



FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

TESIS

**EVALUCIÓN DEL GRADO DE SUSTITUCIÓN PARA
LA FORMULACIÓN DE UNA GALLETA
ENRIQUECIDA CON AVENA (*Avena sativa*) Y HARINA
DE HOJA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autor (es):

**Bach. Bravo Rodríguez Janys Jhonny
Bach. Pérez soriano Jorge Antonio**

Asesor:

MSc. Castillo Martínez Williams Esteward

Línea de Investigación:

Diseño y desarrollo de nuevos productos.

**Pimentel – Perú
2018**

DEDICATORIA

A Dios, dador y verdadera fuente de ciencia, para mi más grande admiración quien me dio fuerzas para conseguir mis sueños, aliento y sustento durante esta investigación. Fue nuestra guía aquel que puso orden y una verdad absoluta por eso le dedico esta investigación con la finalidad de potencializar los alimentos peruanos. Gracias JAH, Jesús y E. Santo.

JANYS

A mis padres: Johnny Bravo Carmona, Gladis Rodríguez Celis, quienes desde que fui niño me inculcaron la responsabilidad, creatividad y el sentido de la investigación, por desmerecer su descanso y ayudarme siempre, por ser mi diccionario siempre de respuestas.

A mis hermanos, Bertha y Jefferson, quienes me apoyaron incondicionalmente motivando con sus expectativas de admiración.

A mi hermosa familia extra-nuclear, por su comprensión y amor.

ANTONIO:

A mis padres: Jorge Luis Pérez Llatas y Luz Soriano Benavides quienes fueron mi sustento durante esta investigación quienes desde niño me inculcaron la responsabilidad a mi Esposa quien me motivo a seguir adelante y en especial a mi eminente bendición, mi hija Luciana Valentina quien fue mi fortaleza en todo momento quien me motivo a la elaboración total del trabajo de investigación, asiendo así posible el desarrollo de esta.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis profesional es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos. Debo agradecer de manera especial y sincera al gobierno regional de Cajamarca por facilitarnos lo necesario en nuestra investigación. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

INDICE GENERAL

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Situación problemática	16
1.1.1. Formulación del problema.....	19
1.1.2. Delimitación de la investigación.....	19
1.1.3. Justificación e Importancia.....	20
1.1.4. Limitación la Investigación:.....	22
1.1.5. Objetivo general.....	22
1.1.6. Objetivos Específicos.....	22
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de Estudio	23
2.2. Estado del arte.....	28
2.3. Bases teóricas científicas	30
2.3.1. Reglamentación o Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería.....	30
2.3.2. Clasificación	31
2.4. Factores Esenciales de Composición y Calidad.	35
2.4.1. Composición Esencial.....	35
2.4.2. Contenido Energético.....	35
2.5. Avena (<i>Avena sativa</i>).....	37
2.5.1. Cultivo de la avena	40
2.5.2. Valor Nutricional.....	40
2.6. Quinoa (<i>Chenopodium quínoa</i>).....	51
a) Origen e Historia	51
b) Valor Nutritivo.....	52
f) Harina de trigo.....	59
g) Tipos de harinas	60
h) Mezclas alimenticias	62
i) Harina	62
2.6.1. Análisis bromatológico proximal.....	63
2.6.2. Definición de términos básicos	65
a) Proteínas	65

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

b) Formulación	66
c) Porcentajes	66
d) Alimentos fortificados	66
e) Enriquecido	66
f) Aceptabilidad	67
g) Harina	67
h) Molienda	67
III. MARCO METOLÓGICO	68
3.1. Tipo y diseño de la investigación	68
3.2. Población y muestra	69
3.3. Hipótesis	69
3.4. Variables	70
3.5. Operacionalización	70
3.6. Abordaje metodológico, métodos y técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
3.6.1. Métodos de Investigación	71
3.6.2. Técnicas de Investigación	72
3.7. Descripción del Proceso Experimental	73
3.7.2. Materiales y métodos	73
3.7.3. Materias primas, insumos y aditivos	74
3.7.4. Métodos de análisis	77
3.7.5. Formulación de las mezclas de harina	82
3.7.6. Preparación de las galletas	84
3.7.7. Distribución de tamaño de partícula	84
3.7.8. Análisis proximal	84
3.7.9. Evaluación sensorial	85
3.7.10. Caracterización Organoléptica de la Masa ya mezclada por Muestra 85	
3.8. Procedimiento para la recolección de datos	90
3.9. Plan de análisis estadístico de datos	94
3.10. Principios éticos	94
3.11. Criterios de rigor científico	95

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	96
4.1. Acondicionamiento de la Materia Prima.....	96
4.2. Elaboración de la Galleta Enriquecida	98
4.3. Análisis sensorial de la galleta Enriquecida	99
4.3.1. Resultados del análisis Sensorial según las encuestas para el Color.....	100
4.4.1. Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial	105
4.5.1. Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial	111
4.6.1. Análisis de efecto de las variables sobre la respuesta del Análisis Sensorial	116
4.8. Discusión de resultados.....	120
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
5.1. Conclusiones	122
5.2. Recomendaciones	124
Referencias.....	125

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

TABLA DE CONTENIDO

Tabla 2.5 1: Clasificación Taxonómica de la Avena.....	38
Tabla 2.5 2: Índice Glicémico de algunos Cereales	39
Tabla 2.5 3: Composición proximal del grano de Avena	40
Tabla 2.5 4: Composición química de la Avena.....	41
Tabla 2.5 5: Contenido de Vitaminas en la Avena por microgramos por gramo de Avena	42
Tabla 2.5 6: Valor nutritivo de los Cereales en granos	50
Tabla 2.6 1: Composición nutricional de la quinoa	54
Tabla 2.6 2: Porcentajes de nutrientes de diferentes tipos de quinoa	56
Tabla 2.6 3: Porcentajes de cantidades de nutrientes X 100 gr	57
Tabla 2.6 4: Recuento de hojas según su variedad.....	58
Tabla 2.6 5: Composición general de la harina blanca y harina integral.....	61
Tabla 2.6 6: Composición Química de los granos de cereales (%)	61
Tabla 3.5 1: Operalización de Variables	70
Tabla 3.7 1: Análisis de Humedad Método Gravimétrico.....	77
Tabla 3.7 2: Análisis del (%) de cenizas	78
Tabla 3.7 3: Análisis de Grasas	79
Tabla 3.7 4: Análisis de Proteína.....	79
Tabla 3.7 5: Análisis de fibra	80
Tabla 3.7 6: Análisis de Carbohidratos	80
Tabla 3.7 7: Análisis del Valor Calórico	81
Tabla 3.7 8: Formulación de los (%) de las 3 Harinas	82
Tabla 3.7 9: Formulaciones de los aditivos para la elaboración de masa de Galleta.....	83
Tabla 3.7 10: Muestra N° 1	85
Tabla 3.7 11: Muestra N° 2	86
Tabla 3.7 12: Muestra N° 3	86
Tabla 3.7 13: Muestra N° 4	87
Tabla 3.7 14: Muestra N° 5.....	87
Tabla 3.7 15: Muestra N°6	88
Tabla 3.7 16: Muestra N° 7	89
Tabla 3.7 17: Muestra N°8	89
Tabla 4. 1: Análisis físico - químico de la harina de Hoja de Quinoa.....	96
Tabla 4. 2: Análisis físico - químico de la harina de la Avena	96
Tabla 4. 3: Composición química de la harina de trigo.....	97
Tabla 4. 4: Características físicas – Organolépticas de la harina de trigo	97
Tabla 4. 5: Nutrientes en 100 gr de harina de Trigo.....	98
Tabla 4. 6: Composición Proximal de la Galleta Enriquecida	98
Tabla 4. 7: Matriz experimental decodificada de los tratamientos para formulación de Galletas.....	99

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4. 8: Análisis Sensorial del (COLOR).....	100
Tabla 4. 9: Sequential Model Sum of Squares [Type I]	101
Tabla 4. 10: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	102
Tabla 4. 11: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	102
Tabla 4. 12: Final Equation in Terms of Actual Components.....	103
Tabla 4. 13: Análisis sensorial del OLOR.....	105
Tabla 4. 14: Sequential Model Sum of Squares [Type I]	106
Tabla 4 15: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]	107
Tabla 4. 16: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	108
Tabla 4. 17: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	108
Tabla 4 18: Análisis Sensorial en cuanto al SABOR	111
Tabla 4. 19: "Sequential Model Sum of Squares [Type I]"	112
Tabla 4. 20: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	112
Tabla 4. 21: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	113
Tabla 4 22: Final Equation in Terms of Actual Components.....	114
Tabla 4 23: Análisis de Apariencia General de la Galleta.....	116
Tabla 4 24: Sequential Model Sum of Squares [Type I]	117
Tabla 4. 25: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	117
Tabla 4. 26: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III].....	118
Tabla 4. 27: Final Equation in Terms of Actual Components.....	118

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

TABLA DE FIGURAS

Imagen 1: Imagen 1: Componentes de una espiga de avena	37
Imagen 2: Cariopside de Avena y su Estructura.....	39
Imagen 3: <i>Chenopodium quínoa</i>	51
Imagen 4: Obtención de Harina.....	92
Imagen 5: Diagrama de Flujo Para la Elaboración de la galleta.....	93
Imagen 6: Efecto de porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en el color de la galleta	104
Imagen 7: Efecto de porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en el olor de la galleta	110
Imagen 8: Efecto del porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en el sabor de la galleta.	115
Imagen 9: Efecto del porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en la apariencia general de la galleta.....	119

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene objetivo de evaluar y determinar el grado de sustitución para la formulación de una galleta enriquecida con Harina de Hoja de Quinoa y Harina de Avena. Para esto se establecieron objetivos específicos los cuales fueron: Determinar las propiedades físico - químicas de la harina de hoja de quinoa 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^{+2} en la galleta formulada.

La calidad nutricional de galleta enriquecida con harina de hoja de quinoa 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), 5% de harina de hoja de quinoa, 15 % de harina de avena, esta formulación mostró características durante el proceso y cocción. Los parámetros son harinas cernidas por tamiz N°0.5 μm ,

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Las harinas ingresan al proceso de amasado a temperatura ambiente con la incorporación de ingredientes componente de una galleta por 3 minutos, Luego se deja reposar la masa durante 5 minutos, las dimensiones de corte de galleta fueron son 2.5, 3.5 cm; el horneado fue a temperatura de 115 °C durante 8 minutos y el envasado a temperatura ambiente.

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 quinoa y harina de avena, cuyos porcentajes para materias primas el 80% de harina de trigo, 4% de harina de hoja de quinoa, 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 Quinoa 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.

ABSTRACT

This research study in order to evaluate and determine the degree of substitution for the formulation of an enriched flour Quinoa Sheet and Oatmeal Cookie was performed. - Chemical flour sheet quinoa and oatmeal, perform a physical - chemical analysis cookie greater acceptability and determine and quantify the amount of Fe⁺ and Ca⁺ determine the physical properties: For this specific objectives which were established on cookie made . 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. To characterize cookie by physico-chemical analysis and standardized rules whose proximal was used results were compared with the requirements of the NTP 206,002:1981.

It was formulated and produced the enriched biscuit, obtaining the highest degree of acceptability to the corresponding sample 5% leaf meal quinoa, 15 % oatmeal, this formulation showed characteristics during processing and cooking. The parameters are flour sifted through sieve number 0.5 µm, the flour mixture enters the kneading process to T° environment incorporating ingredients component of a cookie for 3 minutes, then allowed to stand the dough for 5 minutes, the dimensions of were cut biscuit are 2.5, 3.5 cm; baking temperature was 115 ° for 8 minutes at room temperature packaging.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

According to the proximal, proximal analysis and theoretical value of essential nutrients; Kcal (141.88%) this cookie would help complements the need for daily intake of amino acids (14.4%). The organoleptic and physical characteristics showed that this cookie quality. It 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 is feasible 10 % leaf meal quinoa, 10% flour oat and inputs powdered sugar 30% and 60% vegetable margarine.

It was found that the formulation obtained greater acceptability No. 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 %).

Key Words:

Acceptability, formulation, enriched, biscuits, optimization, protein, calcium

INTRODUCCION

Según estudios realizados recientemente la salud humana viene siendo afectada por los distintos hábitos alimenticios lo cual promueve un mayor interés, siendo este tema la principal preocupación que promueve adoptar hábitos alimenticios cada vez más sanos afín de prevenir enfermedades como el colesterol, diabetes y problemas cardiovasculares, etc., que son causados por el consumo de alimentos ricos en lípidos y carbohidratos, pero carecen de vitaminas, minerales y proteínas, siendo estos de gran importancia para el funcionamiento del organismo.

Según INEI (2015) la desnutrición es uno de los principales males en el Perú, siendo la población afectada los niños (a) menores de 5 años los cuales presenta retardo de crecimiento (talla) y deficiencia en sus pesos (anemia), los cuales representan un 23.1% de la población total de niños nacidos en el Perú, puesto que es el grupo más vulnerable porque sus requerimientos nutricionales son elevados en comparación con los otros grupos etarios según patrones de FAO/OMS/ONU (1985).

En el Perú como país andino existen alimentos potenciales que mediante un adecuado proceso agroindustrial se pueden elaborar como mezclas alimenticias con elevado valor nutricional capaces de contribuir con minerales y vitaminas capaces de mitigar la desnutrición. Los cultivos utilizados para la realización de esta investigación son Quinoa (*Chenopodium quínoa*), Avena (*Avena sativa*) y Trigo (*Triticum*).

El objetivo de este estudio será la formulación de una mezcla alimenticia a base de quinoa, avena y trigo. Y el campo de estudio serán los análisis que se efectuaran al producto (galleta) con el fin de evaluar la mayor concentración de minerales y proteínas presentes en

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

La galleta y su grado de aceptación por los diferentes niveles de los panelistas. La línea de investigación que se orienta es a la transformación de productos agroindustriales.

La idea de investigación sobre este proyecto nace como resultado de un estudio comparativo entre las principales causas de desnutrición y se enfoca en la comparación de aportes nutricionales entre las diferentes fuentes de consumo para los niños (galletas), las cuales por su alto contenido de azúcares, grasas saturadas y carbohidratos vienen siendo la fuente principal de desnutrición en niños (a) menores de edad los cuales no aportan nutrientes esenciales para el desarrollo de estos (minerales y proteínas), siendo empleados los productos como la (hoja de quinoa, la avena y el trigo) como fuente principales para esta investigación por su alto contenido nutricional y su bajo costo de comercialización. Con la finalidad de no alterar su costo de producción de nuestro producto y por ende su bajo costo de comercialización haciendo de este producto un producto nutricional y de bajo costo de adquisición.

Por ello el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general

Evaluar y determinar el grado de sustitución para la formulación de una galleta enriquecida con avena (*avena sativa*) y harina de hoja de quinoa (*Chenopodium quínoa*).

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática.

La desnutrición en América latina presenta alto estándares de mortalidad entre niños menores de cinco años, inhibe su desarrollo cognitivo y afecta a su estado de salud de por vida. Este problema es condición indispensable para asegurar el derecho a la supervivencia y al desarrollo de las niñas y niños, así como para garantizar el desarrollo de los países (UNICEF, 2013).

Donde la FAO afirma que en el planeta hay 7 millones de personas que alimentar y para el año 2050 se provee un aumento de 2 millones de personas más. Esto significa que se necesitara de un 70% más de alimentos hasta un 100% en países en desarrollo. La OMS calcula que cada año diez millones de niños mueren antes de cumplir los cinco años y que un tercio de esas muertes están relacionada a la desnutrición donde uno de cada tres niños menores de cinco años que viven en países en desarrollo donde (178 millones de niños) presentan retraso de crecimiento debido a la desnutrición crónica mientras que 148 millones sufren insuficiencia ponderal.

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI el porcentaje de desnutrición crónica infantil a nivel nacional es 19.5% al 2011 y 18.1% al 2012 sin embargo estas cifras globales no expresan la realidad de muchas regiones y zonas rurales pobres con altas cifras, por ejemplo. Huancavelica con un (52%), Cajamarca (36%), Apurímac (31%), Ayacucho (28%), Cerro de Pasco (78%). La desnutrición en la niñez reduce la probabilidades de una mayor producción en la persona y por ende un estado económico bajo en la familia.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

En el departamento de Lambayeque al mes de octubre del 2012 la coordinadora Regional de la Mesa de Concertación de la Lucha contra la Pobreza de Lambayeque, Yolanda Díaz Callirgos afirma que 7 de cada diez niños sufren de desnutrición crónica en la zona andina del departamento de Lambayeque. La especialista detallo que esta cifra se agrava en los caseríos de Incahuasi, Cañaris, Salas, Chochope, Motupe, Olmos y Ollotun, donde el ingreso básico mensual es de 800 soles mensuales donde el ingreso no es lo suficiente para mantener la canasta básica familiar.

También, se sabe que el consumo de harina de trigo en nuestro país es elevado debido al consumos de productos de panificación son panes, galletas y bizcochos, como las principales formas de consumo, proporcionando un alto porcentaje de calorías a la población. Sin embargo, las proteínas provenientes del trigo tienen un bajo valor biológico atribuible a una inadecuada proporción de lisina-treonina.

Una de las estrategias que está fomentando el estado peruano y poder revertir dicha situación, es incrementar el presupuesto destinado a continuar implementando los programas de ayuda alimentaria; siendo la galleta uno de los productos principales, sin embargo éstas son elaboradas con insumos importados, por ejemplo el uso racional y proporcionado de harina de pescado en la formulación de galletas estaría ampliamente justificada, permitiendo una mayor cobertura alimenticia de la población a nivel nacional, sino que además tener un valor nutritivo muy superior y a menor costo, desarrollándose así una economía circulante sostenible. Conociendo esta situación problemática, se plantea el presente trabajo investigativo para lograr los objetivos planteados.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Actualmente la Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) debido a la poca información y promoción de ésta en nuestra región respecto a sus características nutricionales, beneficios y su posible aprovechamiento de su masa foliar no está siendo utilizada de la manera correcta y rentable, ya que se viene utilizando para alimentación en el sector agropecuario y como material de abono en la agricultura y otras actividades que no contribuyen con su procesamiento para darle un valor agregado. Se sabe que desde el año 2008 en nuestra región se emprenden y promocionan campañas para reemplazar y sustituir parcialmente la harina de trigo por cereales y tubérculos que se produzcan en abundancia, es así que se ha iniciado la producción de productos de panificación, (*Promperú, 2008*).

Esto sirve como un indicador básico en el cual podríamos obtener resultados muy favorables, utilizando la harina de hoja de quinoa y la avena que, en la actualidad, no ha sido estudiada con más detalle es por eso que es necesario realizar investigaciones que promuevan su uso como alimento para los seres humanos, en productos como las galletas que planteamos y productos de gama panadera.

La hoja de quinoa como materia prima tiene como sus principales componentes nutricionales el Hierro, proteína y más aminoácidos en un porcentaje comparativo cercano que el grano.

Con todo lo manifestado anteriormente, se empleó como masa foliar la hoja de quinoa, de gran valor nutritivo y la avena en la producción de galletas, en el presente trabajo investigativo se planteó reemplazar un determinado porcentaje de harina de trigo por harina de avena y quinoa con el supuesto de conferir a la galleta un mayor aporte nutricional. Es por ese motivo que el presente proyecto pretende evaluar el efecto de la adición de porcentajes de harina de avena y harina hoja de quinoa (*Chenopodium quínoa*) en la elaboración de galletas.

1.1.1. Formulación del problema.

¿Cuál será el porcentaje óptimo de sustitución de harina de Avena (*Avena sativa*) y harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) y la cual permitirá obtener una galleta nutritiva y agradable?

1.1.2. Delimitación de la investigación.

La investigación se llevará a cabo en la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque durante un periodo de (3 meses) que comprenden de abril al junio del 2016, el estudio de procesamiento y elaboración de la galleta se llevó a cabo en el área de Panificación de la Universidad Señor de Sipán, ubicado en la carretera Pimentel Km 5; para la evaluación sensorial y determinar la aceptabilidad del producto formulado se eligió como muestra a 10 personas (panelistas semi entrenados) de la escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior y panaderos de la Universidad Señor de Sipán.

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (FIQIA). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – (Lambayeque) donde se realizaron los análisis fisicoquímicos de nuestra Galleta enriquecida y componentes de galleta y los análisis de Hierro y calcio se llevaron a cabo en el laboratorio de la Facultad de Química de Universidad Nacional de Trujillo – (Trujillo).

El recurso de la investigación serán las hojas obtenidas de Quinoa y Harina de Avena, obtenidos de diferentes formas; para la hoja de quinoa se tomaron hojas orgánicas las cuales fueron cultivadas en el Distrito de Lucho pulcro Alto de la Provincia de Cajamarca; cultivadas como parcelas demostrativas y la Harina de avena se compró en el mercado de abastos (Moshoqueque).

1.1.3. Justificación e Importancia.

En presente estudio pretende desarrollar de forma porcentual una galleta de avena fortificada como harina de Hoja de quinoa para su elaboración y consumo con la finalidad de determinar la mejor formulación para obtener un producto final con características físico-químicas, sensoriales y nutricionales para su consumo.

Cabe resaltar y enfocar que el logro de las investigaciones en este campo, permitiría desarrollar y mejorar el valor nutritivo, proteico de la galleta, a la vez implementar el desarrollo de la transformación de esta materia Prima y a la vez la agricultura local, regional y nacional.

En este contexto, actualmente el desarrollo de galletas, consiste en la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de materias primas no tradicionales de bajo costo y alto valor nutricional.

Como un producto alimenticio la avena y hoja de Quinoa tienen grandes beneficios nutricionales y su consumo económico en la adquisición de estos mencionados, de esta manera ser aprovechados en las comunidades alto andinas donde actualmente se están viviendo los grandes problemas de bienestar y desarrollo, producto de las dietas no saludables que vienen haciendo, causas de la desnutrición, ocasionadas en las poblaciones más vulnerables, los niños y los ancianos.

La hoja de quinoa tiene muchas condiciones, posibilidades favorables de desarrollo en Lambayeque y en nuestro país, ya que los factores climáticos mediante su investigación por producir favorecen su cultivo. También cabe mencionar que en la actualidad la harina de hoja de quinoa no es conocida por sus propiedades nutricionales en estos casos no muy utilizados en la industria de la panificación por lo que no se le ha dado su correcta y debida importancia, realizando factores de mejora la cual beneficie directamente en la alimentación diaria de las personas.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

La alimentación del hombre está dentro del grupo de las necesidades básicas, sino también cumplir funciones, que están ligadas con su desarrollo sano, en el que se busca un aporte de energía, un aporte regulador, un aporte proteico y uno de reserva.

Entre los aportes que los alimentos deben hacer se encuentra el aporte proteico, y teniendo en cuenta que las proteínas están formadas por cadenas de aminoácidos, es prescindible aclarar que el organismo del ser humano puede sintetizar unos aminoácidos, pero otros denominados aminoácidos esenciales entre los que se encuentran la Isoleucina, Lisina, Fenilalanina, Treonina, Valina, no los puede sintetizar.

Lo que genera la necesidad de diseñar un alimento en este caso galletas agradables para el consumo que además tengan un alto contenido proteico, es por eso que se considera relevante, (Revista Científica, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Trujillo, Perú 2014).

Por su parte las galletas tienen el nivel más alto de penetración: es el segundo mercado más grande del sector alimentos y el de la mayor interacción con el consumidor. Según el INEI, en setiembre del 2013, “los productos de la panadería” cayeron en promedio 7%, y en el acumulado enero – setiembre descienden 7.8%. Por su parte, el Ministerio de la Producción indica que la elaboración de productos de molinería, almidones y derivados avanzó 5.4% en setiembre y solo 0.2 % en los primeros nueve meses del 2014, (Encuesta INEI 2013-2014).

Es importante que la población conozca sobre otras fuentes alimenticias de bajo costo y alto nivel nutritivo como son la quinoa, kiwicha, caniwia, cebada etc. Es conveniente fomentar el consumo de estos productos especialmente procesados y combinados debido a

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

que al consumirlos de esta manera mejoran su calidad nutricional. Además, se los encuentra con facilidad en el mercado.

1.1.4. Limitación la Investigación:

El principal obstáculo durante el proceso de elaboración de la galleta fue la molienda de la hoja de quinoa, el motivo fueron los peciolos presentes en esta; teniendo que utilizar diferentes tipos de tamices con la finalidad de obtener una harina uniforme.

1.1.5. Objetivo general.

Evaluar y determinar el grado de sustitución para la formulación de una galleta enriquecida con avena (*avena sativa*) y harina de hoja de quinoa (*Chenopodium quínoa*).

1.1.6. Objetivos Específicos

Determinar las propiedades fisicoquímicas de la harina de avena y harina de hoja de quinoa.

Evaluar el efecto de la mejor formulación de avena y harina de hoja de quinoa en la composición nutricional de galletas.

Realizar un análisis sensorial de la galleta teniendo como referencia 10 panelistas.

Realizar un análisis físico y químico de la galleta.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudio:

Artículo científico: **Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quínoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao L.*)**

Autor (es): Lía Velásquez, Víctor Aredo, Yesica Caipo, Eduardo Paredes.

Fuente: Revista Científica, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Trujillo, Perú 2014.

Resumen:

El trabajo presentado por Velásquez y colaboradores fue formular una galleta enriquecida de alta aceptabilidad, sustituyendo parcialmente el 15 % de harina de trigo por harina de quinua, soya y cacao; como prueba de aceptabilidad de la galleta se consideró realizarlo con 30 panelistas no entrenados. El método de diseño de investigación empleado fue: Diseño de Mezclas Simplex con Centroide Ampliado, para determinar la optimización de la fórmula de la galleta. De esta manera, diez tipos de galleta fueron evaluadas, llegando a determinar que la aceptabilidad de las galletas formuladas están dentro de un rango: 14.1 -15 % harina de quinua, 0 - 1.5 % harina de soya y 0 - 0.9 % harina de cacao.

Artículo Científico: **Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quínoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) evaluada en niños.**

Autor (es): Yesica Caipo Infantes, Anghela Gutiérrez Figueroa, Alejandro Julca Gonzales.

Fuente: Revista Científica, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias –Universidad Nacional de Trujillo.2015

Resumen.

El objetivo de este trabajo fue formular una barra energética de alta aceptabilidad formulada a base de quinua, kiwicha y cañihua; la evaluación de la aceptabilidad general de la barra energética fue realizada por 30 panelistas de cinco años de edad. Para la optimización se empleó un Diseño de Mezclas Simplex con Centroide Ampliado. En este sentido, diez tipos de barra energética fueron evaluadas, encontrando que se logra la optimización de la aceptabilidad general, cuando los componentes se encuentran en los siguientes rangos: 21% - 30% de quinua, 021% - 30% de kiwicha y 21% - 30% de cañihua.

Artículo científico: **Galletas de buena aceptabilidad a base de harina de arroz (*oriza sativa*) y harina de papa (*Solanum tuberosum*) var. Parda pastosa.**

Autor(es): Ghenghis Bazán Aliaga, Rodrigo Gabrielli González, Damper Acosta Chinchayhuara, Juan Alberto Rojas Castillo.

Fuente: Revista científica, Facultad de Ingeniería de Sistemas y Mecánica Eléctrica-Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.2015

Resumen.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar galletas de buena aceptabilidad utilizando una mezcla de harina de arroz (HA) y harina de papa (HP). Se utilizaron distintas proporciones de las harinas: 100 HA y 0 HP; 75 HA y 25 HP; 50 HA y 50 HP; 25 HA y 75 HP; 0 HA y 100 HP. Además, se elaboró una muestra control con 100% harina de trigo, la cual sirvió para comparar las propiedades con las demás galletas. La aceptabilidad fue medida por un panel no entrenado de 30 jueces, utilizando una prueba hedónica con una escala no estructurada.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Se obtuvo que la galleta más aceptable fue la muestra control con 100% harina de trigo (aceptabilidad = 7.0 ± 1.66), siendo la galleta con 75 HA y 25 HP (aceptabilidad = 6.5 ± 1.59) la que más se acercó a este valor y sin presentar diferencias significativas ($p < 0.05$). Esta galleta presentó un contenido de cenizas de 3.47%, humedad 5.13%, proteínas 7.4%, grasa 1.41% y fibra 3.2%.

La aceptabilidad sensorial se ajustó a un modelo cuadrático con coeficiente de correlación de $R^2 = 0.9154$ y un R^2 Ajustado = 0.8309. Palabras clave: Harina de arroz, harina de papa, contenido proximal, análisis sensorial.

Artículo científico: **Optimización de las propiedades físicas, nutritivas y sensoriales del pan elaborado con harina de espárrago, kiwicha y trigo.**

Autor: Olga R. Zumarán Alayo, Lucy A. Yglesias Alva.

Fuente: Revista "Ciencia y Tecnología", Escuela de Postgrado – UNT, Trujillo, Perú– 2013.

Resumen:

En el presente trabajo de investigación se ha evaluado las propiedades nutritivas, físicas y sensoriales de un pan funcional elaborado mezclando harina de kiwicha, harina de peladilla de espárrago y harina de trigo. Para el diseño de mezclas, se aplicó la metodología estadística del diseño experimental secuencial de mezclas de vértices en los extremos. Se estableció en nueve, el número de mezclas. Para evaluar la aceptación de las mezclas se utilizó el análisis sensorial, y para optimizar las propiedades nutritivas del pan, se utilizó la función de deseabilidad para cada una de las variables respuesta. Se utilizó el soporte del paquete estadístico MINITAB VS. 14.2 para calcular el efecto de los 3 componentes de las mezclas sobre las propiedades nutricionales del pan. La elaboración del pan y las mediciones experimentales de sus propiedades nutricionales, se llevaron a cabo utilizando las normas técnicas NTP 206.003, 2011:5, "Food and Drug.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Administración, Dietary Reference Intakes”, R.M. Nro. 1020-20107 MINSA (2011:13), Dendy y Dobraszczyk (2001: 225). Se encontró que: Las propiedades físicas, y sensoriales de sabor, aroma y textura de las nueve formulaciones realizadas cumplieron con las normas y fueron aceptadas. La formulación óptima de la harina compuesta para la elaboración del pan fue la que estuvo conformado por 72.9 % de harina de trigo, 16.6% de harina de kiwicha y 10.4% de harina de peladilla de espárrago. El producto presentó las propiedades nutricionales: 12,5% de proteínas, 56.0 % de carbohidratos, 7.0% de lípidos, 2.8 % de fibra total y 21.2% de humedad.

Tesis: Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena (*Gevuina avellana, Mol*) y harina de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*)

Autor (es): Mario Villarroel, Carolina Huiriqueo, Julia Hazbun, Diego Carrillo.

Fuente: Tesis Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería, Unidad Tecnológica y Procesos. Centro Genómica Nutricional Agro-Acuícola. Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile – 2009.

Resumen.

Se desarrolló una formulación optimizada de galletas en base a harina desgrasada de avellana chilena (HDA) y harina de quínoa (HQ) ambas exentas de gluten teniendo como objetivo incrementar las opciones nutricionales de la población celiaca, utilizando la metodología Taguchi. Se trabajó con cuatro factores de control HDA, HQ, bicarbonato de amonio (BA) y tiempo de horneado (TH) a tres niveles de trabajo cada uno para determinar sus efectos en la calidad sensorial (C.S) y señal ruido (S/R) del Producto optimizado. Para determinar los niveles óptimos de trabajo de cada factor de control, así como la influencia relativa de los efectos de cada parámetro se utilizó el arreglo ortogonal L9 34 con nueve puntos de diseño y dos

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

replicaciones cada uno totalizando 18 puntos experimentales. Los resultados fueron analizados estadísticamente cuantificando la magnitud de diferencia de promedios por factor y nivel de trabajo y análisis de varianza (ANOVA) Las características de calidad a obtener fueron la máxima C.S y S/R del producto utilizando el concepto “mayor es mejor” según la metodología Taguchi. La combinación óptima de las variables independientes resultó ser HDA 24,3%, HQ 7,1%, BA 0,6% y TH 22 minutos. Entre las características químicas de la galleta optimizada destacaron su contenido de proteínas (8,9%) y fibra cruda (12,7%).

Por su parte la concentración de pro láminas de 1,5 ppm fue inferior al límite máximo recomendado por CODEX (20 ppm) catalogándolo como un producto exento de gluten. En cuanto a la vida útil, se demostró que es un producto estable a la rancidez alcanzando una concentración de dienos conjugados de 3,6% bajo condiciones de almacenamiento de 45 días a una temperatura de 30°C. Finalmente se obtuvo un 100 % de aceptabilidad del producto por parte de los consumidores celíacos, distribuida en 75% para “Me agrada mucho” y 25% para “Me agrada”, además el 100 % de las personas celíacas encuestadas en este estudio manifestaron su intención de comprar este producto.

2.2. Estado del arte.

El Perú fue denominado en el 2013 (El Año Internacional de la Quinoa) lo cual promovió su intensa siembra por el Ministro de Agricultura Milton Von Hesse articulando organismos estatales como INIA y SENASA afín de promover una adecuada siembra de este cultivo que hasta el día de hoy se viene implementando.

La quinoa es un cultivo que se siembra y cosecha en los Andes de Bolivia, Perú, Argentina, Chile y Ecuador así como en Estados Unidos puesto que viene creciendo sosteniblemente desde hace diez años por su alto contenido de vitaminas que aporta este producto y por sus distintas utilidades en el ámbito de la ciencia médica, lo cual conlleva a una exhausta investigación afín de promover la utilización de la quinoa como materia prima en función de toda su capacidad morfológica en base desde sus frutos y hojas con la finalidad de promover productos nuevos y con altos valores nutricionales que contribuyan a la buena alimentación diaria en base a productos de panificación.

Según investigaciones recientes se ha comprobado que decenas de productos horneados comunes contienen bromato de potasio, un posible aditivo cancerígeno, según un nuevo análisis realizado por el Grupo de Trabajo Ambiental. La agencia sin fines de lucro se encontró el producto químico en 86 panes y otros productos horneados, incluyendo productos conocidos como Hormel Foods sándwiches de desayuno, rollos Weis Kaiser y tostadas francesas, y la masa de pastelería Goya facturación.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Bromato de potasio se añade a la harina para concretar la masa, ayudar a que suba y dar el pan terminado un color blanco fresco. Sin embargo, se ha relacionado en estudios con animales con el cáncer y tumores. La investigación también ha demostrado que puede dañar el material genético en las células hepáticas e intestinales humanos, causando rupturas en las cadenas de ADN y daño cromosómico.

A la luz de la evidencia que muestra su potencial daño a la salud humana, es alarmante que las empresas continúen utilizando el bromato de potasio en sus panes y otros productos horneados. Con este nuevo estudio se espera arrojar luz sobre estas innecesarias prácticas en empresas en la adición de aditivos con el propósito de encontrar mejores ingredientes para sus productos."

2.3. Bases teóricas científicas.

2.3.1. Reglamentación o Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería.

Sólo se autoriza el uso de aditivos y coadyuvantes de elaboración permitidos por el *Codex Alimentarias* y la legislación vigente, teniendo en cuenta que los niveles deben ser el mínimo utilizado como sea tecnológicamente posible. Conforme a la legislación vigente está prohibido el uso de la sustancia química bromato de potasio para la elaboración de pan y otros productos de panadería, pastelería, galletería y similares.

Las Galletas y bizcochos son alimentos para lactantes y niños, basados en cereales, elaborados por cocción al horno, que pueden utilizarse directamente o, después de una pulverización, con la adición de agua, leche, u otro líquido conveniente (*Codex Alimentarius*) CODEX-STAN-074-1981. (ENMENDADA EN 1985, 1987, 1989 Y 1991).

Galletas. – Según la Norma Técnica Mexicana, la definición de galleta es: Producto elaborado con harinas de trigo, avena, centeno, harinas integrales, azúcares, grasa vegetal y/o aceites vegetales comestibles, agentes leudantes, sal yodada; adicionados o no de otros ingredientes y aditivos alimenticios permitidos los que se someten a un proceso de amasado, moldeado y horneado. (NMX, 1983).

2.3.2. Clasificación

El producto objeto de esta Norma se clasifica en 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno.

- Tipo I Galletas finas
- Tipo II Galletas entrefinas
- Tipo III Galletas comerciales

a) Especificaciones.

Las galletas en sus 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Sensoriales Color: Característico del tipo de galleta sin presentar áreas negras por quemaduras.

Olor: Característico, no debe presentar olores extraños ni a rancidez.

Sabor: Característico del producto, sin sabores extraños.

Aspecto: Tamaño uniforme, de acuerdo con el tipo de galleta.

Consistencia: La característica, de cada producto. (NMX, 1983).

Tabla 2.3 1: Caracterización Físico Química de la Galleta

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad %		6.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		1.5
Proteínas %	8.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	15.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

Fuente: Alimentos Galletas Food Cookie Normas mexicanas dirección general de norma.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 2.3 2: Para Galletas Entrefinas

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad %		8.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		2.0
Proteínas %	6.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	10.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

*Fuente: X-f-006-1983. Alimentos galletas Food Cookie Normas Mexicanas
Dirección General de Normas.*

Tabla 2.3 3: Para Galletas Comerciales

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad %		8.0
pH	6.0	8.0
Cenizas %		2.0
Proteínas %	6.0	
Fibra cruda %		0.5
Extracto etéreo %	5.0	
Carbohidratos diferencia a 100		

*Fuente: NMX-F-006-1983. Alimentos galletas Food cookie Normas Mexicanas
Dirección General de Normas.*

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 2.3 4: Criterios Físicos Químicos

Producto	Parámetro	Límites máximos permisibles
Galletas	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.10%
Bizcochos similares con y sin relleno	Humedad	40%
panes de dulce, pan de pasas, pan de camote, pan de papa, tortas, tartas, pasteles y otros similares)	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.70%
	Cenizas	3%
Obleas	Humedad	4% (Obleas) 5% (Obleas rellenas) 9% (Obleas
	Acidez (expresada en	0.20%
	Índice de peróxido	5 mg/kg

Fuente: Ministerio de Salud (2011).

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

2.3.3. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería

Alimentos Enriquecidos y complementos alimenticios. Manual Práctico de Nutrición y Salud. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: Nutrient Supplementation. J Am Diet Assoc 2009; 109:2073-2085.

Según el Codex Alimentarius, se puede realizar el enriquecimiento de los alimentos por las siguientes justificaciones: Restituir los nutrientes perdidos durante el proceso de transformación, la estandarización para la compensación de los valores establecidos y la prevención o corrección la carencia de nutrientes para una comunidad determinada. Estas razones permitió a la Comunidad Europea (UE) establecer el reglamento CE 1925/2006) que justifica poder enriquecer los alimentos con proteínas, vitaminas y minerales. (Vidal, 2010, p. 5)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su ANTEPROYECTO DE NORMA REVISADA PARA ALIMENTOS ELABORADOS A BASE DE CEREALES, indica lo siguiente:

2.4. Factores Esenciales de Composición y Calidad.

2.4.1. Composición Esencial

El cereal seco, las galletas, los bizcochos y las pastas alimenticias se preparan principalmente con uno o más productos molidos de cereales, como trigo, arroz, cebada, avena, centeno, maíz, mijo, sorgo y alforfón y/o leguminosas (legumbres) y/o raíces amiláceas (como arroz, ñame, mandioca) o tallos amiláceos, y también sésamo y soja.

Los requisitos relativos al contenido energético y los nutrientes se refieren al producto listo para el consumo tal como se vende, o preparado de conformidad con las instrucciones del fabricante, a menos que se especifique otra cosa.

2.4.2. Contenido Energético:

El contenido energético de los alimentos elaborados a base de cereales no deberá ser inferior a 0,8 kcal/100 g (3,3 kJ/100 g).

Proteína

El índice químico de la proteína adicionada deberá ser equivalente por lo menos al 80 por ciento del índice de la proteína de referencia o la proporción de eficiencia proteínica (PEP) de la proteína en la mezcla deberá ser equivalente por lo menos al 70 por ciento de la de la proteína de referencia. En todo caso, la adición de aminoácidos está permitida sólo con el objeto de mejorar el valor nutricional de la mezcla proteínica, y sólo en las proporciones necesarias para tal fin. Deberán emplearse únicamente formas naturales de L-aminoácidos.

Carbohidratos

Se adiciona sacarosa, fructosa, glucosa, jarabe de glucosa o miel: la cantidad de carbohidratos adicionados, procedentes de estas fuentes,

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

no deberá ser superior a 1,8 g/100 kJ (7,5 g/100 kcal); la cantidad de fructosa adicionada no deberá ser superior a 0,9 g/100 kJ (3,75 g/100 kcal).

Lípidos

El contenido de lípidos no deberá ser superior a 1,1 g/100 kJ (4,5 g/100 kcal). Si el contenido de lípidos es superior a 0,8 g/100 kJ (3,3 g/100 kcal): la cantidad de ácido linoléico (en forma de ácidos glicéridos = linoleatos) no deberá ser inferior a 70 mg/100 kJ (300 mg/100 kcal) y no deberá ser superior a 285 mg/100 kJ (1 200 mg/100 kcal).

Minerales

No deberá ser superior a 100 mg/100 kcal del producto listo para el consumo, salvo en el caso de productos destinados a niños de más de un año de edad, en que el contenido de sodio no deberá ser superior a 200 mg/100 kcal.

El contenido de calcio de los productos no deberá ser inferior a 20 mg/100 kJ (80 mg/100 kcal). El contenido de calcio de los productos que contengan leche, no deberá ser inferior a 12 mg/100 kJ (50 mg/100 kcal). (FAO, S/F).

2.5. Avena (*Avena sativa*)

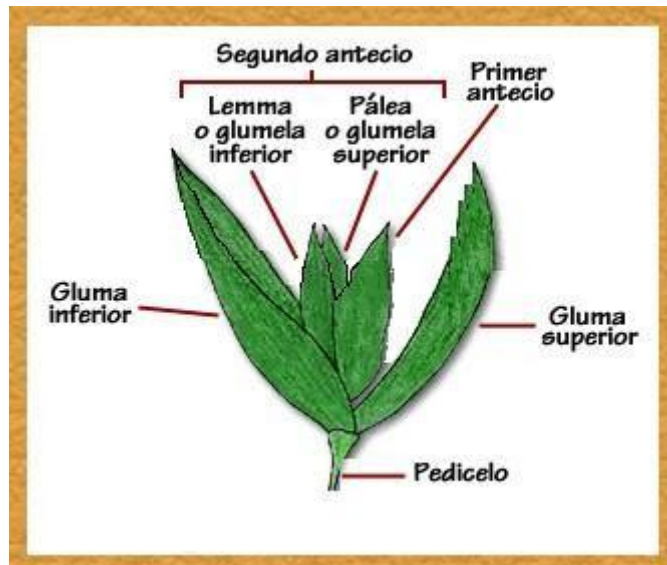


Imagen 1: Imagen 1: Componentes de una espiga de avena
Fuente: Soto, 2007

a) Origen e historia.

La Avena sativa es una gramínea cultivada extensamente en el mundo, ocupando el sexto lugar de los cereales producidos a nivel mundial (ASERCA, 1994). En Canadá y Estados Unidos se cultivan alrededor de 1.8 y 0.8 millones de hectáreas anualmente, respectivamente (FAO, 2008).

Según Soto, (2007): “Los granos se forman de las flores, formados por un ovario, tres estambres y dos glumélulas y envueltos en un par de brácteas o glumelas llamadas lema (cubre la cara dorsal del flósculo) y palea (cubre la ranura del grano)”. (p. 12). La avena procede de Europa, donde todavía se puede encontrar en estado salvaje. Se sabe que el cultivo de los cereales tienen unos 10.000 años de antigüedad y las referencias a este alimento son muy antiguas, puesto aparecen en textos de historiadores, como cuando Plinio, un historiador romano del siglo I. D.C, se refería a la fortaleza de los germánicos y decía que comían preparados realizados con avena.

b) Clasificación taxonómica.

Tabla 2.5 1: Clasificación Taxonómica de la Avena

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Género	<i>Avena</i>
Especie	<i>sativa</i>
Científico	<i>Avena sativa</i>

Fuente: Taxonomía-avena-2001

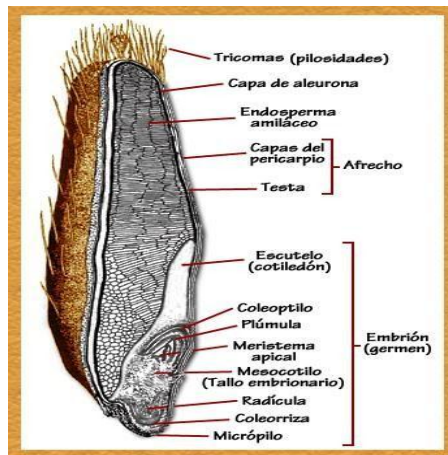
c) Características botánicas.

La avena (*Avena sativa* L.), es un género de la familia de las pomáceas, que tradicionalmente se ha utilizado como recurso alimenticio por su riqueza proteínica. Asimismo, dicho cereal cuenta con gran variedad de hidratos de carbono (elevado porcentaje de almidón), lípidos (principalmente grasas no saturadas y ácido linoléico) y gran cantidad de vitaminas, minerales, oligoelementos y fibra. Su alto porcentaje de almidón, le permite a la avena absorber agua provocando hinchamiento, lo cual genera una mezcla con carácter viscoso. (Anónimo. 2003).

Según Bonnett, citado por Soto: “La semilla está contenida en un fruto llamado cariósido, el cual exteriormente presenta una estructura denominada pericarpio. La semilla está conformada internamente por el endospermo y el embrión, la cubierta de la semilla se denomina testa y zona pigmentada”. (Soto, 2007, p. 13)

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Imagen 2: Cariopside de Avena y su Estructura



Fuente: Tapia 2000, citado en Edel A. y Rosell C., 2007.

Uno de los cereales como es la avena tiene el índice glicémico más bajo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.5 2: Índice Glicémico de algunos Cereales

ÍNDICE GLICÉMICO	ALIMENTO
8	Maíz en copos
7	Barrita trigo
6	Arroz blanco
6	Sémola de trigo
6	Arroz integral
6	Avena instantánea

Fuente: Índice glicémico (foster-powell, 2002).

Según Kent, citado por Soto:

En la avena las glúmelas cubren el pericarpio cuando el grano está maduro, son fuertes, carnosas y están algo adheridas al resto del grano por lo que no se separan de él durante la trilla, forman la cáscara de esta por lo tanto se le denomina cariopside cubierta o vestida (Soto, 2007, p. 14).

2.5.1. Cultivo de la avena.

A nivel mundial en la producción de cereales, la avena ocupaba el quinto lugar de sembrío en temporadas de invierno en el Hemisferio Norte. Por ejemplo en México en el año 2006 se sembró cerca de 770000 hectáreas. (INIFAP, 2008).

2.5.2. Valor Nutricional

La Avena es el cereal con más bajo contenido de carbohidratos utilizado para el desayuno, estudios realizados en Estados Unidos de Norteamérica determinaron que la mejor nutrición a la avena, alimento ideal para niños, jóvenes, adultos y pacientes en riesgo cardiovascular. Constituye una fuente de aminoácidos, alrededor de dieciocho, siendo los de mayor contenido el ácido Glutámico, Arginina, Lisina, Treonina, Valina, Alanina, ácido Aspártico y Prolina.(Soto, 2007, p. 17).

Tabla 2.5 3: Composición proximal del grano de Avena

Composición	100 g de sustancia
Hidratos de carbono	58,2
Agua	13,3
Celulosa	10,3
Proteínas	10,0
Materia grasa	4,8
Minerales	3,1

Fuente: Avena (Infoagro, 2002)

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

En el marco teórico de la tesis desarrollada por Soto, se hace mención a Greenwood:

En el endospermo se encuentra el almidón, un polímero con unidades de glucosa α 1:4 y α 1: 6 y se encuentra en dos formas una es la amilosa de cadena lineal que constituye el 23 % y otra amilopectina con un 77 % de cadena ramificada. Una cadena de amilosa contiene entre 20 – 30 unidades de glucosa en su estructura y una cadena de amilopectina contiene 18 – 36 unidades de glucosa en su estructura (Soto, 2007, p. 18).

Según Soto, la composición del grano de avena se ve afectada por el proceso de industrial, entre las operaciones que originan pérdidas se encuentran el descascarado, estabilización, desecado, cortado, aplastado, pulido, etc. Las pérdidas determinadas son en la cáscara de la avena (25 % del peso del grano), donde contiene el 85 % de la fibra total, 40 % de cenizas, 4 % de proteínas, y 4 % de grasa que en el tratamiento de descascarado se elimina. (Soto, 2007)

Tabla 2.5 4: Composición química de la Avena

Grano	Humedad	Proteínas * 6,25	Grasa	H de C Soluble	Fibra	Cenizas
Entero	1	10,3	4,7	62,1	9,3	2,6
Limpio	-	9,88	4,5	60,4	1,4	1,6

Fuente: GALIARD, 1987

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 2.5 5: Contenido de Vitaminas en la Avena por microgramos por gramo de Avena

Vitamina ug/g	
<i>Tiamin</i>	5,7
<i>Riboflabina B₂</i>	1,3
<i>Acido Nicotínico B₃</i>	9,4
<i>Acido Pantotenico B₅</i>	9,0
<i>Piridoxina B₆</i>	1,2
<i>Acido Fólico B₉</i>	0,2

Fuente: (KENT - JONES y AMOS, 1957)

Según Amberger y Weeheler, citados por Soto, indican que: “En la avena los triglicéridos tienen ácidos grasos saturados: *ácido Palmítico* 10,4 %; e insaturados: *ácido Oleico* 58,5 % y *ácido Linoleico* 31,1 %, además, el aceite de los cereales contiene hasta un 4 % de fosfolípidos”. (Soto, 2007).

2.5.1. Variedades de avena y sus características.

Se debe tener claro que la avena es un cereal cultivable en zonas frías, por lo tanto, la temperatura es uno de los factores que determinan las variedades de avena.

Según Bonett, citado por Soto, manifiesta que: “En Chile, el cultivo de avena está representado por: *Avena Sativa L.* y *Avena Strigosa Schreb.* La primera destinada a la alimentación humana, o alimentación animal. La *Avena Strigosa Schreb.*, se utiliza para la obtención de forraje”. (Soto, 2007, p. 19).

Avena Sativa Avena

Previsión Avena

Blanca nieves Avena

Cóndor

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

El componente mayoritario de la avena es el almidón, su absorción lenta y fácil asimilación proporciona energía durante largos periodos después de haber sido absorbidos por el aparato digestivo, y evita la sensación de fatiga y desaliento que experimenta el cuerpo cuando reclama glucosa de nuevo (hipoglucemia) y de esta forma evita una elevación súbita de la concentración de glucosa sanguínea. Las bajas cantidades de fructosa pueden ser significantes en el metabolismo de insulín dependientes. La fibra está compuesta de mucílagos y salvado, sustancias parcialmente solubles que no se absorben en el intestino. Pero que resultan de una extraordinaria importancia para la buena digestión, aunque no aportan nutrientes.

El mucílago, dentro de su funcionalidad lubrica y suaviza el tránsito en el tracto digestivo; mientras que el salvado, es de textura muy suave al paladar y apenas se percibe cuando se consume, es un laxante suave que además tiene un efecto similar al del avenasterol como reductor del colesterol sanguíneo (Romo et al., 2007). Con relación a la calidad de su proteína, la avena contiene seis de los ocho aminoácidos necesarios para la síntesis correcta de proteínas, es deficiente en lisina y treonina; sin embargo, se considera que su aporte de metionina es importante, por tanto su mezcla con leguminosas como la soya, normalmente baja en metionina, o con leche, deficiente en aminoácidos azufrados, permite mejorar el perfil de aminoácidos de la mezcla obtenida, aproximándola a la ideal para el organismo mediante la obtención de proteínas completas con valor nutricional semejante a proteínas animales como las de la carne, el pescado y los huevos (Romo et al., 2007)

Los ejemplos de las propiedades funcionales incluyen la densidad, solubilidad de la proteína, capacidad de absorción de agua y la de aceite, emulsificante y propiedades de formación de espuma. Los factores que afectan el comportamiento funcional de las proteínas en

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quínoa*) para formular una Galleta Enriquecida

los alimentos son: su tamaño, forma, composición de aminoácidos y secuencia, carga neta, hidrofobia, la estructura y la rigidez molecular en respuesta al ambiente externo (pH, temperatura, concentración de sal) o con los otros componentes de los alimentos (*Sadiq y Batool, 2010*). Los procesos que emplean energía térmica acompañada de acción mecánica sobre los gránulos de almidón, como es el caso de la cocción por extrusión, además del cambio en su organización cristalina, (Gelatinización), producen también su degradación, separando las cadenas laterales de la amilopectina, pero sin observar la formación de monosacáridos. Es decir, el almidón está parcialmente solubilizado pero no totalmente degradado y se produce una masa visco plástica (*Linko et al., 1981; Polit, 1993*).

A su vez, durante la extrusión ocurre la desnaturalización de las proteínas. Conforme la temperatura de las proteínas y la concentración del agua incrementan, las proteínas se desdoblán con la pérdida de su forma globular nativa tridimensional; para desdoblarse las proteínas deben interrumpir las fuerzas de organización, tales como enlaces de hidrógeno y disulfuro, iónicos y fuerzas de Van der Waals. Después de que el desdoblamiento ocurre, las cadenas de proteína relativamente lineales son libres para reorientarse y combinarse (*Harper, 1981*).

Los cambios en la absorción de agua y solubilidad de productos extrudidos bajo las diferentes condiciones de temperatura pueden ser monitoreadas por la medición de la capacidad de absorber agua (CAA) y el índice de solubilidad (ISA).

El consumo de productos a base de avena se ha asociado con una disminución de los niveles de colesterol sanguíneo, ingesta reducida de glucosa, disminución en la respuesta a la insulina plasmática y control del peso a través de una saciedad prolongada (*Hallfrisch y Behall, 2000; Welch, 1995*); efectos que se atribuyen a la elevación de la

viscosidad en el tracto gastrointestinal, causado principalmente por los β -glucanos (Liu et al., 2010; Wood, 2007). Diversos estudios han publicado algunas características fisicoquímicas y reológicas de los principales componentes de la avena, entre los que destacan los trabajos pioneros realizados por Patón (1977 y 1979), Doublier, et al. (1987) y recientemente por Galdeano et al. (2009) y Berski et al. (2011) en torno a la propiedades reológicas de almidones de avenas de diferentes variedades y de los efectos individuales e interacciones entre los componentes de β -glucanos, almidón y proteína en las propiedades de formación de pastas en harinas de siete diferentes líneas experimentales de avenas (Liu et al., 2010). A nivel nacional, de acuerdo con datos proporcionados por la SAGARPA en el año 2009.

Composición nutricional de la avena

Según la página web Salud y Buenos Alimentos, recoge información básica de la composición nutricional de la avena, por lo que podemos decir que es un cereal que aporta de manera significativa las siguientes sustancias: carbohidratos, vitamina B, magnesio, fibra, vitamina B6, fósforo, cinc, calorías, hierro, ácidos grasos poliinsaturados, vitamina B9 y proteínas. (Salud y Buenos Alimentos, S/F)

a) Hidratos de carbono

Aporte energético. Se estima que el 55-60 % de la energía diaria que necesitamos debe provenir de carbohidratos, bien por la ingesta de alimentos ricos en almidón, bien por las reservas de glucógeno presentes en nuestro organismo. Además, la principal energía que necesita el cerebro para funcionar es la glucosa, que encontramos en alimentos ricos en carbohidratos. Gracias al carácter hidrofílico de los carbohidratos, este alimento constituye

también una fuente de obtención rápida de energía, al ser fácilmente atacado por las enzimas hidrolíticas.

b) Vitamina B1 (o tiamina)

Participa en la producción energética colaborando en el metabolismo de los carbohidratos. La vitamina B1 juega además un papel esencial en la absorción de glucosa por parte de cerebro y sistema nervioso, por lo que la deficiencia de este nutriente puede derivar en cansancio, poca actividad mental, falta de coordinación, depresión, etc. Otras funciones como el crecimiento y mantenimiento de la piel o el sentido de la vista, dependen en buena medida de los niveles de esta vitamina en el organismo.

c) Magnesio

Contribuye a mejorar tanto el tono muscular como el neuronal, favoreciendo la transmisión de los impulsos nerviosos, y la contracción y relajación de los músculos.

Colabora en el reforzamiento del sistema óseo y la dentadura, e interviene en el sistema cardiovascular, ayudando a mantener estable el ritmo cardíaco y la presión arterial, protegiendo las paredes de los vasos sanguíneos y actuando como vasodilatador, evitando de esta manera la formación de coágulos. Además, con el magnesio, se aumenta la producción de glóbulos blancos para beneficio del sistema inmunitario. Se estima que alrededor del 60 % del magnesio que asimilamos se asienta en huesos y dientes, el 28 % en órganos y músculos, y el 2 % restante en líquidos corporales.

d) Fibra

Ayuda a que se den en el organismo las condiciones favorables para la eliminación de determinadas sustancias nocivas como colesterol o ciertas sales biliares, y colabora en la disminución de glucosa y ácidos grasos en la sangre. Por este motivo, los alimentos ricos en fibra se antojan indispensables en una dieta excesivamente rica en carbohidratos, proteínas o grasas. Colabora además en la eliminación de agentes cancerígenos.

e) Vitamina B6 (o Piridoxina)

Favorece la formación de glóbulos rojos, células sanguíneas y hormonas, interviene en la síntesis de carbohidratos, proteínas y grasas, y colabora en el mantenimiento de los sistemas nervioso e inmune en perfecto estado, participando indirectamente en la producción de anticuerpos. La vitamina B6 reduce además los niveles de estrógeno, aliviando así los síntomas previos a la menstruación además de estabilizar los niveles de azúcar en sangre.

f) Fósforo

Contribuye a la mejora de determinadas funciones de nuestro organismo como la formación y desarrollo de huesos y dientes, la secreción de leche materna, la división y metabolismo celular o la formación de tejidos musculares. La presencia de fósforo (en forma de fosfolípidos) en las membranas celulares del cerebro es fundamental, favoreciendo la comunicación entre sus células, mejorando de esta manera el rendimiento intelectual y la memoria.

g) Cinc

Interviene en el proceso de formación de los huesos, así como en el desarrollo de los órganos reproductivos, favoreciendo el funcionamiento de la glándula prostática. El cinc, además de ser un poderoso antioxidante natural, favorece la absorción de vitamina A y la síntesis de proteínas como el colágeno, colabora en el adecuado crecimiento durante el embarazo, niñez y adolescencia, y ayuda al mantenimiento de los sentidos de la vista, el gusto y el olfato. Además de en los huesos, está presente en diferentes tejidos de nuestro organismo como músculos, testículos, cabellos, uñas y revestimientos oculares.

h) Calorías

Favorecen el mantenimiento de las funciones vitales y la temperatura corporal de nuestro cuerpo, así como el desarrollo de la actividad física, a la vez que aportan energía para combatir posibles enfermedades o problemas que pueda presentar el organismo. El exceso de calorías sólo es recomendable en circunstancias especiales como épocas de crecimiento y renovación celular.

i) Hierro

Necesario para la síntesis de hemoglobina, colabora en la renovación de las células sanguíneas, posibilitando el transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los diferentes órganos, como los músculos, el hígado, el corazón o el cerebro, siendo el hierro indispensable en determinadas funciones de este último, como la capacidad de aprendizaje. El hierro también incrementa la resistencia ante enfermedades reforzando las defensas frente a los microorganismos, previene estados de fatiga o anemia, y sin él no podrían funcionar el

Sistema nervioso central, el control de la temperatura corporal o la glándula tiroides, siendo además saludable para la piel, el cabello y las uñas. Imprescindible para el organismo en situaciones de carencia de hierro, ya sean como consecuencia de hábitos alimenticios inadecuados, durante la menstruación o el embarazo, o tras accidentes u operaciones médicas donde se ha perdido sangre.

j) Ácidos grasos

Son fuente de energía y ayudan a regular la temperatura corporal, a envolver y proteger órganos vitales como el corazón y los riñones, y a transportar las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) facilitando así su absorción.

k) Vitamina B9 (o ácido fólico)

Contribuye a la formación de células sanguíneas y glóbulos rojos, ayudando a prevenir la anemia y a mantener sana la piel.

Además de ser indispensable para la correcta división y crecimiento celular -fundamental durante el embarazo y la infancia-, la vitamina B9 interviene en el metabolismo de proteínas, ADN y ARN, reduciendo el riesgo de aparición de deficiencias en el tubo neural del feto (estructura que dará lugar al sistema nervioso central). Esta vitamina además, disminuye la posibilidad de presentar enfermedades cardiovasculares, previene algunos tipos de cáncer como la leucemia, estimula la formación de ácidos digestivos y ayuda a mejorar el apetito.

l) Proteínas.

Colaboran en el adecuado crecimiento y desarrollo del organismo, favoreciendo las funciones estructural,

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

inmunológica, enzimática (acelerando las reacciones químicas), homeostática (colaborando al mantenimiento del pH) y protectora-defensiva. (Salud y Buenos Alimentos, S/F).

Tabla 2.5 6: Valor nutritivo de los Cereales en granos

VALOR NUTRITIVO DE LOS GRANOS DE CEREALES									
(POR 100 GRAMOS)									
Cereal	Calorías	Proteínas (g)	Carbo h	Gras a	Fibr a	Calci o	Hierr o	Fosfor o	Tiami na
				(g)	(g)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)
Avena (mash)	378	14.4	66.1	6.9	6.6	5.2	5.5	414	0.61
Cebada	348	9.7	75.4	1.9	6.5	55	4.5	341	0.4
Centen o	334	12.1	73.4	1.7	1.8	38	3.7	376	0.4
Sorgo	342	8.8	76.3	3.2	2.3	19	3.7	299	0.4
Trigo Duro	330	12.3	71.7	1.8	2.3	46	3.4	354	0.5

2.6. Quinoa (*Chenopodium quínoa*)

Imagen 3: Chenopodium quínoa



a) Origen e Historia

Según la FAO manifiesta que la Quinoa es originaria de los Andes, es un alimento con alto valor nutricional, es por ello la importancia cada vez mayor para la seguridad alimentaria, para las generaciones presentes y futuras.

En la actualidad el problema del cambio climático acarrea disminución en la cosecha de alimentos, un reto planteado por esta institución mundial es incrementar la producción de alimentos y a la vez no depender de otros cereales como arroz y trigo.

Nuestro país tiene una diversidad de variedades de quinoa, la cual es sembrada en las zonas alto andinas, a nivel de Sudamérica podemos encontrar la quinoa nativa en las regiones andinas desde Colombia hasta Argentina y el sur de Chile, quienes preservan a este cereal son los pequeños agricultores y asociaciones.

Desde hace algunos años se han implementado políticas de cultivo y eso se comprueba según los datos de FAOSTAT, en el período 1992-2010 citado por la FAO, donde las área cultivadas y producción total de quinoa en Bolivia, Perú y Ecuador se duplicó e incluso triplicaron.

Nuestros países alto andinos nuevamente proporcionamos al mundo un cereal con alto valor nutritivo para asegurar la alimentación de las zonas castigadas en la carencia alimentos de alta calidad. Por todo ello, el cultivo de quinua se extiende por países como Francia, Inglaterra, Suecia, Dinamarca, Holanda e Italia. Inclusive en Kenia, India y Estados Unidos. (FAO 2013).

En el trabajo de investigación desarrollado por Aguirre en 2015, menciona que “la planta de quinua alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, genotipos, condiciones ambientales y fertilidad de los suelos”. (p. 15)

También manifiesta que la quinua cultivada en los valles tienen mayor altura con aquellos que son cultivados por encima de los 4000 msnm; en lugares cálidos y suelos fértiles alcanzan mayor altura; además, la coloración varía con los genotipos y fases fenológicas. (Aguirre, 2015)

b) Valor Nutritivo.

Un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los defectos que produce en el consumidor. La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de la familia de los Andes, fue base nutricional en las principales culturas americanas.

Desde el punto de Vista nutricional y alimentario la quinua es la fuente natural de proteína vegetal económica y de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales.

Proteína de calidad: Alta proporción de aminoácidos - Alto contenido de lisina - Mayor proporción de embrión. El valor calórico es mayor que otras cereales, tanto en grano y en harina alcanza a 350 Cal/100gr., que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías. La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

biológico comparable solo con la leche, el huevo y la menestra, constituyéndose por lo tanto en uno de los principales alimentos de nuestra Región.

La Quinoa como proteína vegetal ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, conserva el calor del organismo, conserva el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir, forma una dieta completa y balanceada. (FAO 2013).

La quinoa también puede ser utilizada tanto en las dietas comunes como en la alimentación vegetariana, así como para dietas especiales de determinados consumidores como adultos mayores, niños, deportistas de alto rendimiento, diabéticos, celíacos y personas intolerantes a la lactosa. (FAO 2013)

La quinoa se considera libre de gluten porque contiene menos de 20mg/kg según el Codex Alimentarius, lo que es de utilidad para alérgicos al gluten. El consumo periódico de quinoa ayuda a los celíacos para que recuperen la normalidad de las vellosidades intestinales, de forma mucho más rápida que con la simple dieta sin gluten debido a su alto poder nutricional se convirtió, junto con la papa y el maíz en el alimento básico de los incas. La quinoa no tiene gluten y es de fácil digestión, mucho mejor que el maíz y el trigo. Tiene un alto contenido de proteínas, y contiene los aminoácidos que necesita el cuerpo humano, por lo que puede reemplazar en algunos casos a la leche materna. Al combinarse con cereales como la soya mejora su valor proteico. Es una excelente fuente de fósforo, calcio, hierro, almidón, azúcar, fibra, minerales y vitamina E.

Tabla 2.6 1: Composición nutricional de la quinua

Tabla Nutricional en 100 g de Quinua	
Composición	Quinua
Calcio Mg	66
Fosforo Mg	408
Magnesio Mg	204
Potasio Mg	1.040
Hierro Mg	11
Manganeso Mg	2,2
Zinc Mg	7,5
Proteínas g	14
Fibra g	5
Grasa g	5,5
Carbohidratos g	60

Fuente: Collazos 2001

c) Hoja

Las hojas son alternas y están formadas por peciolo y lámina. Los peciolos son largos, finos y acanalados en su parte superior y de longitud variable dentro de la misma planta. La lámina es polimorfa en la misma planta, de forma romboidal, triangular o lanceolada, plana u ondulada, algo gruesa, carnosa y tierna, cubierta por cristales de oxalato de calcio, de colores rojo, púrpura o cristalino, tanto en el haz como en el envés, los cuales son bastante higroscópicas, captando la humedad atmosférica nocturna, y que controlan la excesiva transpiración por humedecimiento

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

De las células guarda de los estomas, y reflejan los rayos luminosos disminuyendo la radiación directa sobre las hojas, evitando el sobre calentamiento.

El tamaño de la hoja varía, en la parte inferior son grandes, romboidales y triangulares y en la superior pequeñas y lanceoladas, y muchas veces sobresalen de la inflorescencia, con apenas 10 mm de largo por 2mm de ancho.

La coloración de la hoja es muy variable: del verde al rojo con diferentes tonalidades y puede medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho. Presenta nervaduras muy pronunciadas y fácilmente visibles, que nacen del peciolo y que generalmente son en número de tres. Existen genotipos que tienen abundante cantidad de hojas y otros con menor.

Generalmente las quinuas de valle tienen un follaje abundante, incluso han permitido seleccionar como forrajeras por su alta producción de materia verde. El color de las hojas es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalaínas, tanto del tipo, betacianinas (rojo-violeta) y betaxantinas (amarillas)

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

d) Características bromatológicas

La hoja de quinoa presenta, según estudios recientes, la siguiente caracterización bromatológica.

Tabla 2.6 2: Porcentajes de nutrientes de diferentes tipos de quinoa

Variedad	Proteínas %		Cenizas %		Materia Seca %
	Hojas	Semilla	Hoja	Semilla	Hoja
Sajama	21.9	13.31	27.1	2.90	12.7
Real	17.3	13.90	21.9	2.22	16.4
Bolivia					
Blanca	23.7	13.50	24.2	3.20	15.1
Real					
Blanca	22.9	12.06	19.7	3.80	18.2
Amarga					
Chewecca	20.2	12.31	20.7	2.9	15.1
Tupiza	20.3	13.39	21.7	2.70	16.3

Fuente: Fundación Universitaria Iberoamericana

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 2.6 3: Porcentajes de cantidades de nutrientes X 100 gr

Por 100 gr	
NUTRIENTES	CANTIDAD
Energía	50
Proteína	4.70
Grasa Total (g)	0.60
Colesterol (mg)	00
Glúcidos	9.50
Fibra (g)	1.80
Calcio (mg)	377
Hierro (mg)	1.50
Vitamina C (mg)	11.10

Fuente: Fundación Universitaria Iberoamericana

Varios autores como Cornejo, G. (1976) y Tapia (1979), consideran que el verdadero valor de la quinoa reside en la calidad de su proteína, es decir, en la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana, que le otorga un alto valor biológico. Así mismo contiene sales minerales como P, K y Ca; vitaminas A, B y C. En muchas zonas del área andina se utilizan las hojas tiernas previas a la floración como hortaliza apta para la alimentación humana, por su alto valor nutritivo ya que contiene vitaminas, minerales y proteínas de calidad recibiendo el nombre de "Ilípcha" o "Iliccha" en quechua y "chiwa" en aymara, encontrando alto contenido de proteínas (3.3% en promedio), siendo la variedad blanca amarga la de mayor contenido (4.17%) y Sajama la de menor contenido (2.79%) (Cornejo, G, 1976).

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Recuento del número de hojas de diferentes variedades de quinoa en meses de noviembre a marzo.

Tabla 2.6 4: Recuento de hojas según su variedad

Variedad	N° de Hojas					Color
	N	D	E	F	M	
Ajara	5	8	8	10	37	Verde
Sayaña	5	8	7	14	34	Purpura
Línea 18	6	10	5	15	37	Verde
Real Pasankalla	6	11	5	15	37	Verde
Chullpi Café	6	10	4	10	35	Verde
Real 3 Hermanas	4	8	6	9	30	Purpura Claro
Chucapaca	9	16	33	41	48	Rosada
Kurmi	13	23	30	37	43	Amarillo

Fuente: Rodríguez, V.2009 1

e) Factor Anti Nutricional

Uno de los principales problemas de este grano, es la presencia de saponinas, el alto contenido de saponina en las hojas de esta planta se debe a que genera defensas ante la presencia de insectos u hongos k afecten su supervivencia en el reino vegetal la cual se traslada de forma uniforme a los granos para su posterior protección la saponina en la quinoa varía entre 0,1 Y 5%. Por la toxicidad diferencial de la quinoa en diferentes organismos la cual se ha investigado como potente insecticida que no genera efectos adversos en el hombre.

f) Harina de trigo

Es el ingrediente principal en los productos horneados. A partir de las etapas de la molienda del trigo se obtienen productos con características químicas y funcionales diversas, como son: harinas, germen y salvado. La molienda consiste en separar el 85% del endospermo (harina) de la otra parte del trigo. En teoría, es posible alcanzar el 85% de harina por cien partes de trigo, pero en la práctica tales valores son siempre inferiores al emplear el método común de molienda de trigo. Ya que la harina es un ingrediente funcional básico, las especificaciones deben cubrirse en cualquier lote para garantizar un buen producto mediante los procedimientos adecuados de panificación.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-F7 -1982), corresponde al producto obtenido por molienda y tamizado de granos de trigo con un 73% de extracción mínimo y, particularmente la de grado I, referido a la harina de trigo fina (para panificación), (*Dueñas Gallegos, C. Navarrete L., Andrés, 2010*).

La harina de trigo, posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína – gluten), pues la harina y agua mezclados en determinadas proporciones, producen una masa consistente. Esta es una masa tenaz, con ligazón entre sí, que en nuestra mano ofrece una determinada resistencia, a la que puede darse la forma deseada, y que resiste la presión de los gases producidos por la fermentación (levado con levadura, leudado químico) para obtener el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen. El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina: gliadina y glutenina. El hinchamiento del gluten posibilita la formación de la masa: unión, elasticidad y capacidad para ser Trabajada, retención de gases y mantenimiento de la forma de las piezas, (*Dueñas Gallegos, C. Navarrete L., Andrés, 2010*).

g) Tipos de harinas

De acuerdo al uso a que se destinen las harinas se clasifican básicamente según el porcentaje de proteínas que posean. En esta clasificación tiene especial importancia una sustancia llamada “gluten”. El gluten se forma por la unión de dos proteínas que posee la harina, estas son la Gliadina y la Glutenina. Esta unión se verifica durante el proceso de amasado.

- **Harinas Extra Fuertes:** Son aquellas que tienen un alto porcentaje de proteínas (sobre 13%). Se obtiene de trigos duros y se destinan principalmente a la elaboración de pastas y fideos.
- **Harinas Fuertes:** Tienen porcentajes de proteínas entre un 10 a 13%. Se destinan a panificación.
- **Harinas Débiles:** Tienen porcentajes de proteínas entre un 7 a 8%. Se usan en la elaboración de productos de bizcochería y galletas, no son aptas para panificación. (Manual de panadería).

Afirman que existen dos tipos principales de harinas de trigo: La blanca y la integral.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 2.6 5: Composición general de la harina blanca y harina integral

Componente en la harina (%)	Integral	Harina blanca
Humedad	13,0 – 14,0	13,0 – 14,5
Almidón y otros hidratos de carbono	67,0 – 73,0	71,0 – 78,0
Proteínas	10,0 – 15,0	8,0 – 13,0
Lípidos	2,0	1,0 – 1,5
Fibra cruda	2,0	0,2

Fuente: Stanley P. Cauvain y Linda S. Young. (2008).

Tabla 2.6 6: Composición Química de los granos de cereales (%)

Especie	Agua	Almidón y Azúcares	Proteínas	Lípidos	Fibra	Minerales (Índice de Cenizas)
Avena	13-15	50-54	12-13	5-6	14-15	2,5-3
Trigo Blanco	13-15	64-68	10-12	1,7-1,9	5-5,5	1,7-1,9
Trigo Duro	13-15	62-66	13-14	1,8-2	5-5,5	1,8-2
Maíz	13-15	58-62	9-11	8-5,5	10-11	1-1,1
Cebada	13-15	57-63	10-11	2-2,5	10-11	2,5-2,7
Arroz	13-15	70-72	7-8	1,8-2,4	2-3	1-1,5
Centeno	13-15	62-66	9-11	1,7-1,8	7-8	1,9-2,1
Quínoa	13-15	56-60	12-14	5-7	8-10	2-2-2,5

Fuente: Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P. y Brulé, G. (2007).

h) Mezclas alimenticias.

La FDA, Establece algunos requerimientos nutricionales para la elaboración de mezclas alimenticias instantáneas, para la población de mayor riesgo, tales como el contenido de proteína mínimo del 12% humedad del producto 5%, índice de peróxidos 1 Meq/Kg, compuesto químico 85% y menciona la procedencia de la materia prima de la misma región.

Las mezclas alimenticias son combinaciones de diferentes alimentos: cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc. Que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de Aminoácidos esenciales en una dieta. Las mezclas se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales.

Se ha demostrado que las mezclas alimentarias ayudan a satisfacer los requerimientos de energía y de macro nutrientes (proteínas, carbohidratos, grasas) y micronutrientes (vitaminas y minerales) que el organismo necesita, si se combinan dos alimentos, un cereal y una leguminosa, se forma una proteína de muy buena calidad similar a la que se encuentra en el huevo, pescado o en la leche.

i) Harina

La harina se obtiene de la molturación de granos, cereales y tubérculos (por ej., la yuca). Esta categoría comprende las pastas de harina para pan y para tortas, galletas y pasteles, harina para pan, repostería, fideos y pastas y mezclas de harinas (mezclas de harinas de distintos cereales o granos), que son diferentes de las mezclas para productos de panadería (mezclas secas que contienen harina y otros ingredientes, mezclas para productos de panadería ordinaria y mezclas para panadería fina). Ejemplos de estos productos son: harina de trigo duro, harina leudante, harina enriquecida, harina instantánea, harina de maíz, salvado, fécula de patata, harina de soja tostada (kinako), harina

de «konjac» (gelatina en polvo de “lengua del diablo”, konnyaku-ko) y maida (harina de trigo refinada).

2.6.1. Análisis bromatológico proximal

a) Determinación de humedad y materia seca.

Cuando se conoce la cantidad de agua que tiene un alimento, y se resta este valor del 100%, se obtiene como resultado la materia seca, o materia libre de agua. La aplicación de calor (100 a 105°C) a la muestra de alimento ocasiona que el agua presente se evapore. Una vez conocido el contenido de agua o de humedad, se puede calcular el porcentaje correspondiente a la materia seca.

b) Determinación de Ceniza

La cantidad de cenizas que contiene un ingrediente o alimento se determina mediante la calcinación de la muestra a una temperatura controlada. El calentamiento a temperaturas de 500 a 600°C, incinera la materia orgánica presente en la muestra, permaneciendo la materia inorgánica o cenizas; esta porción representa el contenido mineral de la muestra, por esta razón, este procedimiento también sirve para la determinación de elementos trazas en los ingredientes (sobre las cenizas obtenidas se efectúan los análisis químicos correspondientes).

c) Determinación del extracto etéreo

La determinación de grasa en los ingredientes alimenticios se basa en su propiedad de ser solubles en solventes orgánicos, se usa un solvente orgánico el cual se calienta para que se volatilice, se hace pasar a través de la muestra, arrastrando consigo las sustancias solubles. El proceso descrito se repite en forma continua, hasta que no queden residuo de material extraíble en la muestra, posteriormente el solvente se destila y el material soluble permanece en el recipiente colector.

d) Determinación de fibra cruda

Una muestra libre de humedad y grasa se digiere primero con una solución de ácido débil y luego con una solución de base débil los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de quemar la muestra, se denomina fibra cruda.

e) Determinación de nitrógeno y proteína

Fundamento: El nitrógeno de la proteína y otros componentes se transforman en sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición.

El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego se titula con ácido sulfúrico.

f) Evaluación hedónica

Es una prueba de degustación que está destinada a medir cuanto agrada o desagrada un producto. En esta prueba las muestras se presentan individualizadas, en diferentes órdenes para cada individuo y se pide al catador que las califique de acuerdo a escalas categorizadas, que puedan tener diferentes números de categorías y que comúnmente van desde “gusta mucho” hasta “me disgusta mucho” en una escala del 1 al 10. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, señalando la categoría marcación apropiada

g) Descripción de la tarea de los panelistas

A los panelistas se les pedirá evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, en una escala de 4 puntos. Para ello los panelistas marcan una categoría en la escala, que va desde "me gusta mucho" hasta "me disgusta mucho". En esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra.

h) Presentación de las muestras

Las muestras se presentan en platos idénticos y codificados. El orden en que se presente la muestra a los panelistas también es aleatoria. Las muestras se presentan simultáneamente ya que, es más fácil de administrar y le permite a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo desean además permite hacer comparaciones entre las muestras.

2.6.2. Definición de términos básicos

a) Proteínas

La calidad de la proteína depende en gran parte de la composición de sus aminoácidos y su digestibilidad. Si una proteína es deficiente en uno o más aminoácidos esenciales, su calidad es más baja. El más deficiente de los aminoácidos esenciales de una proteína se denomina «aminoácido limitante». El aminoácido limitante determina la eficiencia de utilización de la proteína presente en un alimento o en combinación de alimentos. Los seres humanos por lo general comen alimentos que contienen muchas proteínas; rara vez consumen sólo una proteína. Por lo tanto, los nutricionistas se interesan en la calidad de la proteína de la dieta de una persona o de sus comidas, más que de un solo alimento. Si un aminoácido esencial es insuficiente en la dieta, éste limita la utilización de otros aminoácidos para formar proteína.

b) Formulación

Son los Alimentos de "imitación" como los sustitutos del huevo, Carne y Leche, formulas completas del punto de vista nutritivo como las dietas "elementales" (químicamente definidas, fórmula definida), dietas sintéticas o semi sintéticas, dietas espaciales, fórmulas para reducción de peso, dietas para Alimentación parenteral, dietas totalmente líquidas y dietas suplementares líquidas o sólidas.

c) Porcentajes

Un porcentaje es la relación que se establece entre cada una de las partes que forman un todo, entre el todo o total multiplicado por 100; en otras palabras, es la relación que se establece entre un subconjunto de un conjunto, dividido entre todos los elementos que forman el conjunto de estudio multiplicado por 100.

d) Alimentos fortificados.

Alimento al cual adicionan nutrientes para mantener o mejorar el sistema inmunológico de las personas.

e) Enriquecido

Los alimentos enriquecidos son aquellos alimentos a los que se han adicionado nutrientes esenciales con el objeto de resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva. Las galletas han sido usadas en programas de enriquecimiento debido a algunas ventajas como su larga vida útil y su palatabilidad.

f) Aceptabilidad

La aceptación de los alimentos es el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre en un momento determinado. Por un lado, las características del alimento (composición química y nutritiva, estructura y propiedades físicas) y por otro, las de cada consumidor (genéticas, etarias, estado fisiológico y psicológico) y las del entorno que le rodea (hábitos familiares y geográficos, religión, educación, moda, precio o conveniencia de uso), influyen en su actitud en el momento de aceptar o rechazar un alimento.

g) Harina:

(Forma física) Ingrediente que ha sido desmenuzado o reducido de alguna otra manera al tamaño de partículas (AAFCO 2000).

h) Molienda:

(Proceso) Reducir el tamaño de las partículas por impacto, corte o fricción (AAFCO, 2000).

III. MARCO METOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Según su finalidad será cuantitativa Aplicada, ya que se pretende directamente, encontrar el mejor porcentaje de sustitución parcial de la harina de trigo por harina de hoja de quinoa y avena en la elaboración de galletas y además donde se realizará una evaluación de propiedades nutricionales y estructura física del producto final.

Según el control de variables será experimental, ya que se manejó variables cuantitativas independientes como el porcentaje de sustitución de harina y variables dependientes en este caso el valor nutricional, expresado principalmente en porcentaje de proteínas y la estructura física sensoriales de la galleta.

Según su contexto será de laboratorio, La parte experimental de esta investigación se desarrolló en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque y en el laboratorio de la Facultad de Química de la Universidad Nacional de Trujillo.

Lo que conlleva la creación intencionada de las condiciones de investigación a través del manejo de las variables independientes con mayor rigor y control de la situación para el logro de una buena respuesta de las variables dependientes.

3.2. Población y muestra:

Población

Harina de hoja de quinoa de la variedad Blanca de Junín la cual fue recolectada del caserío de Lucho pulcro Alto procedente del Departamento de Cajamarca y la Avena, Trigo e insumos del mercado de Abastos de Chiclayo.

Muestra

280 gr de Harina de hoja de quinoa, 200 gr de Avena y 1000 gr de harina de trigo procesada (galletera) para lo cual las tres harinas serán destinadas para siete muestras en diferentes porcentajes.

3.3. Hipótesis.

H1: El mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo es de 20 %, por 10 % de harina de Avena, y 10% de harina de Hoja de Quinoa, lo cual contribuirá el (20%) de harinas sustituibles según Norma Técnica (FAO) la cual presento un aumento en la calidad nutricional y una estructura física, nutricional más parecida a la muestra sin sustitución.

H0: El mejor porcentaje de sustitución de harina de trigo no es de 20 %, por 10 % de harina de Avena, y 10 % de harina de Hoja de Quinoa, lo cual no contribuirá el (20 %) de harinas sustituibles según Norma Técnica (FAO) la cual no presentará un aumento en la calidad nutricional y una estructura física, nutricional más parecida a la muestra sin sustitución.

3.4. Variables

Variable Independiente:

Formulación de Harina de Hoja de Quinoa en porcentaje (%).

Formulación de Harina de Avena en porcentaje (%).

Formulación de Harina de trigo en porcentaje (%).

Variable dependiente:

Valor nutricional de la galleta (Físico Químico y Proximal).

3.5. Operacionalización.

Tabla 3.5 1: Operalización de Variables

VARIABLE	NIVEL DE ESTUDIO	DE DIMENSIONES	INSTRUMENTO
V.I:			
Formulación de Harina de Hoja de Quinoa (%)	0 - 20	Porcentaje (%)	Determinación Porcentual
Formulación de harina de Avena (%)	0 - 20	Porcentaje (%)	Determinación Porcentual
Formulación de Harina de Trigo (%)	0 - 80	Porcentaje (%)	Determinación Porcentual
V.D:			
Valor nutricional de la galleta (Físico Químico y Proximal)	-----	Adimensional	Análisis Físico Químico

Fuente: Los Autores

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Según referencias usadas el rango de formulación en Harina de Hoja de Quinoa esta entre 0 – 20 %.

Según referencias usadas el rango de formulación en Harina de Avena esta entre 0 – 20 %.

Según referencias usadas el rango de formulación en Harina de Trigo esta entre 0 – 80 %.

3.6. Abordaje metodológico, métodos y técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Métodos de Investigación:

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.

3.6.2. 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 Quinoa 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 Quinoa, Harina de Avena, en panelistas semi entrenadas.

3.7. Descripción del Proceso Experimental.

3.7.1. 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 Quinoa, 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

c) Evaluación Sensorial de las diferentes muestras de Galletas.

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

3.7.2. Materiales y métodos.

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%

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

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.

3.7.3. Materias primas, insumos y aditivos

a) Materias primas

Se usó harina de trigo galletera *Triticum aestivum*, Harina de Hoja de Quinoa (*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 Quinoa 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 N°45.

b) Insumos y aditivos

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

c) 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

d) Materiales para el envase

Bolsas de polipropileno de alta densidad

e) 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

f) Equipos y materiales de laboratorio

Equipo digestor para determinación de fibra cruda

Estufa de secado Memmert UNB400. Capacidad: 53L, rango de temperatura: 20 a 220° y precisión 0.5°C.

Equipo microkjeldahl

Mufa Thermoscientific. Thermolyne. Modelo N°F48010-33.

Balanza excell. BH: 150, Cap.=150g, Div=0.05g

Equipo de Titulación.

Equipo de Soxhlet.

Espectrofotómetro.

g) Materiales

Baguetas

Balones

Buretas

Cápsulas

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Crisoles

Desecador

Embudos de vidrio

Erlenmeyer

Fioles 200ml

Termómetro

Probetas 100ml

Tubos de ensayo

Vaso de precipitación 250ml

Vaso de precipitación de 1L

h) Reactivos del laboratorio

Ácido bórico (4%)

Ácido clorhídrico 0.1N

Ácido sulfúrico concentrado

Agua destilada

Etanol

Fenolftaleína 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

3.7.4. Métodos de análisis

Análisis fisicoquímicos y composición proximal para galletas.

Tabla 3.7 1: Análisis de Humedad Método Gravimétrico

Método gravimétrico:	
<p>Humedad AOAC</p> <p>925.10:1990</p>	<p>Consiste en la determinación de la pérdida de masa experimentada por la muestra cuando es sometida a la acción de temperatura.</p> <p>H=porcentaje de humedad</p> <p>M=masa inicial de la muestra (g)</p> <p>m_d = masa de la muestra seca(g)</p>

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000)

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 3.7 2: Análisis del (%) de cenizas

Cenizas	Método gravimétrico de calcinación:	$C = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_1 - m_0}$
AOAC 923.03.1990	<p>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</p>	<p>C=porcentaje de cenizas m=masa de la muestra (g) m₂=masa del crisol vacío(g) m₁=masa del crisol con cenizas(g) H=Porcentaje de humedad de la muestra.</p>

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000)

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 3.7 3: Análisis de Grasas

<p>Grasas AOAC 960.39 1990</p>	<p>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</p>	$G = \frac{P_2 - P_1}{m} \times 100$ <p>G=porcentaje de grasa P1=masa (g) del matraz del equipo Soxhlet previamente desecado. P2=masa(g) del matraz del equipo Soxhlet más la grasa obtenida (g) m= masa de la muestra.</p>
---	--	---

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000)

Tabla 3.7 4: Análisis de Proteína.

<p>Proteínas AOAC 960.52</p>	<p>Método de microkjeldahl: Mediante el uso de microkjeldahl considerado como factor de conversión de nitrógeno a proteínas 5.7</p>	$P = \frac{G \times F}{m} \times 100$ <p>P=porcentaje de proteínas G=Vol. Gastado de HCL 0.1N F=factor de conversión 5.70 m=0.1g de muestra.</p>
--	---	--

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000)

Tabla 3.7 5: Análisis de fibra

<p>Fibra AOAC 7.073 1984</p>	<p>Después de lavar el filtrado de la muestra con agua destilada caliente cada digestión, una con $\frac{M_1}{M}$ 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</p>	<p>% $\frac{M_2 - \left(\frac{M_1}{M} \right)}{M} \times 100$</p> <p>M1=peso crisol después de la estufa M2=peso crisol después de la mufla. M=peso de la muestra.</p>
---	--	--

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000)

Tabla 3.7 6: Análisis de Carbohidratos

<p>Carbohidratos AOAC 986.25: 1990</p>	<p>Después de determinar la grasa, ceniza y proteína cruda, los carbohidratos se determinan por la diferencia del contenido total de sólidos.</p>	<p>$\text{Carb} = \frac{100 - (H + P + G + C)}{100} \times 100$</p> <p>Carb = porcentaje de carbohidratos totales H=porcentaje de humedad P=porcentaje de proteínas G=porcentaje de grasas C= porcentaje de ceniza</p>
---	--	--

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000)

Tabla 3.7 7: Análisis del Valor Calórico

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
-------------------------------------	--	---

Fuente: AOAC (1990) Revisada (2000).

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

3.7.5. Formulación de las mezclas de harina

Se prepararon cuatro mezclas usando la HHQ con la HA en las proporciones porcentuales de:

Tabla 3.7 8: Formulación de los (%) de las 3 Harinas

Nº MUT	PORCENTAJES DE CADA MUESTRA (214.28 = 100%) MUT						TOTAL	TOTAL
	H. Trigo	Pesos	H. Quinoa	Pesos	H. Avena	Pesos	Porcentajes	Pesos MUT
1	80%	171.42gr	15%	30.00gr	5%	12.86g	100%	214.28gr
2	80%	171.42gr	0%	0 gr	20%	42.86g	100%	214.28gr
3	80%	171.42gr	0%	0 gr	20%	42.86g	100%	214.28gr
4	80%	171.42gr	10%	21.42gr	10%	21.42g	100%	214.28gr
5	80%	171.42gr	10%	21.42gr	10%	21.42g	100%	214.28gr
6	80%	171.42gr	5%	12.86gr	15%	30.00	100%	214.28gr
7	80%	171.42gr	20%	42.86gr	0%	0 gr	100%	214.28gr
8	80%	171.42gr	20%	42.86gr	0%	0gr	100%	214.28gr

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 3.7 9: Formulaciones de los aditivos para la elaboración de masa de Galleta

Nº MUESTRA	PORCENTAJES PARA ELABORAR LA GALLETA					
	Peso de la Muestra	Azúcar Impalpable	Peso	Margarina	Pesos	Pesos totales de la Muestras
1	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr
2	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr
3	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr
4	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr
5	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr
6	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr
7	214.28gr	30%	65gr	70%	150gr	429.28 gr

Fuente: Elaboración Propia

3.7.6. Preparación de las galletas

Los ingredientes utilizados fueron: Harina de trigo 80%; harinas sustituibles 20%, la suma de las tres harinas es nuestro 100% al cual se le tomara en cuenta el porcentaje de aditivos según el número de muestra para lo cual como aditivo se trabajó con azúcar impalpable la cual se tomó el 30% del 100% de las tres harinas, margarina la cual se utilizó 70% del 100% de la mezcla de las tres harinas tomando así un 100% de aditivos.

Paso N° 1: Se mezclan las tres harinas previamente pesadas con diferentes porcentajes (Tabla N° 25) luego se le añade azúcar impalpable y margarina previamente pesados en diferentes porcentajes (Tabla N°26). Se procede a mezclar hasta conseguir una mezcla uniforme luego se procede a utilizar el rodillo de madera para conseguir una masa de galleta que se pueda cortar en moldes.

Paso N° 2: Se colocan las galletas moldeadas en un horno Industrial (NOVA), durante 7 minutos, el horneado se llevó a cabo en un horno a 145 °C .Las muestras se enfriaron y se almacenan en bolsas de polietileno de alta densidad con finalidad de evitar el paso de humedad hacia las muestras.

3.7.7. Distribución de tamaño de partícula.

La DTP de la H.Q y H.A, fue obtenida mediante el uso de un tamiz de 0,5 micras con la finalidad de conseguir un tamaño de partícula acorde con las harinas comerciales.

3.7.8. Análisis proximal.

La humedad, cenizas, proteínas, grasas y fibras, se determinaron por los métodos descritos como referencias por el (AOAC, 2000).

3.7.9. Evaluación sensorial

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.

3.7.10. Caracterización Organoléptica de la Masa ya mezclada por Muestra

En la tabla N° 26: se describe la muestra N°1 la cual posee la siguiente característica color (Verde Pastoso) debido al 20 (%) de harina de hoja de Quinoa y 0 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 10: Muestra N° 1

Muestra N° 1 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde Pastosa
Olor	Propiamente a hoja de quinoa
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinoa

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.7 11: Muestra N° 2

Muestra N° 2 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - Amarillo
Olor	Ligero a Hoja
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinoa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 27: se describe la muestra N°2 la cual posee la siguiente característica color (Verde Amarillo) debido al 10 (%) de harina de hoja de Quinoa y 10 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 12: Muestra N° 3

Muestra N° 3 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - Amarillo
Olor	Ligero a Hoja
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinoa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 28: se describe la muestra N°3 la cual posee la siguiente característica color (Verde Amarillo) debido al 16 (%) de harina de hoja de Quinoa y 4 (%) de harina de Avena para lo cual

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 13: Muestra N° 4

Muestra N° 4 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - Amarillo
Olor	Ligero a Hoja
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinoa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 29: se describe la muestra N°4 la cual posee la siguiente característica color (Verde Amarillo) debido al 15 (%) de harina de hoja de Quinoa y 5 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 14: Muestra N° 5

Muestra N° 5 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - Amarillo
Olor	Ligero a Hoja
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinoa

FuFuente: Elaboración Propia

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

En la tabla N° 30: se describe la muestra N°5 la cual posee la siguientes características color (Verde Amarillo) debido al 20 (%) de harina de hoja de Quinoa y 0 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 15: Muestra N°6

Muestra N° 6 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - blanquizco
Olor	Ligero a Avena
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinoa

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 31: se describe la muestra N°6 la cual posee la siguientes características color (Verde blanquizco) debido al 5 (%) de harina de hoja de Quinoa y 15 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 16: Muestra N° 7

Muestra N° 7 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - blanquizco
Olor	Ligero a Avena
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinua

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 32: se describe la muestra N°7 la cual posee la siguientes características color (Verde blanquizco) debido al 0 (%) de harina de hoja de Quinua y 20 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

Tabla 3.7 17: Muestra N°8

Muestra N° 8 Código	
Característica	Masa ya Mesclada
Color	Verde - blanquizco
Olor	Ligero a Avena
Textura	Lisa
Sabor	Ligero sabor a hoja de quinua

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

En la tabla N° 33: se describe la muestra N°8 la cual posee las siguientes características color (Verde blanquizco) debido al 0 (%) de harina de hoja de Quinoa y 20 (%) de harina de Avena para lo cual se tomó como referencia la NORMA TECNICA FAO teniendo como referencia que solo se puede utilizar harinas sucedáneas en un 20% del total de la muestra que equivale un 100 %.

3.8. Procedimiento para la recolección de datos.

3.8.1. Metodología experimental

a) Obtención de las harinas

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.

3.8.2. Proceso productivo

a) Recepción de la materia prima:

Se recepcionó la materia prima (Hojas de Quinoa Orgánica (Chenopodium quinoa) en un ambiente fresco y seco para la posterior elaboración de la harina de Hoja de Quinoa a hoja de quinoa.

b) 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.

c) 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.

d) Lavado:

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

e) Deshidratado:

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

f) Pesado:

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

g) 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 μ m.

h) Pesado y envasado:

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

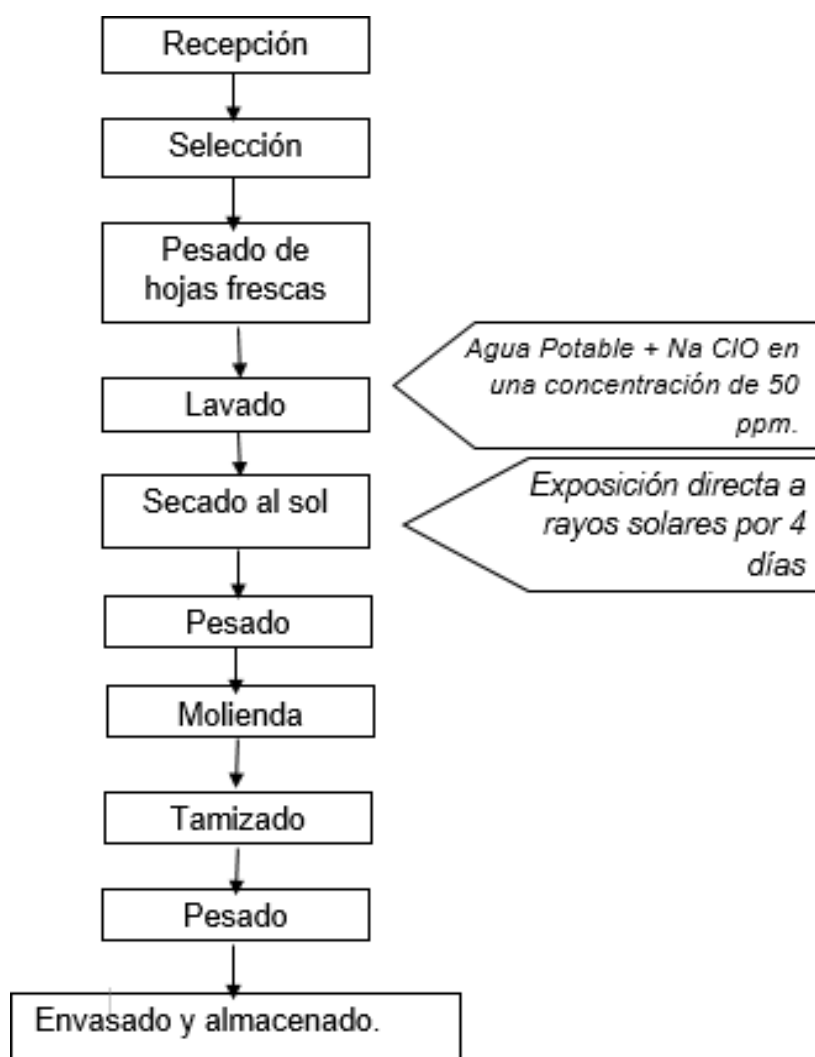
Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

i) 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.

Imagen 4: Obtención de Harina

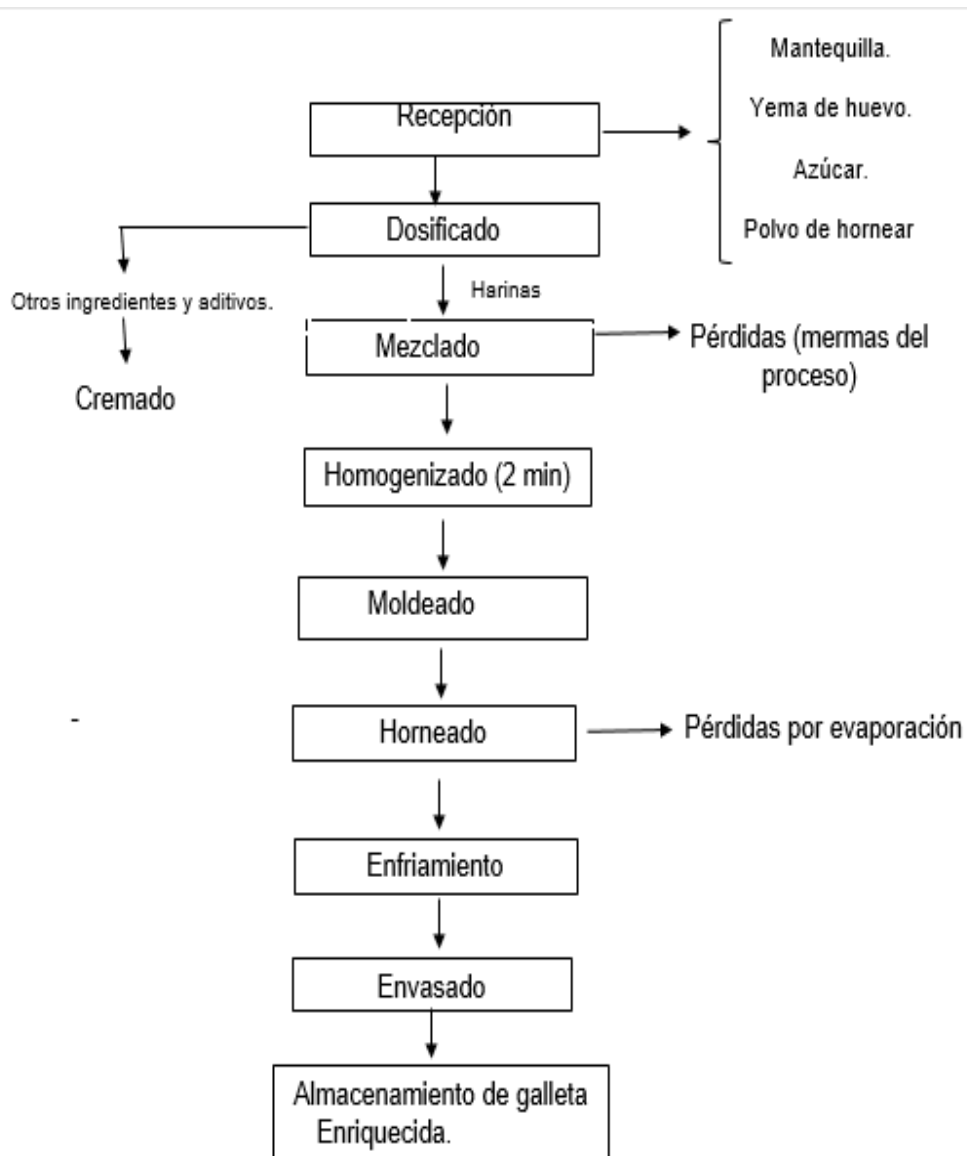
Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de hoja de quinoa.



Fuente: Los Autores

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Imagen 5: Diagrama de Flujo Para la Elaboración de la galleta



Fuente: Los Autores.

3.9. Plan de análisis estadístico de datos.

El análisis estadístico para evaluar la aceptabilidad general será realizado usando el programa Desing Expert y consistirá en el análisis de varianza ($\alpha=0,05$) de los modelos de regresión lineal, cuadrático y cubico, para escoger el modelo más significativo y de mejor ajuste con el cual se construyó la superficie de respuesta.

3.10. Principios éticos

Para la ejecución de los métodos planteados se emplearon para la fabricación las siguientes normas técnicas:

Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación (Resolución Ministerial N° 451–2006/ MINSa). Norma Técnica Peruana (NTP). 206.002:1981(Revisada 2011)

Buenas prácticas de manufactura

Conjunto de procedimientos de higiene y manipulación en la cadena alimenticia que se incluirán al proceso de elaboración así con la finalidad de obtener alimentos inocuos y saludables.

Inocuidad de los alimentos a utilizando estándares de calidad en las materias primas a utilizar.

3.11. Criterios de rigor científico

Determinación de hierro

La determinación del contenido de iones metálicos totales, tales como hierro, calcio, cobre, magnesio y zinc se realiza por espectrofotometría de absorción atómica con aspiración en llama aire/ acetileno, tratando previamente la muestra para reducir la materia orgánica vía seca y convertir el metal unido orgánica o inorgánicamente, así como disuelto o particulado a su forma de metal libre.

Evaluación fisicoquímica

Se realizó la determinación del contenido en humedad, proteína, grasa, cenizas, calorías, fibra dietaria total (F.D.T.), según los métodos descritos en el A.O.A.C. (1996).

IV. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1. Acondicionamiento de la Materia Prima

A continuación, en el cuadro 4.1, se muestran la composición química de la harina de hoja de quinoa antes de iniciar el proceso de elaboración en galletas enriquecidas, según la figura N° 4.1. La harina de hoja de quinoa empleada presenta un contenido de proteína de 11,82% antes de la elaboración, con una humedad de 5%.

Tabla 4. 1: Análisis físico - químico de la harina de Hoja de Quinoa

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

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 4.2, se muestra la composición química de la harina de Avena antes de iniciar el proceso de elaboración de la galleta enriquecida, según la figura 4.2. La harina de Avena empleada presenta un contenido de proteína de 12.4 % antes del proceso y presenta una humedad del 7.0%.

Tabla 4. 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

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

A continuación en el cuadro 4.3, 4.4 y 4.5 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 4. 3: 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. 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4. 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 kcl

Fuente: Ficha Comercial

4.2. Elaboración de la Galleta Enriquecida.

A continuación en el cuadro 4.6 se muestran la composición Físico Química de la galleta enriquecida elaborada con Harina de Hoja de Quinoa 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 4. 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

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Análisis sensorial de la galleta Enriquecida

Tabla 4. 7: Matriz experimental decodificada de los tratamientos para formulación de Galletas

Tratamientos	Variables independientes			Variables dependientes			
	Harina de Hoja de Quinoa %	Harina de Avena %		Respuesta Sabor	Respuesta Olor	Respuesta Color	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 cuadro N° 1, 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 Quinoa y Harina de Avena declarados en la tabla N° 25 sobre el porcentaje (%) de Proteínas y Minerales ala 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 Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y harina de Avena (*Avena sativa*) optimas, también de permitir evaluar los factores que tienen influencia de base estadística significativa para la formulación.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

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

Tabla 4. 8: Análisis Sensorial del (COLOR)

COLOR DE LAS MUESTRAS (1° - 8°)													
NUMERO	CODIGO	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	

Fuente: Elaboración Propia

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 calculo de distintos modelos el cual sera el mas significativo y el más recomendado por el programa Desing Expert 8.0,Recomienda el modelo Cubico “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 nesesarias para apoyar el modelo cúbico completo.Siendo el valor P,Prob>F (p-value) aquellos términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto Cúbico.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

En el cuadro N°4.9 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo Lineal.

Tabla 4. 9: 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	
Cubico 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

ANOVA: El cuadro 4.10 nos presenta 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, valué, prob > F], es mucho menor a 0,05. El valor F del modelo es 0.0001 que es significativo.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4. 10: 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		significativo
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		significativo
Error Puro	0,01	3	0,06				
Cor Total	10,49	7					

Fuente: Desing Expert 8.0

En el cuadro N° 4.11 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 4. 11: 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

En el cuadro 4.12 nos muestra la ecuación de optimización para la variable Sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de Hoja de Quinoa y % de harina de Avena y la interacción entre ambas).

Tabla 4. 12: Final Equation in Terms of Actual Components:

Final Equation in Terms of Actual Components:	
Color =	
+0,238875	* Harina de Hoja de Quinoa
+0,389875	* Harina de Avena

Fuente: Desing Expert 8.0

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinua (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

4.4. Interpretación estadística de las encuestas según su COLOR

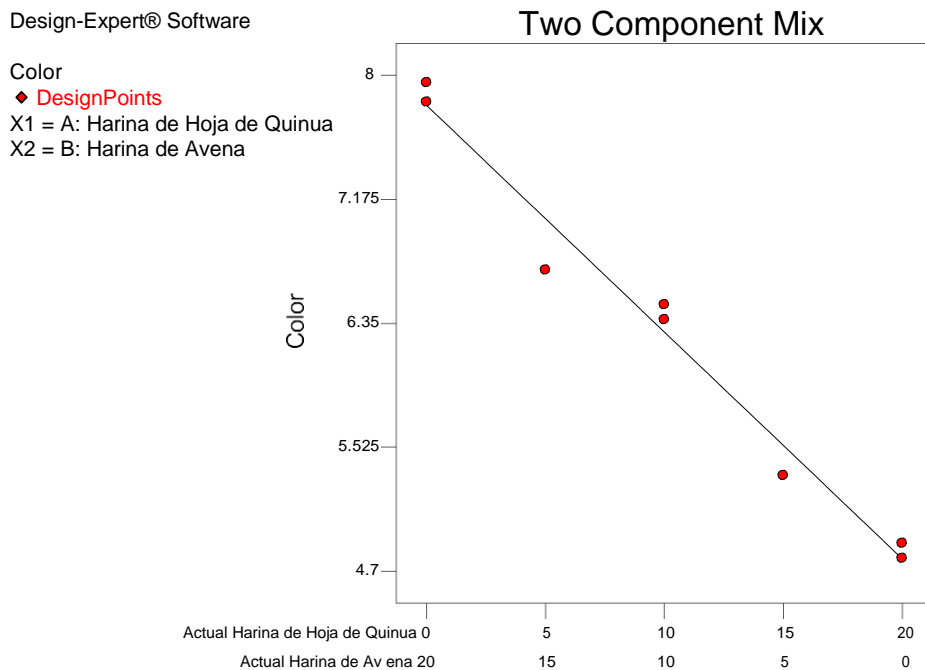


Imagen 6: Efecto de porcentaje de harina de hoja de quinua y harina de avena en el color de la galleta

Fuente: Desing Expert 8.0

En la figura N° 6 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.

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

Tabla 4. 13: Análisis sensorial del OLOR

		OLOR DE LAS MUESTRAS (1° - 8°)										
NUMERO	CODIGO	ENCUESTADOS (INGENIEROS y PANADEROS)										PROMEDIO
		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

Fuente: Elaboración Propia

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

OLOR

Fit Sumary: Al examinar podemos observar que el software realiza el calculo de distintos modelos el cual será el más significativo y el más 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 cubicos del modelo. Dando mención que no existen corridas nesarias para apoyar el modelo cúbico completo. Siendo el valor $P, Prob > F$ (p-value) aquellos terminos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto Cúbico.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4. 14: 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	
Cubico 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 el cuadro N° 4.14 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo cuadrático.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4 15: 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
Mescla 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	0,08	4	0,02			
Falta de Ataque	0,04	1	0,04	2,73	0.1969	No propuesto.
Error Puro	0,04	3	0,01			
Cor Total	7,61	7				

Fuente: Desing Expert 8.0

ANOVA: El cuadro N°4.15 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4. 16: 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

En el cuadro N°4.16 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 4. 17: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Final Equation in Terms of Actual Components:	
Olor=	
+ 0,25706127	* Harina de Hoja de Quinoa
+ 0,38931127	* Harina de Avena
- 0,00451373	* Harina de Hoja de Quinoa * Harina de Avena
+ 0,00044833	* Harina de Hoja de Quinoa * Harina de Avena * (Harina de Hoja de Quinoa-Harina de Avena)

Fuente: Desing Expert 8.0

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

En la figura N° 4.7 podemos observar la variación del % de harina de Hoja de Quinoa 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

harina de hoja de quinoa 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.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

4.5. Interpretación estadística de las encuestas según su OLOR

Des ign-Expert® Software

Olor
◆ Des ignPoints
X1 = A: Harina de Hoja de Quinoa
X2 = B: Harina de Avena

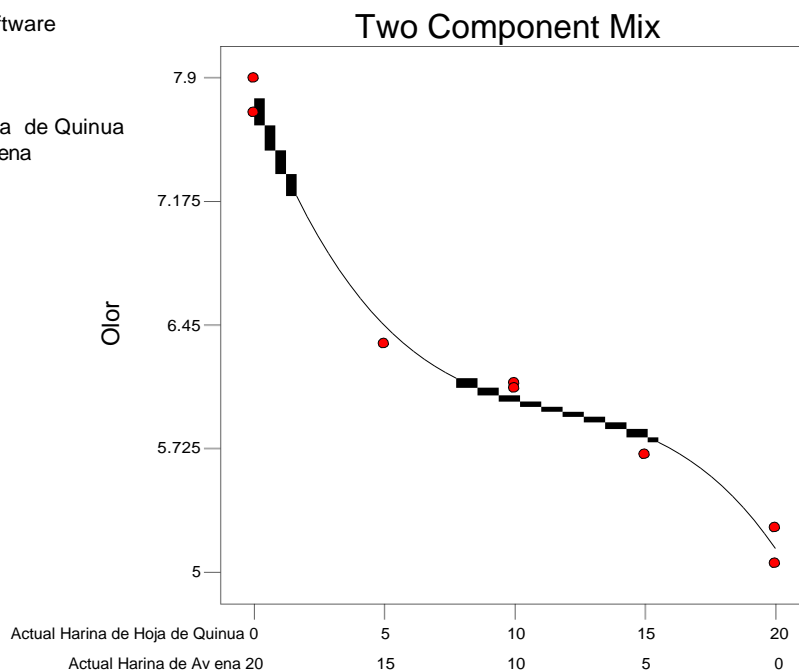


Imagen 7: Efecto de porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en el olor de la galleta

Fuente: Desing Expert

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

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

Tabla 4 18: 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

Fuente: Elaboración Propia

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

SABOR:

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

Recomienda el modelo cuadratico "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 terminos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto cuadrático.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4. 19: "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
Cubico 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 el cuadro N°4.19 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo cuadrático.

Tabla 4. 20: Analysis of variance table [Partial sum of squares - Type III]

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Cuadrados 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

ANOVA: El cuadro N° 4.20 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, valué, prob > F], es mucho menor a 0,05. El valor F del modelo es 0.01.

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

Tabla 4. 21: 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

En el cuadro N° 4.21 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 4 22: 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 el cuadro N° 4.22 nos muestra la ecuación de optimización para la variable Sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de Hoja de Quinoa y % de harina de Avena y la interacción entre ambas).

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

4.6. Interpretación estadística de las encuestas según su SABOR

Des igned-Expert® Software

Sabor
◆ DesignPoints
X1 = A: Harina de Hoja de Quinoa
X2 = B: Harina de Avena

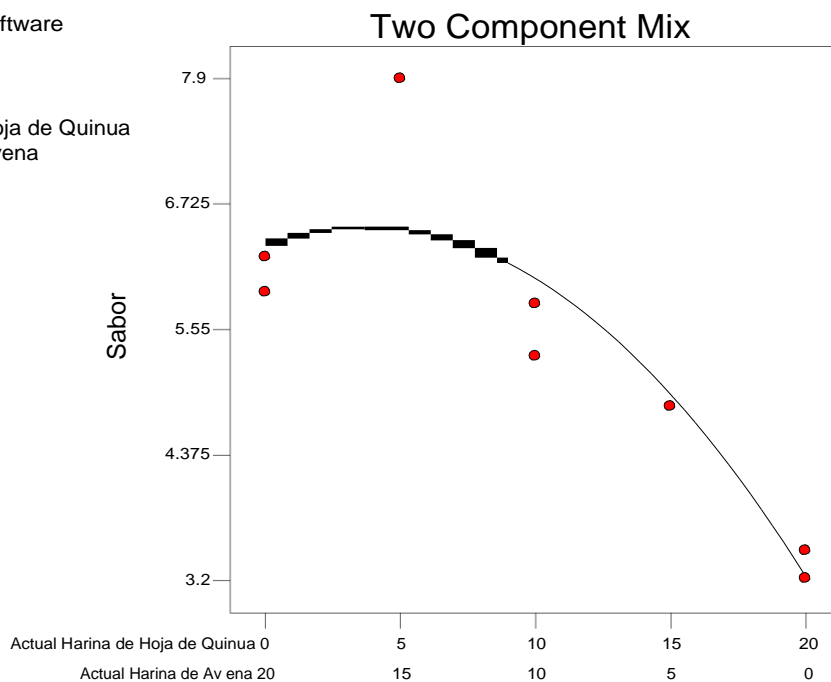


Imagen 8: Efecto del porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en el sabor de la galleta.

Fuente: Desing Expert

En la figura N° 8 podemos observar la variación de porcentaje de harina de hoja de quinoa con respecto al sabor de la galleta se puede observar hasta un 5% de harina de hoja de quinoa el sabor se mantiene, y a partir si se sigue incrementando el porcentaje el sabor es menos aceptable.

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

Tabla 4 23: Análisis de Apariencia General de la Galleta

APARIENCIA DE LAS MUESTRAS (1° - 8°)													
NÚMERO	CÓDIGO	ENCUESTADOS (INGENIEROS y PANADEROS)										PROMEDIO	
		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	

Fuente: Elaboración Propia

Apariencia General

Fit Summary: Al examinar podemos observar que el software realiza el calculo de distintos modelos el cual será el más significativo y el más 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 cubico completo.Siendo el valor $P, Prob>F$ (p-value) aquellos términos cuadráticos es conveniente tomar el modelo propuesto Cúbico.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

Tabla 4 24: 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	
Cubico 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 el cuadro N°4.24 presentan los posibles modelos matemáticos que se pueden ajustarse al estudio sugiriendo el modo cuadrático.

Tabla 4. 25: 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

ANOVA: El cuadro N°4.25 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 4. 26: 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 el cuadro N° 4.26 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 4. 27: 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 el cuadro N° 4.27 nos muestra la ecuación de optimización para la variable Sabor en función a las variables independientes de estudio (% de harina de Hoja de Quinoa y % de harina de Avena y la interacción entre ambas).

4.7. Interpretación estadística de las encuestas según su APARIENCIA GENERAL

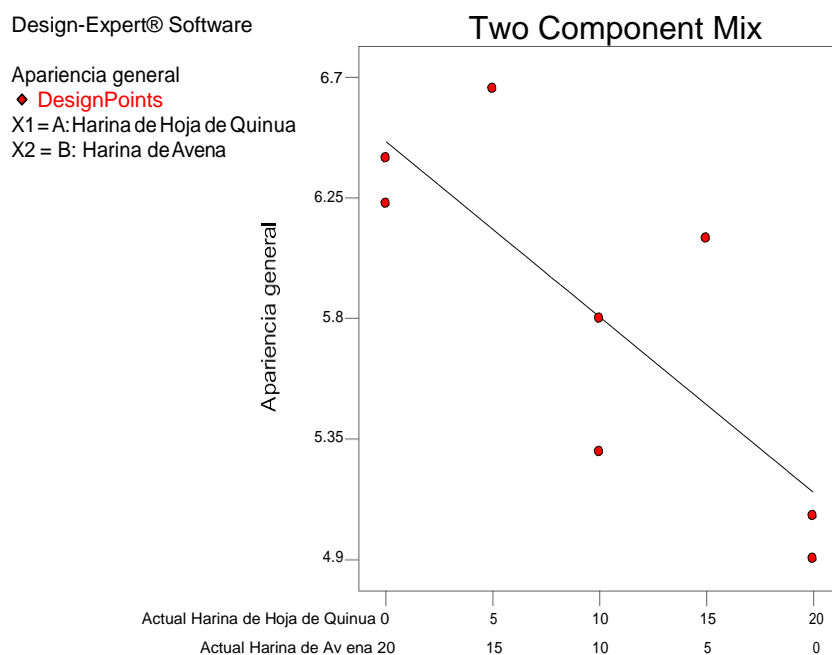


Imagen 9: Efecto del porcentaje de harina de hoja de quinoa y harina de avena en la apariencia general de la galleta

Fuente: Desing Expert

En la figura N° 9 podemos observar la variación de aceptabilidad de la galleta en función a la harina de Hoja de Quinoa 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.

4.8. Discusión de resultados

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 base a la evaluación sensorial en sabor se puede observar que el porcentaje de sustitución de 5% de harina de hoja de quinoa y 15% de harina de avena tiene mejor puntuación, a partir de la cual si se incrementa ese porcentaje de harina de hoja de quinoa la puntuación del sabor disminuye, (Chepe Calderón Deysi del Milagro,2015);indica que esta tiene niveles de sustitución del 12% de harina de quinoa 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 quinoa (*chenopodium quínoa*) 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 quinoa 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 quinoa y avena.

Los datos del análisis proximal para la harina de hoja de quinoa 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

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

fibra, ya que la harina de hoja de quinoa 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 quinoa 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 quinoa.

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.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Los parámetros del proceso productivo para la elaboración de la galleta son: cernido de las harinas por tamiz N°45 (0.5 μ m), 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)
2. 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 5 % de harina de hoja de quinoa y 15 % de harina de avena. Dicha formulación también mostró las mejores características durante la elaboración de la pasta.
3. 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.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

4. 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 quinoa 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.

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

6. 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.

5.2. Recomendaciones

1. Practicar ensayos de alveograma a este producto para determinar las propiedades de elasticidad, viscosidad y plasticidad.
2. Realizar un estudio de vida útil de la galleta con mayor porcentaje de harina de hoja de quinoa componente de hierro con la incorporación de saborizantes naturales.
3. 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.

- Aguirre, S. (2015). Caracterización morfológica y agronómica de progenies S1 autofecundadas procedentes de cruza dobles en ocho variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) bajo condiciones de invernadero. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/380/M-21588.pdf?sequence=1>
- Anzaldúa-Morales (1994) "Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría de los alimentos en su teoría y la práctica" Editorial. Acribia.
- Arroyave, L Esguerra, C 2006. Utilización de la Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle.
- Amberger y Weeheler- Hill 1959. Ácidos grasos en los granos de Avena.
- American Dietetic Association: Nutrient supplementation: J Am Diet Assoc 2009; 109:2073-2085
- Alimentos enriquecidos y complementos alimenticios., Manual Práctico de Nutrición y Salud.
- Aserca. (1994). Revista Claridades Agropecuarias: México. Editada por Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios, órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, fundado en 1991.
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC), Official 1989. Official Analytical Chemists- 14th Ed. Washington. DC. Published by the Association of Official Chemists.

- BONETT, O. T. 1961. The oat plant: Its histology and development, Division of Agriculture and Natural Resources. 1990. Integrated pest management for small grains. University of California, Oakland, California, EUA. 126 p. Cariósipide de avena y sus estructuras. Revisada el 13 de marzo del 2006. Recuperado de: http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/avena/semillas.htm
- 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.
- 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.
- Collazos, Q. et al. 1975. La Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud. Lima - Perú.
- COLLAZOS, Ch. y Tablas Peruanas De Composición De Alimentos. Séptima Edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición – Lima.1996
- Cornejo, G. 1976. Hojas de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Fuente de proteína. En: Convención Internacional de Chenopodiaceas. 2da. Potosí, Bolivia. 26-29 abril. IICA. Serie informes de conferencias, cursos y reuniones. No. 96. Bolivia. Pp. 177- 180
- Dendy, D.A.V. y Dobraszczyk, B.J. (2004). Cereales y productos derivados: química y tecnología. Zaragoza: Acribia. S.A.

- Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida
- Dueñas Gallegos, C., Navarrete López, Andrés., 2010). Alimentación nutritiva: Alternativa de consumo.
- Duncan, J (2003). TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA GALLETERA, editorial Acribia S. A., Zaragoza – España. Pág. 3 – 55.
- Fennema O. Química de los alimentos; 2000 2a Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2013 – Quinoa. Valor Nutricional. Recuperado de: <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).
- Fundación Universitaria Iberoamericana. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos: PERÚ (1997).
- Gianola G (2003). LA INDUSTRIA MODERNA DE GALLETAS Y PASTELERIA, segunda edición. Madrid – España. Pág. 13 – 21, 381.
- Greewood. 1956. Hidratos de Carbono. ed. Acribia España.
- Harper, J. M. 1981. Extrusión de alimentos VOL. I Editorial CRC
- Hugles, 1960, Contenido de Aminoácidos en los Granos de Avena
- Índice Glicémico. Revisada el 10 de mayo del 2006. Recuperado de: <http://www.uned.es/pea-nutricion-y-dietetical/guia/diabetes/indgluce.htm>

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

INFOAGRO (2009). El cultivo de Trigo. Recuperado de: <http://www.infoagro.com>.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (INIFAP). (2008). Guía para producir semilla de avena en el Bajío.

Campo experimental Bajío. Mexico. Recuperado de: <http://www.inifap.gob.mx/circe/Documents/publigto/GUIA%20PARA%20PRODUCIR%20AVENA.pdf>.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN. TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y NORMA TÉCNICA PERÚ (1985): Galletas Requisitos. ITINTEC 206.001. Lima – Perú.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. (2006). Encuesta Demográfica y de Salud Familiar. ENDES. Continúa 2004-2006.

JIMÉNEZ RAMOS Faviola y GÓMEZ BRAVO Carlos (2005). Evaluación Nutricional de Galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado Tesis de Magíster Scientiae en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú.

KENT, M. A. 1960, Research Of British Flour – Milers, S.T. Alants Herts. Sometime Scholar Of Emanuel College, Cambridge, Editorial Acriba – Zaragoza España.

MINAG. 2013. Ministerio de Agricultura. Quinoa, principales aspectos de la cadena productiva. Recuperado de <http://minag.gob.pe/>

MINISTERIO DE SALUD (2011). Norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería.

Mosquera, H. 2009. Efecto de la inclusión de harina de quinoa (*Chenopodium quinoa wild*) en la elaboración de galletas. Trabajo de grado presentado

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida como requisito para optar al Título de especialista en ciencia y tecnología de alimentos. Universidad nacional de Colombia especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Food. Cookie. Normas mexicanas. Dirección general de normas. Recuperado de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-006-1983.PDF>

NORMA TECNICA PERUANA 206.001:1981. Recuperado: de <http://www.munizlaw.com/normas/2011/Abril/140411/RR.%20N%C2%BAs.%20007,%20008%20y%20009-2011-CNB-INDECOPI.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (S/F). Anteproyecto de norma revisada para alimentos elaborados a base de cereales. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/W3663S/W3663S09.htm>

Pérez, Osella, de la Torre, Sánchez. (2007). Efecto del mejoramiento proteico sobre los parámetros de calidad nutricional y sensorial de galletitas dulces (cookies).

Pozo, G. 2009. La harina fina tostada de algarroba como sustituto del polvo de cacao: tecnología y mercado. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura.

Salud y Buenos Alimentos, (S/F). Clasificación y propiedades de la Avena (*Avena sativa*). Recuperado de: <http://www.saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=Cereales&s2=Con+Gluten&s3=Avena>

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

Soto, M. (2007). Estudio del Efecto del Espesor de Laminado en un Cereal de Avena con Almidón Retrogradado, sobre su Índice Glicémico. Escuela de Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fas7181e/doc/fas7181e.pdf>

Tapia, M. 2000. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. 2da Ed. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la Alimentación. FAO, Santiago de Chile.

Tapia, M. 1993. Semillas Andinas. El Banco de Oro. CONCYTEC. Lima - Perú.

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

Toaquiza Vilca N. (2012). Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto Iniap-alegría (*Amaranthus caudatus*) y panela. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3118>

Vidal, C. y Veciana, T. (2010). Alimentos enriquecidos y complementos alimenticios. Recuperado de: https://www.kelloggs.es/content/dam/newton/media/manual_de_nutricion_new/Manual_Nutricion_Kelloggs_Capitulo_09.pdf.

Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (*Avena sativa*) y Harina de Hoja de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) para formular una Galleta Enriquecida

ANEXOS

Anexo 1. Fotos de la elaboración de la galleta fortificada con harina de hoja de quinoa y harina de avena.

A. Procedencia de la materia prima (hoja de quinoa)



B. Molido y Tamizado de las harinas de hoja de quinoa y harina de avena



Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

C. Mezclado y amasado



F. Reposo de la masa.



Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

F. Corte de modelos de galletas



G. Horneado de las galletas



Evaluación del grado de Sustitución de Harina de Avena (Avena sativa) y Harina de Hoja de Quinoa (Chenopodium quinoa) para formular una Galleta Enriquecida

F. Envasado



G. Análisis sensorial de la galleta enriquecida (panelistas semi entrenados)

