG-insaturados es alta en ambos aceites, 77% para AT y 89% en AC, valores similares fueron reportados por *Bodoira et al. (2017)* para AC. Los AG saturados para AT fue 6,53% y para AC menos del 17%, Al comparar los resultados de IA (%ácido oleico), considerado como uno de los

principales parámetros que refleja la calidad durante el almacenamiento de los aceites vegetales (*Zapata, 2013; Bodoira et al., 2017*). Según la *FAO (2012)* ambos se encuentran dentro del rango establecido 0,5 a 5% para materia grasa cruda o no refinada considerada apta para consumo humano. Según la *NTP 151.400 (2009)*, señala un máximo de ácidos grasos libres de 1% para el aceite extra virgen y 2% para aceite virgen, por lo tanto, el AT tuvo más bajo tenor de índice de acides comparado con AC, garantizando que hubo un buen tratamiento fitosanitario y manejo post-cosecha de las materias primas. Para el IR (*Tabla 3*), según *Caballero et al. (2017)* el IR en aceites y grasas va en aumentando conforme aumenta el grado de insaturación. El AC presenta mayor insaturación que el AT, así mismo el *CODEX STAN 210-1999 - última revisión (2009)* establece un IR a 20 °C entre < 1,461- 1,468 > para aceite de soya, este dato no se ajusta a los resultados obtenidos para AT y AC, considerando valores más altos. Los ácidos grasos del AC presentan mayor longitud y mayor insaturación, se relaciona con el mayor valor de índice de refracción. Así mismo *Villacrés et al. (2010)* discierne que el índice de yodo (IY) mide el grado de insaturación de los AG y permite estimar la vida útil. La *Tabla 3* muestra los resultados para IY en ambas materias grasas, los valores en AT (109,7555 g iodo/100 g) menor comparado con el AC (189,10 g I₂/g), según la *FAO (2012)*, dichos resultados se relacionan con la naturaleza de la materia grasa, aunque también influye otros factores que deterioran a los aceites, esto puede explicarse con lo citado por *Fereidoon y Ying (2010)*, quienes sostienen que mientras mayor es el grado de saturación, menor índice de yodo, es por ello que el AC, que es rico en ácidos grasos insaturados tuvo el mayor IY; mientras que el AT, que es rico en ácido mono-insaturado (oleico) tuvo menor tenor.

Tabla 3
Análisis Físico-químicos de aceites extraídos en prensa

Análisis	Unidad	(AT)*	(AC)*
Índice de acidez (IA)	%p/p (mg/g)	0,70 ± 0,00	0,78 ± 0,02
Índice de refracción (IR)		1,47 ± 0,01	1,48 ± 0,01
Índice de yodo (IY)	gr. iodo/100 g	109,75 ± 0,93	189,10 ± 0,25
Ácidos grasos (AG)			
-Ácido palmítico	% (g/100g)	10,61 ± 0,24	4,94 ± 0,00
-Ácido esteárico	% (g/100g)	5,97 ± 0,24	1,59 ± 0,00
-Ácido oleico	% (g/100g)	45,54 ± 2,11	3,66 ± 0,02
-Ácido linoleico	% (g/100g)	35,56 ± 6,22	15,86 ± 0,00
-Ácido Linolenico	% (g/100g)	2,33 ± 0,00	73,93 ± 0,02
Estabilidad oxidativa OSI			
- Temperatura	°C	120; 140; 160	80; 100; 120
- Flujo de aire	L/h	20	20
- Tiempo de inducción	Horas	9,97; 2,50; 0,89	12,28; 2,77; 0,40

AT: aceite de tarwi; AC: aceite de chía; *Media de 3 repeticiones ± SD.

Los resultados obtenidos en este estudio para las muestras de aceite no coinciden con los reportados por *Ixtaina et al.* (2012) con 211,1 g l₂/g para AC y 115,1 g l₂/g para AT según *Villacrés et al.* (2010), así mismo se enmarca en la norma establecida para el aceite de oliva virgen, con valores menores a 120 g/g proyectándose a una mayor estabilidad en almacenamiento. Los resultados de estabilidad oxidativa (OSI) expresados en tiempo de inducción (TI) o tiempo de rancidez (*Fereidoon y Ying, 2010*) muestran que el AT sometida a la oxidación acelerada muestra una mayor estabilidad, en relación al AC para una misma temperatura de 120 °C y flujo de aire. El AC presenta una oxidación más acelerada en comparación con AT, ello es debido a que los AG-poliinsaturados del AC son más susceptibles a la oxidación. La CAG muestra que el AT está compuesta por 37,89% de AG-polinsaturados, mientras que AC 89,79%. Carbajal (2014) reporta datos de γ -Tocoferol, compuesto destacado por sus propiedades antioxidantes en AT. Así mismo *Shahidi y Zhong (2010)* mencionan que proporción de oxidación en AG como esteárico, oleico, linoleico y linolénico, ha sido descrita en 1: 100: 1200: 2500, esto se explica por lo citado por *Wu et al. (2012)* señalando que los aceites con mayor concentración en AG-saturados y monoinsaturados presentan mayor estabilidad en relación de aquellos con alto % AG-poliinsaturados.

3.3. Caracterización fisicoquímica de las galletas tipo cookie

a. Composición de ácidos grasos (CAG)

La *Tabla 4* muestra resultados obtenidos del análisis CAG. Las concentraciones de AG-linoleico (omega 6) en las cookies se encuentran entre 37,53 y 40,72%; siendo F10 (9% X₁ y 6% X₂) la que presenta mayor tenor, comparado con un F0 de 16,66 ± 0,95%. Además, existe una aproximación en los valores obtenidos para las formulaciones con condición del punto central, lo que indica una buena repetitividad del proceso. European Food Safety Authority, *EFSA (2009)* de la Comisión Europea estableció la ingesta de referencia para la población adulta de AG-omega 6 para adultos varones 6,4 g/día y mujeres 5 g/día. Asimismo el *Consejo de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de EE.UU (2002)* estableció niveles de ingesta adecuada para los AG-omega 6 para adultos varones 19-50 años 17 g/día y mujeres 12 g/día; niños y niñas de 1-3 años 7 g/día; niños y niñas de 4 – 8 años 10 g/día; niños varones de 9 – 13 años 12

g/día y mujeres 10 g/día, así también *Zamorano et al. (2010)*, publicó sus recomendaciones de 10 g/día de ácido graso omega-6 (linoleico). Los tratamientos sometidos a mayor de 14% X₁ presentan niveles más bajos en AG-omega 6. X₁ y X₂ tienen influencia significativa en la respuesta AG-omega 6 (R² = 0,91), resultados similares se obtuvieron por *Morones (2012)*, donde los tratamientos de galletas con adición de aceite de linaza micro encapsulado para conservar su actividad antioxidante adicionados en 9% elevaron su contenido de AG (C18:2) ω_6 (30,6%) y α -linolénico (1,1%).

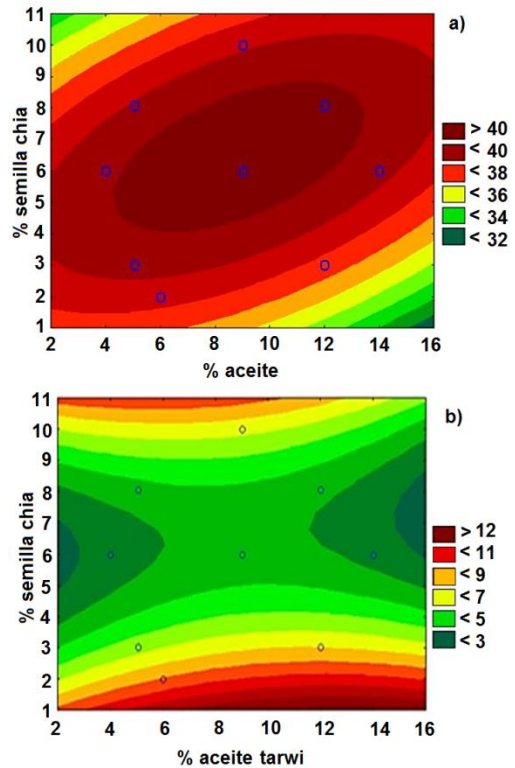


Figura 3. Curvas de contorno para AG-LINOLEICO-omega 6 (a), Curvas de contorno para AG-LINOLENICO-omega 3 (b).

En la *Figura 3.a* se observa la superficie de respuesta que los experimentos sometidos a X₁ por encima de los 10 y X₂ por debajo del 3% presentaron un valor de AG-linoleico por debajo de 34%. La formulación óptima viene destacando la zona más roja, teniendo los valores altos y ricos en AG-omega 6 (C18:2- ω_6) por encima de 40% en las galletas. La *Tabla 4* muestra valores de % AG-linolenico (Omega 3) y oscilan entre < 3,06 y 9,25% >; siendo F5 (6% de X₁ y 2% de X₂) quien presenta mayor % de AG-linolenico respectivamente, mientras que F0(control) no presenta AG-linolenico en su composición, según la *FAO (2012)*, el

organismo no puede sintetizar estos AG por lo que deben ser consumidos en la dieta, esta indispensabilidad es debido a que los mamíferos carecen de las enzimas necesarias para insertar dobles enlaces en los átomos de carbono que están más allá del carbono 9 a partir del carboxilo terminal (Sanhueza *et al.*, 2012). La respuesta de AG-linolénico (Omega 3) en las formulaciones son fuertemente influenciados por X_2 ($R^2 = 0,86$), así mismo los valores son estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$). Cabe mencionar que las grasas con alta concentración de AG-poliinsaturados presentan baja estabilidad.

La baja concentración de AG-saturados y baja oxidación en las cookies, puede ser debido a que el AT, tiene actividad antioxidante in vitro, presenta proporción de γ -tocoferol y δ -tocoferol, importantes componentes como actividad antioxidante in vitro, capaz de controlar el enranciamiento oxidativo (Araujo y Huamani, 2007) y alta concentración de AG- mono insaturados. Según lo citado por Jacob y Leelavathi (2007) al someter a altas temperaturas los AG-linolenicos, suelen transformarse en AG-trans (mismo efecto que los AG-saturados y son dañinos para la salud). El comportamiento de X_1 y X_2 muestran niveles de AG-linolenico hasta 9,25% y bajo porcentaje de AG-saturados > 16%. En la Figura 3.b, observamos que altas concentraciones de omega 3 presentan mayor % de X_1 (8 a 14%) y baja concentración de X_2 (1 a 2,5%).

El modelo predictivo para el contenido de AG-linolénico (omega 3) usando los factores codificados fue el siguiente:

$$\% \omega_3 = 4,572 + 0,408 * X_1 - 1,665 * X_1^2 - 2,919 * X_2 + 3,470 * X_2^2 - 1,278 * X_1X_2$$

Asimismo, el modelo predictivo para contenido de AG- linoleico (omega 6) fue:

$$\% \omega_6 = 40,477 - 0,824 * X_1 - 1,987 * X_1^2 + 1,380 * X_2 - 1,860 * X_2^2 + 2,050 * X_1X_2$$

Los resultados obtenidos del enriquecimiento con AG-linolénico en galletas son similares al obtenido por Gutiérrez (2007) que reporta valores de 2,03% omega (2,03 g/100 g) usando semillas chías; así mismo Ixtaina *et al.* (2012) con un enriquecimiento de 0,290% de AG alfa-linolénico y Morales *et al.* (2012).

b. Análisis de perfil de textura (APT)

La Tabla 4 muestra valores obtenidos del análisis: perfil de textura en las cookies. Se observó que la incorporación de X_1 presenta diferencia significativa ($p > 0,05$). las formulaciones con mayor % X_1 presentaron una dureza similar a F0, sin embargo, todas las formulaciones presentaron mayor crocancia en comparación con F0. El AT puede sustituir a la margarina en su totalidad en un 12%. Así mismo X_2 puede mejorar la crocancia de las cookies. Los coeficientes de regresión obtenidos revelaron que, X_1 y X_2 tienen un efecto significativo ($p < 0,05$) respecto a la dureza en los tratamientos. Resultados similares fueron reportados por Castro *et al.* (2013), Morones (2012) en galletas horneadas con adición de aceite, quienes indicaron que dentro de los factores que más contribuyeron e influyeron en los parámetros texturales entre ellos la dureza, es la cantidad de aceite que se añade a las galletas. Esto puede explicarse con lo citado por Bautista *et al.* (2010), quienes sostienen que, al disminuir el contenido de grasa, presentan mayor valor de fuerza, de resistencia a la rotura y penetración, así mismo más fracturas durante la penetración.

Tabla 4
Perfil de textura (PT) y composición ácidos grasos (CAG) de las formulaciones

Form.	X_1	X_2	(CAG)*		(PT)*	
			(C18:2) ω_6 (% p/p)	(C18:3) ω_3 (%p/p)	Dureza (N)	Fracturabilidad (N)
F1	6	3	39,62 ± 0,01	6,13 ± 0,09	51,23 ± 0,59	6,19 ± 0,77
F2	6	9	38,83 ± 0,04	3,62 ± 0,07	30,01 ± 0,55	9,62 ± 0,03
F3	12	3	37,53 ± 0,02	7,72 ± 0,01	26,71 ± 0,01	12,55 ± 0,19
F4	12	9	39,64 ± 2,03	3,06 ± 0,01	11,80 ± 0,05	17,91 ± 0,06
F5	6	2	38,22 ± 0,09	9,25 ± 0,06	45,66 ± 0,08	7,70 ± 0,05
F6	9	10	39,18 ± 0,06	8,20 ± 0,38	20,84 ± 0,49	15,28 ± 0,11
F7	4	6	39,86 ± 0,01	4,24 ± 0,12	40,41 ± 0,02	10,01 ± 0,97
F8	14	6	39,65 ± 0,35	4,23 ± 0,02	15,30 ± 0,13	17,91 ± 0,45
F9	9	6	40,63 ± 0,07	3,74 ± 0,04	24,90 ± 0,62	14,60 ± 0,20
F10	9	6	40,72 ± 0,36	5,00 ± 0,04	25,43 ± 0,01	15,91 ± 0,05
F11	9	6	40,59 ± 0,46	4,92 ± 0,24	25,03 ± 0,15	15,59 ± 0,35
F0	-	-	16,66 ± 0,95	-	27,39 ± 0,05	15,59 ± 0,19

*Media de 3 repeticiones ± SD.

El análisis de varianza indica que existe diferencia estadísticamente significativa ($R^2 = 0,97$) entre tratamientos para fracturabilidad. Los ensayos sometidos a menor X_1 y cualquier X_2 , presentan menor resistencia al quiebre. Los óptimos tienen que ser de $> X_1$ (Figura 4.b).

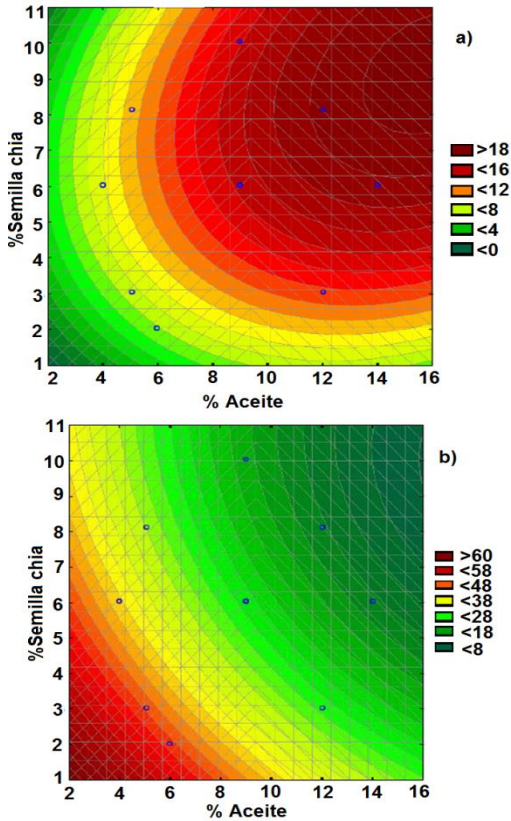


Figura 4. Curvas de contorno para Dureza (a), Curvas de contorno para Fracturabilidad (b).

Las muestras con $X_1 < 8\%$ (F1 y F7) mostraron mayor dureza, esto podría relacionarse con el contenido de humedad de las cookies. A menor % humedad el producto de panificación pierde suavidad.

El modelo predictivo obtenido para Dureza (N) presento un $R^2 = 0,97$, así mismo los valores son estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$). A continuación, se muestra usando los factores codificados:

$$\% \text{ Dureza} = 26,132 - 26,230 * X_1 - 26,230 * X_1^2 - 14,137 * X_2 + 3,250 * X_2^2 + 1,991 * X_1X_2$$

Asimismo, el modelo matemático para fracturabilidad presento un $R^2=0,96$.

$$\% \text{ Fract.} = 14,912 + 8,534 * X_1 - 3,934 * X_1^2 + 4,443 * X_2 - 2,515 * X_2^2 + 1,910 * X_1X_2$$

c. Color instrumental (CI)

El color de la corteza en las galletas es una carta de presentación al consumidor, según lo citado por Dapčević et al. (2015) una corteza muy pálida o en extremo oscura pueden causar el rechazo del producto. En la Tabla 5 se observa los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) evaluada en la corteza de las cookies, las formulaciones con menor % de X_1 : F1, F2, F5, F6 y F7 presentaron baja luminosidad (tendencia al color claro), mientras que los puntos centrales (F9, F10 y F11), F3 y F4 presentaron mayor luminosidad, esto se puede explicar con lo citado por Velásquez et al. (2014), menciona que se debe principalmente a la reacción de Maillard y se produce por el contacto en calor entre los azúcares y los aminoácidos (proteínas) presentes en la formulación. Corroborando lo mencionado, para Frazier y Hartel (2012) y Gil y Hernández (2010), las causas que definen el cambio de coloración es debido también a la presencia de pigmentos o colorantes naturales y reacciones enzimáticas propias. Los parámetros L^* y C mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), mayor variabilidad se presentó en luminosidad (Figura 5.a).

Tabla 5
Color Instrumental y Sabor en las formulaciones

Form.	X_1	X_2	Color Instrumental (CIELab)					Evaluación Sensorial Sabor *
			L^*	A	B	C^*	h°	
F1	6	3	70,45	2,84	35,30	35,41	85,39	2,35 ± 0,01
F2	6	9	66,60	1,46	25,32	25,37	87,28	2,42 ± 0,05
F3	12	3	60,42	3,01	39,95	40,07	85,60	6,58 ± 0,34
F4	12	9	59,54	3,08	36,77	36,89	84,98	5,65 ± 0,23
F5	6	2	66,29	-0,13	27,90	27,90	90,28	3,60 ± 0,06
F6	9	10	64,03	-0,68	26,95	26,96	91,46	4,15 ± 0,04
F7	4	6	66,52	1,49	33,40	33,44	87,44	4,45 ± 0,09
F8	14	6	61,59	0,30	41,44	41,44	89,49	5,75 ± 0,34
F9	9	6	59,07	2,39	35,74	35,82	85,67	5,05 ± 0,23
F10	9	6	61,71	3,46	36,18	36,34	84,51	5,80 ± 0,40
F11	9	6	61,06	3,45	35,90	35,54	84,23	5,48 ± 0,12
F0	-	-	60,45	3,80	34,22	40,13	85,39	6,95 ± 0,03

L: Luminosidad; a: rojo/verde; b: azul/amarillo; C*: cromaticidad; h°: ángulo de tono. *Puntaje de sabor en una escala de 7 puntos y media de 20 panelistas ± SD.

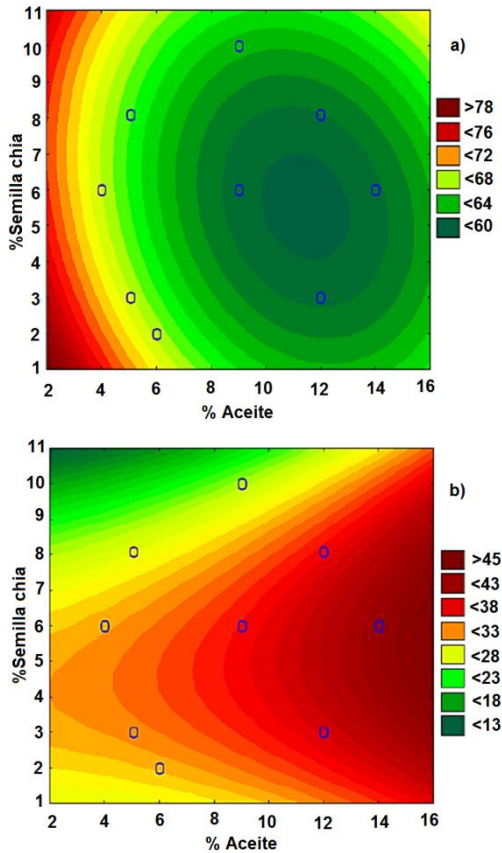


Figura 5. Curvas de contorno para Luminosidad (L^*) (a), Curvas de contorno para cromaticidad C^* de las galletas (b).

Para C^* el factor X_1 presenta mayor influencia en los tratamientos, seguido de X_2 . Es así que a $> X_1$, el brillo y los valores de matiz aumentaron. Asimismo, el enrojecimiento y la amarillez (C^*) aumentaron con la concentración de X_1 y X_2 . En relación a la luminosidad F3 presentó un color más oscuro dorado (menor L^*) seguida de F0. Así mismo, en la **Figura 5.a**, la región de color rojo representa la mezcla de X_1 y X_2 para tener un mayor valor de L^* (galletas más claras diferentes de F0). Los puntos óptimos son sometidos a $> X_1$ (superficie de cookies más oscura dorada similar a F0) Para cromaticidad (C^*), podemos ver en la **Figura 5.b**, aumenta a medida que lo hace X_1 y bajo X_2 , teniendo así una intensidad de colorido mayor en las galletas. Respecto a ángulo de tono (h), no hubo diferencia significativa entre tratamientos, según los resultados obtenidos mostrados en la **Tabla 5** los datos difieren de 85-91 el color de tono indica tendencia al amarillo. El modelo matemático presenta un coeficiente de determinación ($R^2=0,87$) para: $(L^*) = 60,520 - 7,590 * X_1 + 7,770 * X_1^2 - 0,754 * X_2 + 2,348$

$* X_2^2 + 1,618 * X_1X_2$ y el modelo del diseño para cromaticidad (C) presenta un $R^2=0,86$ $(C^*) = 36,474 + 10,72849 * X_1 + 2,3364 * X_1^2 - 2,873 * X_2 - 5,401 * X_2^2 + 2,130 * X_1X_2$

Asimismo, tanto para luminosidad y cromaticidad los valores son estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

3.4. Características sensoriales de las galletas (Escala hedónica verbal)

En la **Tabla 5** se detallan las puntuaciones medias asignadas por panelistas a cada formulación. En la evaluación sensorial se observó que los puntajes de las formulaciones en función al sabor, revela un incremento directamente proporcional a X_1 hasta un 14%. Las formulaciones en los puntos centrales y F3 con un puntaje máximo de 6,58, son las que gozan de la mayor aceptación por parte de los panelistas comparado con un valor de 6,95 para F0. La **Figura 6** muestra que los ensayos sometidos a $> X_1$ hasta 12% presentan los puntajes más altos en sabor, por lo contrario, disminuyen proporcionalmente. El punto óptimo se encuentra en un 12-14 de X_1 y 5-6% de X_2 , siendo F3 la formulación óptima. El modelo predictivo obtenido para sabor usando los factores codificados presenta un $R^2=0,78$, y se observó que el término lineal de X_1 en concentración porcentual fue el único que tuvo efecto significativo ($p < 0,05$). A continuación, se muestra el modelo matemático:

$$Sabor = 5,629 + 3,201 * X_1 - 1,797 * X_1^2 - 0,234 * X_2 - 0,948 * X_2^2 - 0,544 * X_1X_2$$

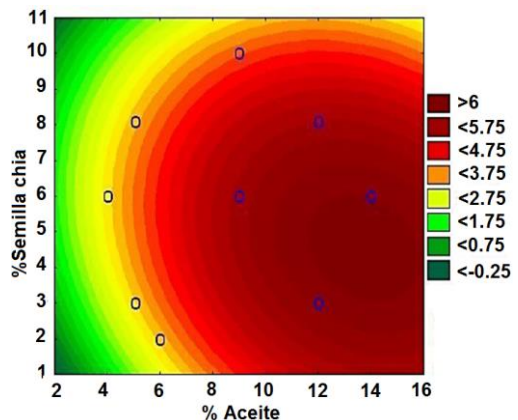


Figura 6. Superficie de respuesta para Sabor (a) en función a la concentración de aceite de tarwi y semillas de chia en las formulaciones.

3.5. Características nutricionales

Fueron evaluados: la cookie control (F0), con la cookie óptima final (F3) con 12% X_1 y 3,2% X_2 .

Tabla 6

Composición Centesimal de los ensayos F0 y Óptimo (F3)

Ensayo * (%)	F0	Óptimo
Humedad	3,50 ± 0,07	2,15 ± 0,52
Cenizas	0,92 ± 0,45	0,99 ± 0,29
Lípidos	15,14 ± 0,50	12,27 ± 0,19
Proteína	1,55 ± 0,20	7,80 ± 0,00
Fibra	1,34 ± 0,40	5,07 ± 0,24
carbohidrato **	77,46 ± 0,23	71,71 ± 0,34
Composición Ácidos		
Grasos		
Acido palmítico mg/100g	39,25 ± 0,24	13,25 ± 0,03
Acido esteárico	4,26 ± 0,24	4,45 ± 0,73
Acido oleico	35,25 ± 0,83	37,04 ± 0,33
Ácido linoléico	19,25 ± 0,95	37,53 ± 0,12
Ácido linolénico	0,0	7,72 ± 0,01

*Resultados presentados e valores promedios ± SD

** calculados por diferencia.

La **Tabla 6** muestra los resultados del análisis de composición centesimal de las cookies elaboradas. Se concluyó que existe diferencia entre F0 y F3 en relación a fibra, carbohidratos y el tenor de proteína fue mayor en F3 que F0, esto es gracias al aporte nutricional de la chía. Los resultados para CAG indica que el F3 obtuvo mayores concentraciones de AG-omega 3, 6 y 9 comparado con F0. Así mismo la cantidad de omega 3 aumento significativamente a 7,72% de F0 que no presento AG-omega 3.

4. Conclusiones

Los resultados de este trabajo dentro de los límites establecidos nos permiten concluir que, desde el punto de vista nutricional en una porción de 5 galletas con un peso aproximado de 8 gr. (por galleta) representan 296,216 mg de omega-3 y 1440,184mg de omega-6, cumpliendo con la relación de 1/5 de omega3 /omega6 para el tratamiento óptimo de fabricación con 12% de X₁ y 3% de X₂, comparado con un F0 que no presentó omega-3. Los resultados obtenidos se encuentran bajo el límite de dosis recomendadas por las organizaciones CANIM (2002) y EFSA (2009) para adultos y niños. Del análisis fisicoquímico de la materia grasa de ambas leguminosas; el aceite de tarwi presentó mejor estabilidad oxidativa comparado con la materia grasa extraída de las semillas de chía, así mismo muestra una mayor capacidad oxidativa (degradativa) en relación al aceite de tarwi, ambos presentaron altos % AG-poliinsaturados y bajos % de AG-saturados, sin embargo, el aceite de chía tuvo alto porcentaje de omega 3. La alta concentración de aceite en las galletas trae un efecto favorable para los parámetros dureza y fracturabilidad, permitiendo tener un producto fresco y con una composición interna adecuado ya que

se tiene una masa con baja humedad y es poco pegajosa, esto a causa de la alta cohesividad. Asimismo, la inclusión de semillas de chía en la formulación de galletas, permitió generar un valor agregado aportando fibra y en relación al contenido de proteína, el tratamiento óptimo (7,80%), eleva este contenido en comparación con la formulación control F0 (1,55%).

Se recomiendan futuras investigaciones aplicando este nuevo producto con dosis suministradas a humanos y evaluar la eficiencia de su ingesta en la salud humana, así mismo se sugiere realizar más estudios sobre las propiedades nutricionales del tarwi y su aporte en diferentes alimentos, como una alternativa nutricional de gran relevancia.

ORCID

L.M. Paucar-Menacho  <https://orcid.org/0000-0001-5349-6167>

Referencias bibliográficas

- Araujo, J.; Huamani A. 2007. Cinética de secado durante la fritura de chips de ñame (*Dioscorea* sp.) y estimación de vida útil por simulación. Revista Anales Científicos de la UNALM 68(3): 88-97.
- Bautista, M.; Camarena, E.; Alanis, M.; Álvarez, L.; Gamiño, Z.; Da Mota, V. 2010. Desarrollo, valor nutricional y características funcionales de galletas elaboradas con chía y linaza. Tesis para titulación. Universidad de Guanajuato, Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Bodoira, R; Penci, M.; Ribotta, P.; Martínez M. 2017. Chía (*Salvia hispánica* L.) oil stability: Study of the effect of natural Antioxidants. Food Science and Technology 75: 107 – 113.
- Caballero, G.; Torio, O.; Jimenez, T.; Sánchez F. 2017. Omega-3 fatty acids and depression: A systematic review. *Psiquiatría Biológica* 24(1): 10-17.
- Castro, J.; Chicata, A.; Delfín, Y.; Gatti, N.; Rojas, G. 2013. Planeamiento Estratégico del Tarwi. Tesis para maestría. Pontificia universidad católica del Perú.
- Carrillo, G; Gutiérrez, C.; Muro, V.; Martínez, H.; Torres B. 2017. La chía como súper alimento y sus beneficios en la salud de la piel. *Revista Medigrafica* 12(1): 18-24.
- Carvajal, F.; Koziol, M.; Linnemann, A.; Nout, M.; Van Boekel, M. 2014. Consumer liking, purchase intent, and willingness to pay for *Lupinus mutabilis* Sweet in relation to debittering treatments. *Food Quality and Preference* 22(1): 200-210
- CANIM - Consejo de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina. 2002. Consumos dietéticos de referencia (DRI) y dietas recomendadas (RDA) para energía, carbohidratos, fibra, grasas, ácidos grasos, colesterol, proteínas y aminoácidos. Instituto de Medicina de las Academias Nacionales. Washington DC. The National Academy Press. Disponible en: <http://www.nal.usda.gov/fnic/etext/000105.html>.
- Dapčević, T.; Hadnađev, M.; Pojić, M.; Rakita, S.; Krstonošić. V. 2015. Functionality of OSA starch stabilized emulsions as fat replacers in cookies. *Journal of Food Engineering* 167(B): 133-138.
- EFSA - European Food Safety Authority. 2009. General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey. *EFSA J.* 27(12): 1435-1486.
- FAO ISBN, 2012. Grasas y ácidos grasos en nutrición humana consulta de expertos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la

- Agricultura [FAO] y la Fundación Iberoamericana de Nutrición [FINUT]. pp.1014-2916.
- Fereidoon, S.; Ying, Z. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews* 39 (11): 4067-4079.
- Frazier, A; Hartel, R. 2012. Bloom on chocolate chips baked in cookies. *Food Research International* 48(2): 380-386.
- Gil, A.; Hernández. 2010. *Nutrition Treatise: Composition and Nutritional Quality of Foods*. Ed. Médica Panamericana. pp. 532-56.
- Gutiérrez, P. 2007. Estudio sobre la elaboración de galletas con semilla de chía (*Salvia hispánica*) como alimento funcional con aporte de ácidos grasos omega-3. Tesis para título. Universidad de Chile. Santiago-Chile.
- Gutiérrez, R.; Ramírez, Ma.; Vega, L.; Salvador, J.; Rodríguez, L.M.; Escobar, A. 2014. Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispánica* L.) cultivadas en cuatro estados de México. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 19(3): 199-207.
- Itaina, V.; Nolasco, S.; Tomás, M. 2012. Oxidative stability of chia (*Salvia hispánica* L.) seed oil: effect of antioxidants and storage conditions. *J Am Oil Chem Soc* 89: 1077-1090.
- Jacob, J.; Leelavathi, K. 2007. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal of Food Engineering* 79(1): 299-305.
- Jiménez, P.; Masson, L.; Quiral, V. 2013. Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos. *Revista chilena de nutrición* 40(2): 155-160.
- Kaur, M.; Singh, V.; Kaur, R. 2017. Effect of partial replacement of wheat flour with varying levels of flaxseed flour on physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of cookies. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 9: 14-20.
- Min, H.; Charlotte J.; Kongens L. 2016. Oxidative stability and shelf life of foods containing oils and fats. *Amer Oil Chemist Society*. New Century. pp.133-154.
- MINSA. 2011. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de Salud RM N° 1020-2010.
- Morales, P; Rodrigo, V.; González M.; González, E.; Tapia O.; Sanhueza, C.; Valenzuela, B. 2012. Nuevas fuentes dietarias de ácido alfa-linolénico: una visión crítica. *Revista chilena de nutrición* 39(3): 79-87.
- Morones, R. 2012. Estudio sobre el efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto en la vida de anaquel. Tesis para maestría. Universidad autónoma de nuevo león. 106 pp.
- Oliveira, L; Veras, M.; Andrade, L.; Theodoro, G.; Chiarello, M. 2015. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. *LWT - Food Science and Technology* 60(1): 50-55
- Sanhueza, C.; Nieto, K.; Valenzuela, B. 2012. Ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería cis potencialmente beneficioso. *Revista de nutrición* 29(2): 98-105.
- Salinas, N.; Romero, L. 2016. Tecnología de alimentos, Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas. *Anales venezolanos de nutrición*. 24(2): 78-85.
- Santiago, P.; Mellado, E.; León, F.; López, M. 2017. Evaluation of Agave angustifolia fructans as fat replacer in the cookies manufacture *Research article LWT - Food Science and Technology* 77: 100-109.
- Shahidi, F.; Zhong, Y. 2010. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical society reviews* 39(11): 4067-4079.
- Uzun, B.; Arslan, A.; Karhan, M. y Toker, C. 2007. Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.). *Food Chemistry* 102: 45-49.
- Velásquez, L.; Victore, A.; Pérez, E. 2014. Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroindustrial Science* 4(1): 35-42.
- Villacrés, E.; Navarrete, M.; Lucero, O.; Espin, S y García, E. 2010. Evaluación del Rendimiento, Características Físico-Químicas y Nutraceúticas del Aceite de Chocho (*Lupinus mutabilis* sweet), *Revista tecnológica- Espol* 23(2): 57-62.
- Wu, S.; Ricke, S.; Schneider, K. y Ahn S. 2012. Food safety hazards associated with ready-to-bake cookie dough and its ingredients. *Food Control* 73 (B): 986-993.
- Zamorano, M.; Guzmán, E; Ibáñez, J. 2010. Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región metropolitana de Chile. *Revista chilena de nutrición* 37(4): 439-445.
- Zapata, A.; Cogollo, A.; Alberto, B. 2013. Potencial nutracéutico del aceite de la almendra de choibá o almendro de montaña (*Dipteryx oleifera* Benth.). *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 18(3): 368-380.