

EVALUACIÓN DEL GRADO DE SUSTITUCIÓN DE HARINA DE AVENA (*Avena sativa*) Y HARINA DE HOJA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) PARA FORMULAR UNA GALLETA ENRIQUECIDA

EVALUATION THE DEGREE OF SUBSTITUTION AOTMEAL (*Avena sativa*) AND FLOUR QUINUA SHEET (*chenopodium quinoa*) TO MAKE A ENRICHED COOKIE

Janys Johnny Bravo Rodriguez¹
Jorge Antonio Perez Soriano²

Fecha de recepción: 17 de mayo 2016

Fecha de aceptación: 20 de setiembre 2016

Resumen

En el presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar y determinar el grado de sustitución para la formulación de una galleta enriquecida con harina de hoja de quinua y harina de avena. Para esto se establecieron objetivos específicos los cuales fueron: determinar las propiedades físico - químicas de la harina de hoja de quinua y harina de avena, realizar un análisis físico-químico de la galleta de mayor aceptabilidad y determinar y cuantificar la cantidad de Fe⁺ y Ca⁺ en la galleta formulada. La calidad nutricional de galleta enriquecida con harina de hoja de quinua y harina de avena, se determinó la composición proximal, contenido de hierro, calcio. Para seleccionar la mejor formulación se establecieron 8 mezclas y se contó con panelistas semi entrenados; el análisis estadístico para el análisis sensorial fue la prueba de escalas de categorías hedónicas, se midió la aceptabilidad global y la aceptabilidad de los atributos sensoriales: sabor, olor y color, apariencia general a nivel de laboratorio utilizando 10 panelistas semi-entrenados y una escala de categorías hedónicas estructurada de 10 puntos. Para establecer los parámetros del proceso se realizaron pruebas pre- experimentales. Para la caracterización de la galleta mediante el análisis físico- químico y proximal se empleó normas estandarizadas cuyos resultados se compararon con los requisitos de la NTP 206.002:1981. Se formuló y elaboró la galleta enriquecida, obteniendo el mayor grado de aceptabilidad la muestra correspondiente al 80% de harina de trigo (galletera), 10 % de harina de hoja de quinua, 10 % de harina de avena. Según el análisis proximal y el valor teórico proximal de nutrientes esenciales; Kcal (141.88%) esta galleta ayudaría a complementar la necesidad de ingesta diaria de aminoácidos (14.4%). Las características organolépticas y físicas demostraron que esta galleta de calidad. Se envaso en bolsas de Polipropileno de alta densidad, con una humedad (3.4%).

Se concluye que es factible la formulación y elaboración de una galleta fortificada con harina de hoja de quinua y harina de avena, cuyos porcentajes para materias primas el 80% de harina de trigo, 4% de harina de hoja de quinua, 16 % de harina de avena y para los insumos 30% de azúcar impalpable y 70 % de margarina vegetal.

Se halló que la formulación obtenida de mayor aceptabilidad N° 3, tienen un alto contenido proteico (14.4%), hierro (4.3 Fe mg/Kg%), calcio (83.2 Ca mg/Kg), fibra (0.7%), grasas (6%). El perfil de calorías es 141.88 Kcal, donde se indicó un balance nutricional. Los resultados del análisis físico-químico de los componentes de la galleta indicaron que la harina de hoja de quinua presenta en su análisis proximal: humedad (5.0%), cenizas (2.45%), fibra (1.0%) y proteínas (11.82%), la harina de avena presenta en su análisis proximal humedad (7.0%), cenizas (3.0%), fibra (1.2%) y proteínas (12.4%).

Palabras claves: Aceptabilidad, formulación, enriquecidas, galletas, proteínas, calcio.

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Egresado. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. robravoja@crece.uss.edu.pe.

² Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Egresado. Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Lambayeque. Perú. psorianoj@crece.uss.edu.pe.

Abstract

In the present research work it was performed in order to evaluate and determine the degree of substitution for the formulation of an enriched flour quinoa sheet and oatmeal cookie. For this purpose, specific objectives were established: determine the physicochemical properties of quinoa leaf meal and oatmeal, perform a physical-chemical analysis cookie greater acceptability and determine and quantify the amount of Fe^{+} and Ca^{+} in the formulated biscuit. The nutritional quality of leaf meal enriched with quinoa and oatmeal cookie proximate composition, content of iron, calcium was determined. To select the best formulation 8 mix were established and had trained panelists semi; statistical analysis for sensory analysis was proof scales hedonic categories, overall acceptability and acceptability of sensory attributes measured: taste, smell and color, overall appearance in the laboratory using 10 panelists semi-trained and scale structured hedonic categories 10 points. To set the process parameters experimental pre-tests were performed. 1981: To characterize cookie by physico-chemical analysis and standardized rules whose proximal results were compared with the requirements of the NTP 206,002 was used. It was formulated and produced the enriched biscuit, obtaining the highest degree of acceptability the sample corresponding to 80% of wheat flour (biscuit), 10% of quinoa leaf meal, 10% oatmeal. According to the proximal analysis and theoretical value of essential nutrients; Kcal (141.88%) this cookie would help complement the need for daily intake of amino acids (14.4%). The organoleptic and physical characteristics showed that this cookie quality. I was packed in bags High density polypropylene, with a moisture content (3.4%).

It is concluded that the design and development of a fortified biscuit leaf meal quinoa and oatmeal, whose percentages for raw materials 80% of wheat flour, 4% leaf meal quinoa, 16% flour is feasible oat and inputs 30 % of confectioners' sugar and 70% vegetable margarine.

It was found that the formulation obtained greater acceptability N° 3, have a high protein content (14.4 %), iron (4.3 Fe mg / Kg %), calcium (83.2 Ca mg/kg %), fiber (0.7 %), fats (6%). The profile is 141.88 Kcal calories, nutritional balance where indicated. The results of the physico-chemical analysis of the components indicated that cookie sheet flour quinoa has at its proximal analysis: moisture (5.0 %), ash (2.45 %), fiber (1.0 %) and protein (11.82 %), oatmeal has at its proximal moisture analysis (7.0 %), ash (3.0 %); fiber (1.2 %) and protein (12.4 %).

Keywords: *Acceptability, formulation, enriched, biscuits, protein, calcium*

1. Introducción

En la formulación de alimentos el criterio más importante en la selección del nivel de incorporación de cualquier ingrediente, es la contribución que éste tendrá en la aceptación del producto final. Se han efectuado algunos ensayos sobre la incorporación porcentual de harinas (IPH) a los alimentos, bien sea en forma directa o como ingrediente, se ha determinado que la IPH producido en la formulación N° 3 (783) Contiene 14.4% de proteínas y cantidades apreciables de hierro y calcio. En esta investigación se intenta fortificar una galleta a base de hoja de quinua y harina de avena, un uso alternativo en la alimentación humana directamente, con el fin de aprovechar su gran contenido de proteínas, fibra, carbohidratos, así como hierro y calcio, utilizando para ello un producto que tiene gran aceptación en la población como es la galleta.

La hoja de quinua es un componente con mayor contenido de hierro biodisponible, la harina de avena, cereal que aporta cantidad de aminoácidos, proteínas de mayor contenido, lo que lleva este trabajo a evaluar este micro mineral en un producto de panificación, como las galletas que hacen parte de la dieta diaria del consumidor peruano. En el proceso y desarrollo de nuevas tecnologías, la cuantificación de las nutrientes y los minerales que intervienen en los alimentos es esencial, allí la química analítica ha jugado un papel primordial, ya que sus métodos generan resultados muy exactos y de una manera práctica. Se cuantificó el hierro ferroso Fe^{2+} y Ca^{+}

presente en la matriz de mejor aceptabilidad con el fin de potencializar las propiedades nutricionales, metodología. El hierro Fe^{2+} y Ca^{+} fue cuantificado en cada una de las matrices propuestas por espectrofotometría UV Visible utilizando el método de la orto-fenantrolina. Resultados. Se encontró una concentración de Hierro (Fe) y Calcio (Ca).

Haciendo una complementación de calidad sensorial y física en la galleta según Troccoli., et al. (2000) y Gil (2010). Señalan que una de las propiedades que pueden revelar la calidad de la galleta son: sabor, olor, color, dureza, apariencia general.

El problema para esta investigación fue: ¿Cuál será el porcentaje óptimo de sustitución de harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de avena (*Avena sativa*) la cual permitirá obtener una galleta nutritiva y agradable?. Y la hipótesis de esta investigación fue: el mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo es el del 20% por harina de hoja de quinua, harina de avena, presentando un aumento en la calidad nutricional y una estructura física, nutricional más parecida a la muestra sin sustitución.

El objetivo principal del presente trabajo de tesis fue: evaluar y determinar el grado de sustitución para la formulación de una galleta enriquecida con harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de avena (*Avena sativa*), donde esta podría ser incorporada a niveles moderados en la elaboración de galletas sin mostrar un efecto negativo en el nivel de aceptación de las mismas, así como su valor nutricional; por lo que la obtención de este producto permitirá por lo tanto contar con una nueva fuente alimentaria de gran valor nutritivo que favorecerá a madres en periodos de gestación en el consumo de ácido fólico como alternativa en la sustitución de producto mencionado, y la gran mayoría de la población infantil provenientes de zonas de alta pobreza de nuestra región y que no pueden satisfacer sus requerimientos nutricionales.

2. Materiales y métodos

2.1 Métodos

Método deductivo:

El desarrollo del proyecto de investigación de tesis siguió el método deductivo por que se inició con la revisión detallada de investigaciones científicas como tesis, libros, artículos, revistas científicas y otros, para considerar los parámetros técnicos del proceso de formulación, evolución de la mejor mezcla fortificada que se ejecutó en el proyecto.

Método inductivo:

El desarrollo del proyecto de investigación de tesis siguió el método inductivo porque se realizó la búsqueda de los resultados comprobando directamente la hipótesis de obtener el mejor porcentaje de sustitución de harinas con aumento en la calidad nutricional y estructura física.

El presente trabajo de tesis tuvo tres etapas, la primera:

Pre-experimental de formulación, elaboración y de análisis en el periodo de mayo 2016, se desarrollaron en un local acondicionado para el desarrollo de los mismos, situado en la carretera Pimentel km 53 - Chiclayo. Siendo para dicho lugar y periodo de tiempo, la temperatura promedio: 28 °C y humedad promedio: 72%.

2.1.1 Técnicas de investigación:

Observación:

Como elemento fundamental de todo proceso de investigación se utilizó y desarrollo para registrar los datos del proceso de sustitución para formular una galleta enriquecida, análisis proximal, análisis físico químicos, pruebas de minerales, pruebas de minerales para luego ser plasmado en el informe de investigación.

Experimentación:

Se realizó un proceso de transformación de los componentes de materias primas utilizadas, harina de trigo, harina de hoja de quinua y harina de avena mediante un proceso de molienda con la finalidad de reducir el tamaño de partícula, durante el proceso productivo de elaboración de galleta se trabajaron las tres harinas en diferentes porcentajes para obtener la mejor formulación de sustitución del porcentaje de harinas sustituibles en la galleta, para lo cual se le realizó un análisis nutricional, físico químico, proximal y minerales.

Test de evaluación sensorial:

Se utilizó el método de escala hedónica grafica para medir la aceptabilidad del elemento del rango del 1 – 10; siendo el rango de 0 – 5 poco aceptable y de 6 – 10 aceptable. El producto a evaluar es unas galletas enriquecidas a base de harina de hoja de quinua, harina de avena, en panelistas semi entrenadas.

2.2.1. Proceso para la obtención de harina de hoja de quinua:

Para la elaboración de la galleta la molienda de las materias primas e mezcla de los insumos, a continuación, se describen las operaciones del proceso.

Recepción de la materia prima:

Se recepcionó la materia prima hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*) en un ambiente fresco y seco para la posterior elaboración de la harina de hoja de quinua.

Selección:

Se seleccionaron las hojas teniendo en cuenta sus características físicas más ópticas con la finalidad de obtener un producto uniforme para su posterior procesamiento físico.

Pesado:

Se colocaron las hojas frescas en un recipiente ya tarado y se procedieron a ser pesadas con una balanza gramera de capacidad de 3 kg donde el peso de las hojas frescas fue 2,541 gr.

Lavado:

Se procede a lavar las hojas frescas de quinua utilizando agua clorada a 50 ppm con la intención de eliminar la carga microbiana y también evitar la impresión del cloro en las hojas.

Deshidratado:

Se realizó el deshidratado de las hojas de quinua en un deshidratador semi industrial a una temperatura de 26 °C eliminando el 80 % de su peso por pérdida de agua.

Pesado:

Se obtiene el peso de las hojas secas con una balanza analítica 0.577 gr.

Molienda:

Las hojas secas fueron trituradas hasta conseguir una harina en polvo utilizando molino semi industrial la cual será tamizado cual serán tamizadas para conseguir una uniformidad en la harina de 0,5 µm.

Pesado y envasado:

Se pesa el polvo obtenido (Harina de hoja de quinua) la cual fue envasada en bolsas de polietileno de 1 kg la cual peso 298 gr de harina en polvo.

Almacenamiento:

Se almacenaron teniendo en cuenta las precauciones adecuadas y los riesgos de obtener un porcentaje de humedad por encima de lo permitido según normas técnicas almacenando el producto en un lugar fresco a 22 °C.

Para los análisis fisicoquímicos y sensoriales realizados por los autores se mencionan los siguientes lugares.

Análisis fisicoquímicos, desarrollados en los laboratorios de Fisicoquímica, Química Analítica, Química Orgánica, Alimentos I y II, dichos laboratorios pertenecen a la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y también fueron desarrollados en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo.

Análisis Sensorial, desarrollados en el local acondicionado para el desarrollo de los mismos, situados en la carretera Pimentel km 5 - Chiclayo; planta de panificación de la Universidad Señor de Sipán.

2.1.2. Métodos de análisis.

a. Caracterización de la biografía empleada:

Se realizó un estudio bibliográfico para obtener la composición química de las materias primas, Hoja de Quinua, Harina de Avena y Harina de Trigo. El libro consultado fue la composición de los alimentos Peruanos Collazos (1975).

b. Análisis físico químicos de la mezcla Alimenticia:

Análisis Químico Proximal, se determinará:
Proteínas, método microkjeldahl AOAC 960.52
Grasas, método AOAC 960.39: 1990
Fibra, método AOAC 7. 073: 1984
Cenizas, método AOAC 923.03: 1990
Humedad, método AOAC 925.10: 1990
Carbohidratos, métodos AOAC 986.25: 1990
Valor calórico, método CAC/GL2: 1985

Evaluación Sensorial de las diferentes muestras de galletas.

Se utilizó un test de aceptación de escala Hedónica Gráfica dirigida a 10 panelistas semi entrenados.

2.3. Materiales

2.3.1. Materias primas, insumos y aditivos

Materias primas

Se usó harina de trigo galletera *Triticum aestivum*, harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) orgánica de la variedad Blanca Junín y Harina de Avena (*Avena Sativa*), el proveedor pertenece a las MYPES del mercado mayorista Moshoqueque - Chiclayo. La harina de hoja de quinua fue procesada. Las materias primas fueron hechas harinas mediante un molino de bolas, el cual permite obtener un tamaño de partícula que pasa por el tamiz.

Insumos y aditivos

Azúcar impalpable, 30%, contiene calorías Kcal
Margarina vegetal, 70%, no contiene colesterol

Materiales, equipos y reactivos

Rodillo para amasar de madera
Tamiz N°45, tamaño de la partícula 0.354 mm
Tazones
Balanza Henkel "S4006kFD precisión: 500g. /+01

Materiales para el envase

Bolsas de polipropileno de alta densidad

Materiales y equipos para la evaluación sensorial

Material para la recolección de datos. (Hojas impresas, lapiceros).
Agua mineral de 3 litros.
Vasos descartables
Platos de tecno por
Servilletas

Equipos y materiales de laboratorio

Equipo digestor para determinación de fibra cruda
Estufa de secado Memment UNB400.Capacidad:53L, rango de temperatura: 20 a 220° y precisión 0.5°C.
Equipo microkjeldahl
Mufa Thermoscientific.Thermolyne. ModeloN°F48010-33.
Balanza excell.BH:150, Cap.=150g, Div = 0.05g
Equipo de Titulación.
Equipo de Soxhlet.
Espectrofotómetro.

Materiales

Baquetas
Balones
Buretas
Cápsulas
Crisoles
Desecador
Embudos de vidrio
Erlenmeyer
Fioles 200 ml
Termómetro
Probetas 100 ml
Tubos de ensayo
Vaso de precipitación 250 ml
Vaso de precipitación de 1L

Reactivos del laboratorio

Ácido bórico (4%)
Ácido clorhídrico 0.1N
Ácido sulfúrico concentrado
Agua destilada
Etanol
Fenoltaleína alcohólica 0.1% y 1% (en alcohol)
Hidróxido de sodio 0.1N
Hidróxido de sodio 40%
Hidróxido de sodio al 1.25%
Rojo de metilo.

2.3.2. Descripción de los Instrumentos utilizados.

Humedad AOAC 925.10:1990:

Método gravimétrico:

Consiste en la determinación de la pérdida de masa experimentada por la muestra cuando es sometida a la acción de temperatura.

$$H = \frac{(m - m_1)}{2m} \times 100$$

H = Porcentaje de humedad

M = Masa inicial de la muestra (g)

m_1 = Masa de la muestra seca (g).

Cenizas AOAC 923.03.1990:

Método gravimétrico de calcinación:

Después de calcinar la muestra generalmente a 500-550 °C, queda como residuo la materia mineral, cuya cantidad se determina por la diferencia de cenizas.

$$C = 100 \times \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times \frac{100}{100 - h}$$

C= Porcentaje de cenizas

m=Masa de la muestra (g)

m_1 =Masa del crisol vacío (g)

m_2 =Masa del crisol con cenizas (g)

h=Porcentaje de humedad de la muestra.

Grasas AOAC 960.39 – 1990:

La grasa se extrae de la muestra desecada por medio del éter etílico. El solvente se elimina por evaporadores, luego se saca el residuo y finalmente se determina la masa.

$$G = \frac{P_2 \pm P_1}{m} \times 100$$

G = Porcentaje de grasa

P_1 =Masa (g) del matraz del equipo Soxhlet previamente desecado.

P_2 =Masa (g) del matraz del equipo Soxhlet mas la grasa obtenida (g)

m = Masa de la muestra.

Proteínas AOAC 960.52

Método de microkjeldahl:

Mediante el uso de microkjeldahl considerado como factor de conversión de nitrógeno a proteínas.

$$P = \frac{G \times 0.0014 \times 100 \times F}{m}$$

P = Porcentaje de proteínas

G = Vol. Gastado de HCL 0.1N

F = Factor de conversión 5.70

m = 0.1g de muestra.

Fibra AOAC 7.073 1984.

Después de lavar el filtrado de la muestra con agua destilada caliente cada digestión, una con H_2SO_4 y la otra con NaOH, se lava el residuo con etanol caliente, del cual se obtienen: humedad y cenizas y el resultado es la diferencia de masas.

$$\% \text{ fibra} = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

M₁= Peso crisol después de la estufa

M₂= Peso crisol después de la mufla.

m = Peso de la muestra.

Carbohidratos AOAC 986.25:1990:

Después de determinar la grasa, ceniza y proteína cruda, los carbohidratos se determinan por la diferencia del contenido total de sólidos.

$$carb_1 = 100 - (H + P + G + C)$$

Carb = Porcentaje de carbohidratos totales

H= Porcentaje de humedad

P= Porcentaje de proteínas

G= Porcentaje de grasas

C= Porcentaje de ceniza.

Valor calórico CAC/GL 2-1985:

Se calcula multiplicando el % de proteínas, grasas y carbohidratos obtenidos, por la cantidad de energía respectiva, luego se procede a sumar los valores.

Carbohidratos = 4Kcal/g-17KJ

Proteínas = 4Kcal/g -17Kj

Grasas = 9Kcal/g -37KJ

VC = carb + prot + gras

Unidad=Kcal o KJ

Análisis Sensorial:

Se realizaron por medio del “Test Perfil de Características” recomendado por Anzaldúa, (1994).

Se realizarán pruebas de aceptación de la galleta, se realizará una prueba hedónica con escala no estructurada de 10 cm, la cual contó con puntos extremos, me gusta mucho y me disgusta mucho, donde un total de 30 panelistas no entrenados expresarán su apreciación con respecto al sabor, olor. El panelista marcará el punto donde considera que corresponde a la calificación que se otorga al producto.

Análisis estadístico e interpretación de los datos

El software a utilizar para el análisis de datos recopilados será Design Expert 8.0, y el programa Excel.

3. Resultados

3.1. Acondicionamiento de la Materia Prima

A continuación, en la Tabla 1, se muestran la composición química de la harina de hoja de quinua antes de iniciar el proceso de elaboración en galletas enriquecidas. La harina de hoja de quinua empleada presenta un contenido de proteína de 11,82% antes de la elaboración, con una humedad de 5%.

Tabla 1

Análisis físico - químico de la harina de Hoja de Quinua

Determinación	Medida	Resultados
Humedad	%	5.00
Ceniza	%	2.45
Fibra	%	1.0
Proteínas	%	11.82

En la Tabla 2, se muestra la composición química de la harina de Avena antes de iniciar el proceso de elaboración de la galleta enriquecida. La harina de Avena empleada presenta un contenido de proteína de 12.4 % antes del proceso y presenta una humedad del 7.0%.

Tabla 2

Análisis físico - químico de la harina de la Avena

Determinación	Medida	Resultados
Humedad	%	7.0
Cenizas	%	3.0
Fibra	%	1.2
Proteínas	%	12.4

A continuación en las Tablas 3, 4 y 5 se muestran la composición química, características físicas organolépticas y características nutricionales de la harina de trigo antes de iniciar la elaboración de la galleta enriquecida. La harina de trigo empleada presenta un contenido de proteínas de 9.6 gr y con una humedad de máxima de 15%.

Tabla 2

Composición química de la harina de trigo

Componente	Porcentaje
Glúcidos	74-76%
Prótidos	9-11%
Lípidos	1-2%
Agua	11-14%
Minerales	1-2%

Fuente: *Ficha Comercial*

Tabla 4

Características físicas – organolépticas de la harina de trigo

Características	Porcentajes
Color	Blanco, marfil y natural
Olor	Característico
Textura	Suave al tacto
Humedad	Max 15,0%
Cenizas	0,65 – 1,00%
Acidez	Max. 0.15%

Fuente: *Ficha Comercial*

Tabla 5

Nutrientes en 100 gr de harina de trigo

Características	Porcentajes
Proteínas	9.6 gr
Grasas	1.7 gr
Hidratos de carbono	70%
Colesterol	0%
Energía	334 kcal

Fuente: *Ficha Comercial*

3.2. Elaboración de la Galleta Enriquecida.

A continuación en la Tabla 6 se muestran la composición físico química de la galleta enriquecida elaborada con harina de hoja de quinua y harina de avena. La galleta enriquecida presenta un contenido de proteínas del 14.4 %, con una humedad del 3.4% y con el aporte de energía de 141.88 Kcal.

Análisis Físico – Químico de la Galleta

Tabla 6

Composición proximal de la galleta enriquecida

Determinación	Medida	Resultados
Humedad	%	3,4
Proteínas	%	14,4
Grasas	%	6,0
Cenizas	%	3,0
Fibra	%	0,7
K. caloría	K, cal	141.88

3.3. Análisis sensorial de la galleta Enriquecida

Tabla 7

Matriz experimental decodificada de los tratamientos para formulación de galletas

Variables independientes				Variables dependientes			
Tratamientos	Harina de Hoja de Quinoa %	Harina de Avena %	Respuesta Sabor	Respuesta Olor	Respuesta Olor	Respuesta Apariencia General	
4	1	15	5	4,83	5,69	5,33	6,1
3	2	0	20	5,9	7,7	7,82	6,4
7	3	0	20	6,23	7,9	7,95	6,23
2	4	10	10	5,79	6,11	6,37	5,8
8	5	10	10	5,3	6,08	6,47	5,3
5	6	5	15	7,9	6,34	6,7	6,66
6	7	20	0	3,48	5,26	4,78	5,06
1	8	20	0	3,22	5,05	4,88	4,9

Fuente: *Desing Expert 8.0*

A partir de la matriz experimental decodificada Tabla 7, construida, elaborada y diseñada con el software Desing Expert 8.0, se formularon las pruebas experimentales ocho (8) para el estudio obtenido, una vez teniendo reportados los datos de las variables (Variable dependientes) se construyeron superficies de respuestas continuas lo que inicio realizar los análisis en base estadística continua de la influencia de las corridas (%) de harina de hoja de quinua y harina de avena declarados en la tabla 6 sobre el porcentaje (%) de Proteínas y Minerales a la mejor corrida.

Cuyo análisis es generado por el modelo matemático de base empírica que permite y facilita dentro de las condiciones establecidas estimadas a la proporción de harina de hoja de quinua (*Chenopodium quínoa*) y harina de avena (*Avena sativa*) óptimas, también de

permitir evaluar los factores que tienen influencia de base estadística significativa para la formulación.

3.4. Resultados del análisis Sensorial según las encuestas para el Color.

Tabla 8

Análisis sensorial del (Color)

Color de las muestras (1° - 8°)												
Número	Código	Encuestados (ingenieros y panaderos)										Promedio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	372	3,6	5,4	7,3	3,8	10	2,5	4,7	8,5	2,9	4,6	5,33
2	821	7,5	8,8	7,2	8	10	7,8	6,8	8,21	6,6	7,3	7,82
3	783	7,8	8,3	6	7,9	10	8,8	6,7	7,5	7,9	8,6	7,95
4	183	6,8	6,2	7,2	5,6	10	6,2	6,5	7,3	3,7	4,2	6,37
5	273	4,4	5,3	6,4	7,9	10	4,8	5,3	8	7,1	5,5	6,47
6	167	4,9	6,7	7,4	5,1	10	3,6	7,3	8,3	8,7	5	6,7
7	879	4,5	3,6	4,3	3,6	10	3,3	4,5	2,5	5,5	5	4,78
8	725	4,5	5,55	7,4	5,6	5,4	3,5	2,8	5,3	5,4	3,4	4,88

Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del análisis sensorial ya tabuladas en bases de datos.

Fit Sumary: Al examinar podemos observar que el software realiza el cálculo de distintos modelos el cual será el mas significativo y el mas recomendado por el programa Desing Expert 8.0, recomienda el modelo Cúbico “Suma de los Cuadrados Extra o Secuenciales” pues es lo que se recomienda por el software de los modelos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Dando mención que no existen corridas nesarias para apoyar el modelo cúbico completo. Siendo el valor P, Prob>F (p-value) aquellos términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto Cúbico.

Tabla 8

Sequential Model Sum of Squares [Type I]

Fuente	Suma de Cuadros	Df	Cuadrados Medios	Valor F	p-value Prob > F
Cuadrados Medios vs Total	316,26	1	316,26		
Lineal vs Cuadrados Medios	10,26	1	10,26	264,56	< 0.0001 Sugerido
Cuadrático vs Lineal	0,013	1	0,01	0,30	0.6103
Cúbico vs Cuadrático	0,01	1	0,01	0,21	0.6696
Residual	0,21	4	0,05		
Total	326,75	8	40,84		

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la Tabla 9 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo lineal.

ANOVA: En la Tabla 10 nos presenta a la ANOVA (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 10,26 [Suma de cuadrados] y su valor F es 246.56 [F valor]. El modelo es significativo [Significativo] al 95% de confiabilidad, debido que el valor [p, value, prob > F], es mucho menor a 0,05. El valor F del modelo es 0.0001 que es significativo.

Tabla 9

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	Cuadrados Medios	Valor F	p-value Prob > F
Modelo	10,26	1	10,26	264,56	< 0.0001
Mescla Lineal	10,26	1	10,26	264,56	< 0.0001
Residuo	0,23	6	0,038		
Falta de Ataque	0,21	3	0,071	11,61	0.0370
Error Puro	0,01	3	0,06		
Cor Total	10,49	7			

Fuente: *Desing Expert 8.0*

Tabla 10

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	0,20	R-Squared	0,98
Cuadrados Medios	6,29	Adj R-Squared	0,97
C.V. %	3,13	Pred R-Squared	0,96
Prensa	0,37	Adeq Precision	30,67

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la Tabla 11 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R2, indicando que el modelo corresponde satisfactoriamente con un 98%, y un coeficiente de variabilidad de 2% entre los datos obtenido experimentalmente.

Tabla 11

Final Equation in Terms of Actual Components:

Final Equation in Terms of Actual Components:

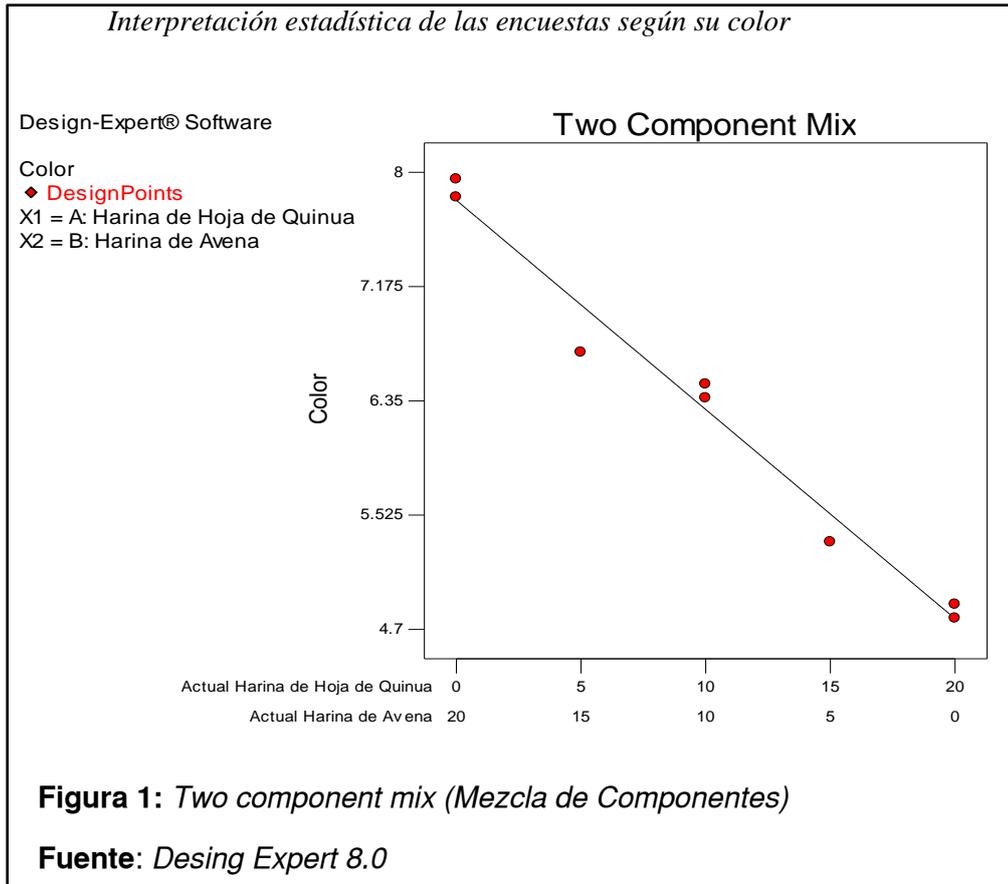
Color =

+ 0,238875 * Harina de Hoja de Quinua

+ 0,389875 * Harina de Avena

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la Tabla 11, nos muestra la ecuación de optimización para la variable Sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de hoja de quinua y % de harina de avena y la interacción entre ambas).



En la figura 1 podemos observar que a menor formulación de porcentaje de harina de hoja de quinua la aceptabilidad del color en la galleta aumenta; dado el color verde blancuzco; color natural de las hojas de quinua debido a las (Betalaínas) con respecto a la formulación de la harina de avena en la masa de galleta.

Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial.

Tabla 12

Análisis sensorial del olor

Número	Código	Olor de las muestras (1° - 8°)										Promedio
		Encuestados (ingenieros y panaderos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	372	4,1	5,6	4,8	5,6	10	3,9	5,5	6,9	5,8	4,7	5,69
2	821	7,9	6,8	7,6	7,8	10	8,2	8,8	7,3	6,9	5,7	7,7
3	783	6,7	7,3	7,9	8,5	10	6,9	7,6	8	8,3	7,8	7,9
4	183	5,9	6,3	7	5,3	10	4,4	6,6	5,7	5,6	4,3	6,11
5	273	5,6	6,1	4,6	5,6	10	6,2	5,3	5,8	6	5,6	6,08
6	167	5,6	6,5	6,7	5,7	10	4,9	6,4	5,7	6,1	5,8	6,34
7	879	4,5	4,8	5,5	2,1	10	4,9	6,4	4,5	4,6	5,3	5,26
8	725	1,7	4,6	4,4	3,3	10	2,2	5,8	6,8	4,9	6,8	5,05

Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial.

Olor

Fit Sumary: Al examinar podemos observar que el software realiza el cálculo de distintos modelos el cual será el mas significativo y el mas recomendado por el programa Desing Expert 8.0.

Recomienda el modelo Cúbico “Suma de los Cuadrados Extra o Secuenciales” pues es lo que se recomienda el software de los modelos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Dando mención que no existen corridas nesarias para apoyar el modelo cúbico completo.

Siendo el valor $P, Prob > F$ (p-value) aquellos términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto Cúbico.

Tabla 13

Sequential Model Sum of Squares [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	p-value Prob > F	
Cuadrados medios vs Total	314,12	1	314,13			
Lineal vs Cuadrados medios	7,01	1	7,01	69,26	0.0002	
Cuadrático vs Lineal	0,32	1	0,32	5,75	0.0617	
Cúbico vs Cuadrático	0,20	1	0,20	9,90	0.0346	Propuesto
Residuo	0,08	4	0,02			
Total	321,74	8	40,22			

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la Tabla 13 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo cuadrático.

ANOVA: En la Tabla 14 nos presenta a la anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 7.53 [Suma de cuadrados] y su valor F es 123.67 [F valor]. El modelo es significativo [Significativo] al 95% de confiabilidad, debido que el valor [p, valué, prob > F], es mucho menor a 0,05. El valor F del modelo es 0.0002

Tabla 14

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	Cuadrados Medidos	Valor F	p-value Prob > F	
Modelo	7,53	3	2,51	123,67	0.0002	propuesto
Mezcla Lineal	7,01	1	7,01	345,11	< 0.0001	
AB	0,32	1	0,32	15,99	0.0161	
AB(A-B)	0,20	1	0,20	9,90	0.0346	

Residual		4	0,02		
	0,08				
Falta de Ataque	0,04	1	0,04	2,73	0.1969
Error Puro	0,04	3	0,01		No propuesto.
Cor Total	7,61	7			

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la Tabla 15 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R2 indicando que el modelo corresponde satisfactoriamente con un 99% y un coeficiente de variabilidad de 1.4% entre los datos obtenido experimentalmente.

Tabla 15
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	0,14	R-Squared	0,99
Cuadrados Medios	6,27	Adj R-Squared	0,98
C.V. %	2,27	Pred R-Squared	0,94
PRENSA	0,45	Adeq Precision	26,25

Fuente: *Desing Expert 8.0*

Tabla 16
Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Final Equation in Terms of Actual Components:

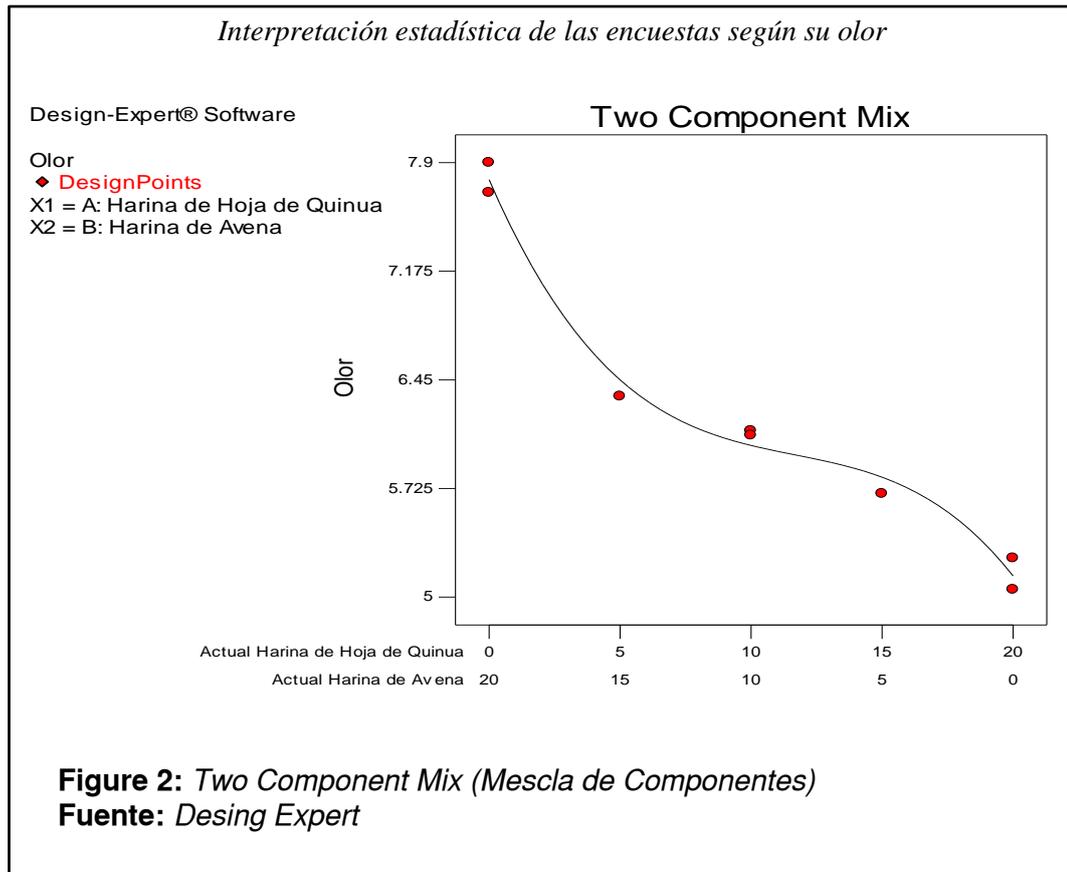
Olor=

+ 0,25706127	* Harina de Hoja de Quinua
+ 0,38931127	* Harina de Avena
- 0,00451373	* Harina de Hoja de Quinua * Harina de Avena
+ 0,00044833	* Harina de Hoja de Quinua * Harina de Avena * (Harina de Hoja de Quinua-Harina de Avena)

Fuente: *Desing Expert 8.0*

En la Tabla nos muestra la ecuación de optimización para la variable Sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de Hoja de Quinua y % de harina de Avena y la interacción entre ambas).

En la figura 2 podemos observar la variación del % de harina de hoja de quinua al pasar de un nivel superior a un nivel inferior con respecto a la harina de avena, lo cual nos indica la ilustración que si la harina de hoja de quinua aumenta la aceptabilidad de la galleta disminuye en cuanto a su olor y si la harina de avena aumenta la aceptabilidad de la galleta es favorable; la caracterización de olor disminuye debido a los componentes biológicos de la hoja en la harina entre estos hacen mención sus minerales.



Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial.

Tabla 17
Análisis Sensorial en cuanto al SABOR

Número	Código	Sabor de las muestras (1° - 8°)										promedio
		Encuestados (ingenieros y panaderos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	372	1,2	5,7	5,2	2,3	2,1	2,9	3,4	4,5	2,7	4,8	3,48
2	821	4,5	6,7	7,4	7,6	3,3	5,4	5,2	4,8	5,9	7,1	5,79
3	783	3,9	6,3	4,9	5	4,1	4,8	5,6	4,8	4,7	4,2	4,83
4	183	4	7,1	6,6	1,9	4,6	4,9	6,5	5	4,8	4,6	5,3
5	273	5,5	5,9	6,3	7,1	6,1	5,2	6,8	5,4	4,8	5,9	5,9
6	167	4,8	6,6	7,7	5	5,7	3,8	7,8	5,5	8,8	6,6	6,23
7	879	4,6	6,7	5,3	7	7	7,5	8,2	5,6	4,4	6	6,23
8	725	2,3	4,3	3,9	4,5	2,5	3,4	2,9	2,1	3,1	3,2	3,22

Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial.

Sabor:

Fit Sumary: Al examinar podemos observar que el software realiza el cálculo de distintos modelos el cual sera el mas significativo y el mas recomendado por el programa Desing Expert 8.0.

Recomienda el modelo cuadrático “Suma de los Cuadrados Extra o Secuenciales” pues es lo que se recomienda por el software de los modelos lineales, cuadráticos y cúbicos del modelo. Dando mención que no existen corridas nesarias para apoyar el modelo cúbico completo.

Siendo el valor P, Prob > F (p-value) aquellos términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático.

Tabla 18

Sequential Model Sum of Squares [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	p-value Prob > F	
Cuadrados Medios vs Total	227,38	1	227,38			
Lineal vs Cuadrados Medios	10,78	1	10,78	12,21	0.0129	
Cuadrático vs Lineal	2,46	1	2,46	4,32	0.0922	Propuesto
Cúbico vs Cuadrático	1,30	1	1,30	3,38	0.1394	
Residuo	1,54	4	0,38			
Total	243,45	8	30,43			

Fuente: *Desing Expert*

En la Tabla presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo cuadrático.

ANOVA: En la Tabla 19 nos presenta a la anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 13.23 [Suma de cuadrados] y su valor F es 11.65 [F valor]. El modelo es significativo [Significativo] al 95% de confiabilidad, debido que el valor [p, value, prob > F], es mucho menor a 0,05. El valor F del modelo es 0.01.

Tabla 19

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Cuadrado s Medios	Valor de F	p-value Prob > F	
Modelo	13,24	2	6,62	11,65	0.01	significativo
Mezcla Linear	10,78	1	10,78	18,97	0.0	
AB	2,46	1	2,46	4,32	0.09	
Residuo	2,84	5	0,57			
Falta de Ataque	2,63	2	1,32	18,97	0.01	significativo
Pure Error	0,21	3	0,07			
Cor Total	16,08	7				

Fuente: *Desing Expert*

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Tabla 20

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	0,75	R-Squared	0,8232
Cuadrados Medios	5,33	Adj R-Squared	0,7525
C.V. %	14,14	Pred R-Squared	0,6474
Prensa	5,67	Adeq Precision	7,0457

Fuente: *Desing Expert*

En la Tabla 21 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R2 indicando que el modelo corresponde satisfactoriamente con un 82.32%, y un coeficiente de variabilidad de 7.5% entre los datos obtenido experimentalmente.

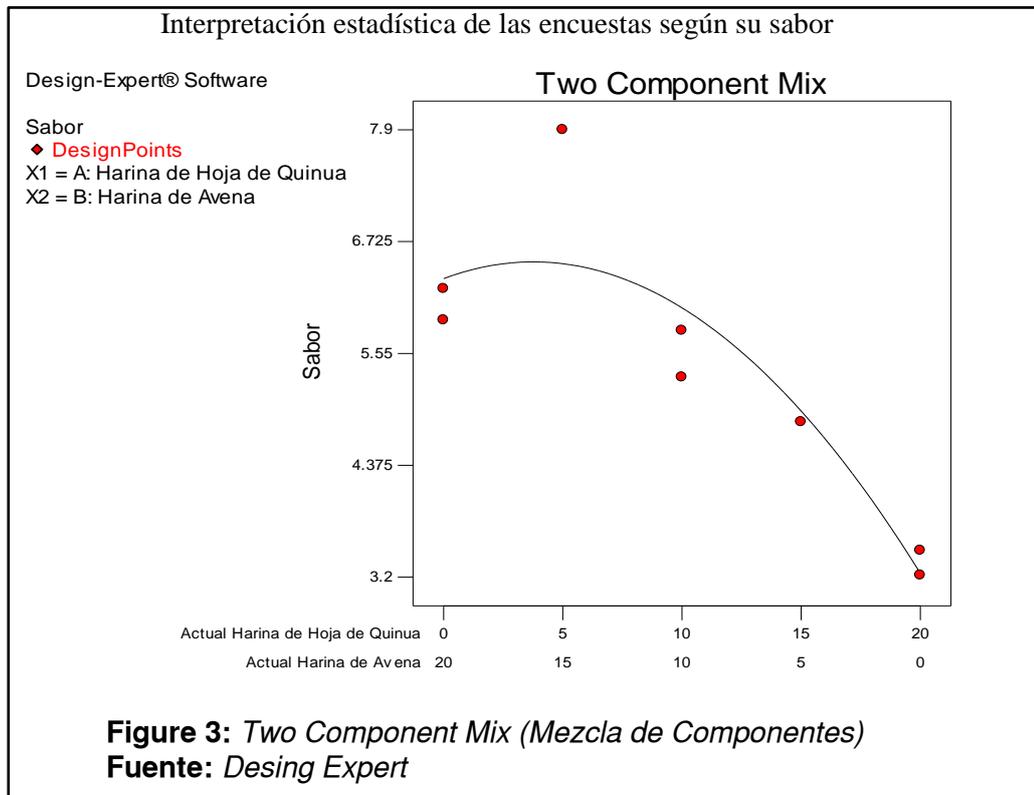
Tabla 21

Final Equation in Terms of Actual Components:

Final Equation in Terms of Actual Components

Sabor	=	
0,16202288	*	Harina de Hoja de Quinoa
0,31680065	*	Harina de Avena
0,01241176	*	Harina de Hoja de Quinoa * Harina de Avena

Fuente: *Desing Expert*



En la figura 3 podemos observar la variación de porcentaje de harina de hoja de quinua con respecto al sabor de la galleta, este indica que a mayor porcentaje de quinua el sabor es menos aceptable; debido a que uno de sus componentes presenta en sus características nutricionales mencionando al (HIERRO) en un mayor porcentaje.

En la Tabla 22 nos muestra la ecuación de optimización para la variable Sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de hoja de quinua y % de harina de avena y la interacción entre ambas).

Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial.

Tabla 22

Análisis de Apariencia General de la Galleta

Número	Código	APARIENCIA DE LAS MUESTRAS (1° - 8°)										Promedio
		encuestados (ingenieros y panaderos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	372	0	5,6	4,3	4,4	10	4	5,4	4,9	7,4	4,6	5,06
2	821	4,5	6,4	7,2	6,5	10	5,3	5,3	4,9	7,5	6,4	6,40
3	783	3,2	6	4,8	4,7	10	5	5,5	5	7,4	4,5	6,1
4	183	2,4	5,6	6,9	4,7	10	4,7	6,4	5,2	7,4	4,7	5,80
5	273	5,6	5,7	4,1	3,4	10	2,8	5,7	5,1	6,4	4,2	5,3
6	167	4,8	6,9	7,9	5,2	10	4,4	7,5	5,8	7,9	6,2	6,66
7	879	5,4	6,8	5,4	5,3	10	4,5	6,2	6,4	6,3	6	6,23
8	725	3,6	4,3	3,4	4,2	10	3,9	4,9	4,9	4,6	5,2	4,9

Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial.

Apariencia General

Fit Sumary: Al examinar podemos observar que el software realiza el cálculo de distintos modelos el cual será el mas significativo y el mas recomendado por el programa Desing Expert 8.0

Recomienda el modelo Cúbico “Suma de los Cuadrados Extra o Secuenciales” pues es lo que se recomienda por el software de los modelos lineales, cuadraticos y cubicos del modelo. Dando mension que no exsinten corridas nesasarias para apoyar el modelo cubico completo.Siendo el valor P,Prob > F (p-value) aquellos términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto Cúbico.

Tabla 23

Sequential Model Sum of Squares [Type I]

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	Cuadrados Medios	Valor F	p-value Prob > F	
Cuadrados Medios vs Total	269,70	1	269,70			
Lineal vs Cuadrados Medios	1,93	1	1,93	11,07	0.0159	Propuesto
Cuadrático vs Lineal	0,08	1	0,08	0,39	0.5591	
Cúbico vs Cuadrático	0,05	1	0,05	0,02	0.8911	
Residuo	0,97	4	0,24			
Total	272,68	8	34,09			

Fuente: *Desing Expert*

En la Tabla 24 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo cuadrático.

ANOVA: En la Tabla 25 nos presenta a la anova (análisis de varianza) mostrando un resumen global del análisis completo, la suma de cuadrados del modelo es 7.53 [Suma de cuadrados] y su valor F es 123.67 [F valor]. El modelo es significativo [Significativo] al 95% de confiabilidad, debido que el valor [p, valué, prob > F], es mucho menor a 0,05. El valor F del modelo es 0.0002

Tabla 24

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de Cuadrados	Df	Cuadrados Medios	Valor F	p-value Prob > F	
Modelo	1,93	1	1,93	11,07	0.0159	Significativo
Muestra Lineal	1,93	1	1,93	11,07	0.0159	
Residuo	1,05	6	0,17			
Falta de Ataque	0,90	3	0,30	5,88	0.0898	No Significativo
Error Puro	0,15	3	0,05			
Cor Total	2,98	7				

Fuente: *Desing Expert*

Tabla 25

Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Std. Dev.	0,41	R-Squared	0,64
Cuadrados Medios	5,80	Adj R-Squared	0,60
C.V. %	7,20	Pred R-Squared	0,46
PRENSA	1,62	Adeq Precision	6,27

Fuente: *Desing Expert*

En la Tabla 26 se muestra el resultado de las variables estadísticas como R2 indicando que el modelo corresponde satisfactoriamente con un 99% y un coeficiente de variabilidad de 1.4% entre los datos obtenido experimentalmente.

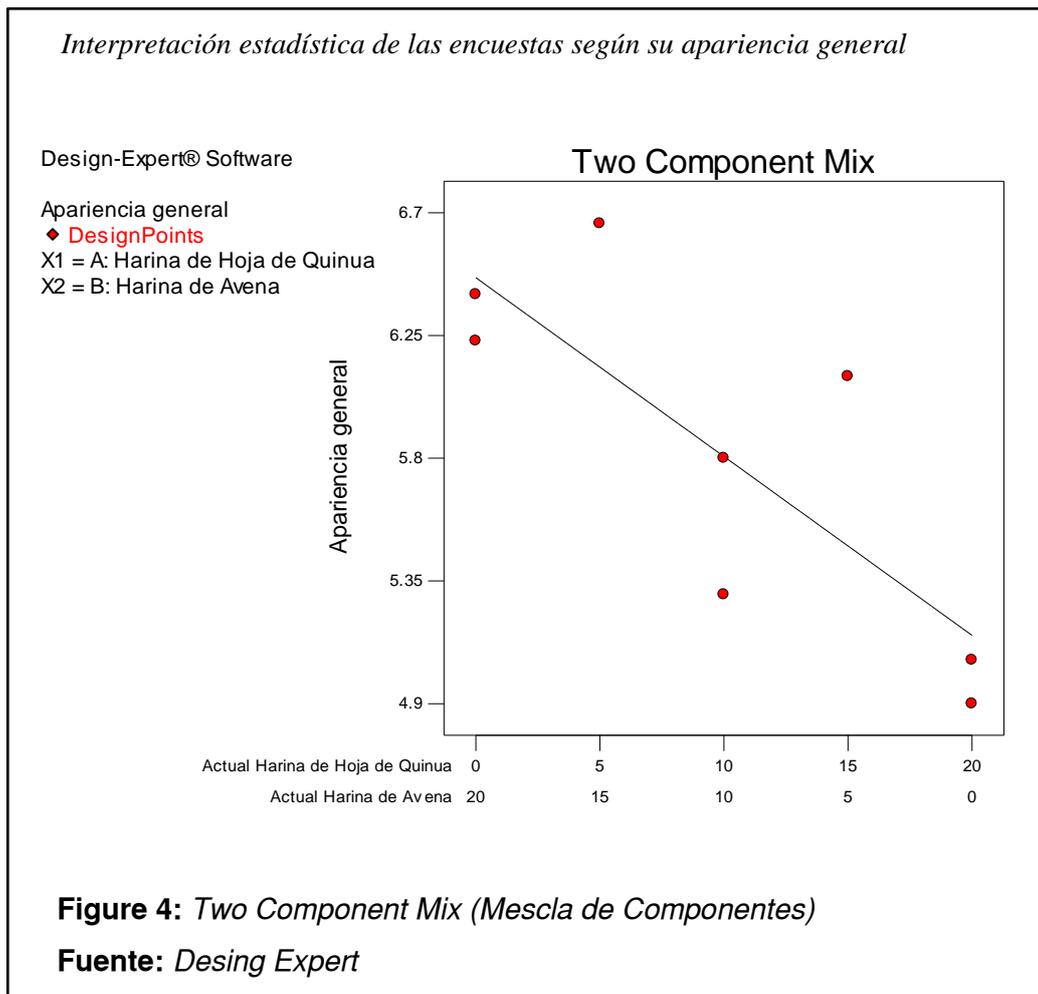
Tabla 26

Final Equation in Terms of Actual Components

Apariencia general =	
+ 0,26	* Harina de Hoja de Quinoa
+ 0,32	* Harina de Avena

Fuente: *Desing Expert*

En la Tabla nos muestra la ecuación de optimización para la variable sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de hoja de quinua y % de harina de avena y la interacción entre ambas).



En la figura 4 podemos observar la variación de aceptabilidad de la galleta en función a la harina de hoja de quinua en menor proporción con respecto a la harina de avena mejorando cuyas características en función a la textura, y demás componentes índices de satisfacción en la galleta.

4. Discusión

En la presente investigación de tesis para formular la mejor mezcla óptima se aplicó el método de complementación alimenticia enriquecida, la cual consiste en mezclar dos componentes nutricionales de mayor valor nutricional para formar unos alimentos con las características deseadas ya que las características de ambas componentes en su combinación de su deficiencia la enriquezcan.

En las formulaciones desarrolladas se determinó utilizar en un rango las harinas de trigo en un máximo de 80 % siendo sustituido por harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) en un rango máximo de 20% y un rango mínimo de 5%, la harina de avena en un rango máximo de 20% y un rango mínimo de 5%; quedando como resultado los siguientes tratamientos dados por la base estadística Desing Expert 8.0 T1 con harina de trigo al 80%, harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) 15% y harina de avena (*Avena sativa*) 5%; T2 con harina de trigo al 80%, harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) 0% y harina de avena (*Avena sativa*) 20%; T3 con harina de trigo al 80%, harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) 0% y harina de avena (*Avena sativa*) 20%; T4 con harina de trigo al 80%, harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) 10% y harina de avena (*Avena sativa*) 10%; T5 con harina de trigo al 80%, harina de hoja

de quinua (*Chenopodium quinoa*) 10 % y harina de avena (*avena sativa*) 10 %, T6 con harina trigo al 80% ,harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) 5 % y harina de avena (*avena sativa*) 15 %, T7 con harina de trigo al 80%,harina de hoja de quinua(*Chenopodium quinoa*) 20 % y harina de avena (*avena sativa*) 0 %;T8 con harina trigo al 80%,harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) 20 % y harina de avena (*avena sativa*) 0 %, (Optimización del grado de sustitución de harina de trigo por harinas de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y moringa (*Moringa oleifera*), para la elaboración de galletas dulces enriquecidas).

(Chepe Calderón Deysi del Milagro,2015);indica que esta tiene niveles de sustitución del 12% de harina de quinua y 2% de harina de moringa ,se observó que una menor sustitución con harina de moringa permite maximizar la característica sensorial (sabor) y la que manifiesta el menor número de irregularidades en las galletas dulces.

Siendo estas formulaciones óptimas para el direccionamiento de la investigación de las galletas enriquecidas con Harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) y harina de avena (*avena sativa*), estas están acopladas a un rango de sustitución de harina de trigo hasta un 20% tal como indica la base de la NORMA TECNICA PERUANA ntp 206.002:1981(Revisada 2011)

En promedio la harina de hoja de quinua presentó 11.82 % de proteína, 5% de humedad, 2.45% de cenizas y 1.0 % de fibra cruda. El promedio de la harina de avena presentó 12.4% de proteínas, 7.0% de humedad ,3.0% de cenizas y 1.2 % de fibra cruda. Estos resultados son muy cercanos a los reportados por Collazos C. et al. (1975), en estudios realizados a la grano de la quinua y avena.

Los datos del análisis proximal para la harina de hoja de quinua son muy paralelamente cercanos a los presentados por Price M. (2007) en cuanto a humedad (8.6%), proteínas (21.55%) y grasa (2.3%) a excepción de la fibra, ya que la harina de hoja de quinua analizada presenta 1.0 % considerablemente menos de componente fibroso.

De los resultados de análisis nutricionales, fisicoquímicos y proximales de la galleta son muy cercanos a los reportados por la AOAC (Revisada 2010), NTP 206.002:1981(Revisada 2011) y la OMS en promedio la galleta presentó 14.4 % de proteínas, 3.4% de humedad, 6.0% de grasa, 3.0% de ceniza, 0.7 de fibra 72.4% carbohidratos y 141.88 kcal.

Con respecto a la humedad reportada en el análisis de las harinas de hoja de quinua y avena, 5.0% y 7.0 % respectivamente, se encuentra por debajo del porcentaje óptimo de contenido de humedad de la harina, 13%, recomendado por AOAC. (Revisada 2010).

La harina de Avena se distingue por una mejor composición nutricional con respecto a la harina de hoja de quinua.

Con respecto a la cantidad de minerales de calcio y hierro que contiene la galleta de mayor aceptabilidad presenta 83.2 Ca mg/Kg y 4.3 Fe mg/Kg respectivamente, se encuentra por debajo del porcentaje óptimo de contenido de minerales de la galleta, según la FAO.

5. Conclusiones

Los parámetros del proceso productivo para la elaboración de la galleta son: cernido de las harinas por tamiz N°45 (0.5µm),la adición de ingredientes secundarios e ingresa al mezclado a temperatura ambiente 26°C,el amasado es por 5 minutos ,dejando luego reposar la masa por 6 minutos ,para el moldeado y corte se ajustan al rodillo a 1 cm de grosor 4 cm de ancho, el horneado fue a temperatura 120° C correspondiente a 8 minutos y el envasado se realiza a temperatura ambiente (26°C)

Se determinó la mejor formulación mediante análisis sensorial y evaluando las características de la galleta durante la elaboración. La preferencia por los panelistas semi

entrenados mediante la prueba del grado de satisfacción con escala hedónica cuyas respuestas fueron analizadas por las pruebas estadísticas Stat Ease Design Expert y múltiples comparaciones a un nivel de confianza de 95% correspondió a la formulación 4% de harina de hoja de quinua y 16% de harina de avena. Dicha formulación también mostró las mejores características durante la elaboración de la pasta.

La caracterización organoléptica de la galleta fue: color verde amarillento, olor ligero a hojas, textura semi lisa, sabor ligero a hojas por la cantidad de hierro.

La caracterización físico química de la galleta enriquecida fue: 3.4% de humedad y 3.0% de cenizas, cumpliendo así con la NTP 206.001.1981; los análisis proximales fueron: 14.4% de proteínas, 6.0% grasas, 0.7% de fibra, 72.10% carbohidratos (por diferencia) y el valor calórico teórico proximal fue 141.88 Kcal/Kg. Este enriquecimiento con hoja de quinua y avena hizo que la galleta mostrase un buen balance nutricional, si la galleta no se hubiese enriquecido tendría aminoácidos limitantes, por ende sus proteínas serían incompletas.

Se obtiene una mezcla en la formulación óptima para galletas enriquecidas con harina de hoja de quinua y harina de avena es de 10% y 10% respectivamente, con un valor proteico de 14.4% y un valor en aporte de calorías de 141.88%.

La formulación seleccionada corresponde al tratamiento n°4 correspondiente al porcentaje de sustitución de 10% de harina de hoja de quinua y harina de avena respectivamente que obtuvo la mayor aceptabilidad determinada por los panelistas en función a la base estadística Desing Expert. 8.0

Del análisis fisicoquímico y proximal realizado a la galleta fortificada, se obtuvieron los siguientes resultados (%) proteínas 14.4; cenizas 3.0; humedad 3.4; grasa 6.0; fibra 0.7, carbohidratos 74.2 y energía 141.88Kcal. Valores que se encuentran dentro de los requerimientos nutricionales según la Norma Técnica Peruana NTP 206.002:1981(Revisada 2011).

En el desarrollo de la galleta dulce con harina de hoja de quinua y harina de avena, se observó que una menor sustitución con harina de hoja de quinua permite maximizar la característica sensorial (sabor).

Del análisis de minerales realizado a la galleta fortificada se obtuvieron los siguientes resultados Calcio 83.2 Ca mg/Kg y hierro 4.3 Fe mg/kg.

6. Recomendaciones

Practicar ensayos de alveograma a este producto para determinar las propiedades de elasticidad, viscosidad y plasticidad.

Mediante el análisis sensorial de panelistas no entrenados determinar la preferencia de la galleta fortificada sin saborizantes versus la galleta con la incorporación de saborizantes naturales.

Realizar un estudio de vida útil de la galleta con mayor porcentaje de harina de hoja de quinua componente de hierro con la incorporación de saborizantes naturales.

Evaluar el tiempo de vida útil de la galleta de menor aceptabilidad

Mantener las buenas prácticas de manufactura durante la producción de la galleta, es necesario contar con una instalación amplia y limpio donde realizar la elaboración de la galleta, ya que de esta manera se evitará la proliferación de microorganismos en el medio y por ende que estos perjudiquen al producto y este sea riesgoso para a vida del consumidor.

Referencias

- Anzaldúa-Morales (1994) *Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría de los alimentos en su teoría y la práctica*. Editorial Acribia.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC), Official 1989.
- Official Analytical Chemists- 14th Ed. Washington. DC. Published by the Association of Official Chemists. Cabeza, S. 2009.
- Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas.
- Tesis para obtener el grado de master en seguridad y biotecnología alimentaria. Universidad de Burgos. España. 1.
- Codex Alimentarius. Rev. 1- 2006
- Norma de Codex para alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños: CODEX STAN 074 – 1981, Rev. 1 – 2006.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2013 – Quinoa.
- Valor Nutricional. Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF. (1999)
- Organización Mundial de la Salud. Acciones esenciales en Nutrición, guía para los gerentes de salud. Protocolos en nutrición, (1999).
- MINISTERIO DE SALUD (2011)
- Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería.
- Norma Técnica Peruana 206.001:1981. Revisada el 2011. Recuperado de: <http://www.munizlaw.com/normas/2011/Abril/140411/RR.%20N%C2%BA.%20007,%20008%20y%20009-2011-CNB-INDECOPI.pdf>
- Troccoli et al, 2000). Y Gil (2010)
- Evaluación de calidad y análisis bromatológico y sensorial de pastas alimenticia
- Tecnología de la industria galletera. Zaragoza: Acribia. S.A
- Pérez, Osella, de la Torre, Sánchez. (2007).
- Efecto del mejoramiento proteico sobre los parámetros de calidad nutricional y sensorial de galletitas dulces (cookies).