

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



TITULO:

**“GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MACA
(Lepidium Meyenii) Y KIWICHA (Amaranthus Caudatus) Y
EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICA
SENSORIALES”**

PRESENTADO POR:

Bach. HIDALGO YAMASHIRO, VÍCTOR CESAR

Bach. PEREZ MEJIA, FRANKLIN PAULO

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

ASESORA

Dra. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO

NUEVO CHIMBOTE – PERU

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado **“GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MACA (*Lepidium Meyenii*) Y KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y EVALUACION DE CARACTERISTICAS FISICOQUIMICA SENSORIALES”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. FRANKLIN PAULO PEREZ MEJIA Y Bach. VICTOR CESAR HIDALGO YAMASHIRO, que tienen como Asesora a la docente Dra. Luz María Paucar Menacho designado por resolución N° 801-2016-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 12 de Septiembre del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 182-2018-UNS-CFI.

Mg. Jorge Domínguez Castañeda
Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretaria (Asesora)

Ing. Elizalde Carranza Caballero
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 12 de Septiembre del dos mil Dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 182-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Mg. Jorge Domínguez Castañeda (Presidente)**
- **Dra. Luz María Paucar Menacho (Secretaria)**
- **Ing. Elizalde Carranza Caballero.(Integrante)**; para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“GALETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MACA (*Lepidium Meyenii*) Y KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y EVALUACION DE CARACTERISTICAS FISICOQUIMICA SENSORIALES”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **PEREZ MEJIA FRANKLIN PAULO**
- **VICTOR CESAR HIDALGO YAMASHIRO**

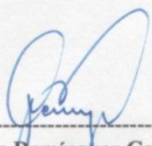
Asimismo, tienen como Asesor a la docente: **Dra. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO, según R.D. N° 801 - 2016-UNS-FI.** Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
FRANKLIN PAULO PEREZ MEJIA	18	BUENO

Siendo la 01: pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 12 de Septiembre del 2018.



Mg. Jorge Domínguez Castañeda
Presidente



Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretaria



Ing. Elizalde Carranza Caballero
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 am del 12 de Septiembre del dos mil Dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 182-2018-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Mg. Jorge Domínguez Castañeda (Presidente)**
- **Dra. Luz María Paucar Menacho (Secretaria)**
- **Ing. Elizalde Carranza Caballero.(Integrante)**; para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE MACA (*Lepidium Meyenii*) Y KIWICHA (*Amaranthus Caudatus*) Y EVALUACION DE CARACTERISTICAS FISICOQUIMICA SENSORIALES”, elaborada por el (os) bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **PEREZ MEJIA FRANKLIN PAULO**
- **VICTOR CESAR HIDALGO YAMASHIRO**

Asimismo, tienen como Asesor a la docente: **Dra. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO, según R.D. N° 801 - 2016-UNS-FI.** Finalizada la sustentación, el (os) Tesistas respondió (eron) las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VICTOR CESAR HIDALGO YAMASHIRO	18	BUENO

Siendo la 01: pm del mismo día, se dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 12 de Septiembre del 2018.

Mg. Jorge Domínguez Castañeda
Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
Secretaria

Ing. Elizalde Carranza Caballero
Integrante

DEDICATORIA

“A Dios, por iluminarme en mi aprendizaje, dándome la fortaleza para seguir adelante”.

“A mis padres Victor Hidalgo y Juana Yamashiro, por su amor incondicional, comprensión, apoyo y dedicación. Por ser un ejemplo de superación”.

“A mis amigos, por su amistad sincera y por haber compartido momentos de alegría en todos estos años, aunque hayamos tomado diferentes caminos”.

Victor Cesar Hidalgo Yamashiro

DEDICATORIA

“Esta tesis se la dedico a Dios, a quien le tengo una fe incondicional, es él quien me guía por el buen camino, me da las fuerzas y herramientas necesarias para salir adelante sin desmayar en los obstáculos, para encarar adversidades con la frente en alto sin desfallecer en el intento”.

“A mi familia quienes hicieron gran parte de lo que soy. Agradecimiento para ellos por sus consejos, apoyo, comprensión, amor y ayuda con los recursos necesarios para estudiar. Han forjado en mi personalidad, valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, el valor y fe para conseguir mis objetivos”.

“Gracias a los profesores de la Universidad Nacional del Santa, en especial a nuestra asesora Dra. Luz María Paucar Menacho por su gran apoyo que nos ayuda a desarrollarnos profesionalmente”.

Franklin Paulo Pérez M.

AGRADECIMIENTO

A Dios que es el dador de la vida y quien nos ha dado la fortaleza necesaria para la culminación del presente proyecto.

Nuestros sinceros agradecimientos a la Especialidad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de la Santa, a todo el personal docente que impartió sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera universitaria.

Expresamos nuestros agradecimientos a nuestra asesora, Dra. Luz María Paucar Menacho, por la dedicación, paciencia, guía, compromiso y quien nos ha apoyado durante el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Daniel Sánchez Vaca, Ing. Pedro Ayala, Ing. John Gonzales por el apoyo incondicional que nos brindó durante los experimentos realizados en el laboratorio.

Y finalmente, a la Universidad Nacional del Santa, nuestra alma máter, por haber abierto sus puertas preparándonos para un futuro competitivo.

Franklin Paulo Pérez Mejía

Victor Cesar Hidalgo Yamashiro

INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MARCO TEORICO.....	20
2.1. ANTECEDENTES	20
2.2. GENERALIDADES DE LAS GALLETAS	24
2.2.1. DEFINICIÓN DE GALLETAS.....	24
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LAS GALLETAS.....	25
2.3. INSUMOS PARA LE ELABORACIÓN DE GALLETAS	27
2.3.1. HARINA DE TRIGO.....	27
2.3.1.1. HARINAS SUCEDÁNEAS DEL TRIGO.....	30
2.3.1.1.1. HARINA DE KIWICHA (Amaranthus caudatus).....	30
2.3.1.1.2. HARINA DE MACA (Lepidium Meyenii).....	33
2.3.2. GRASAS.....	36
2.3.3. AZÚCAR.....	37
2.3.4. HUEVOS.....	37
2.3.5. LECHE.....	38
2.3.6. POLVO DE HORNEAR.....	38
2.4. ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS	39
2.4.1. MEZCLADO Y AMASADO.....	39
2.4.2. LAMINADO Y MOLDEADO	39
2.4.3. HORNEADO.....	39
2.4.4. EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO.....	40
2.5. EVALUACIÓN SENSORIAL	41
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	43
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	43
3.2.1. MATERIA PRIMA.....	43
3.2.2. INSUMOS.....	44
3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....	44
3.3.1. EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS.....	44
3.3.1.1. EQUIPOS.....	44
3.3.1.2. UTENSILIOS.....	45

	Pag.
3.3.2. PARA LA EVALUACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS GALLETAS.....	45
3.3.2.1. EQUIPOS.....	45
3.3.2.2. MATERIALES DE LABORATORIO.....	46
3.3.2.3. OTROS MATERIALES.....	47
3.3.2.4. REACTIVOS.....	47
3.4. MÉTODOS.....	48
3.4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE TRIGO, MACA Y KIWICHA.....	48
3.4.2. PRODUCCIÓN DE GALLETAS.....	49
3.4.2.1. FORMULACIÓN.....	49
3.4.2.2. ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS.....	50
3.4.2.3. EVALUACIÓN DE LAS GALLETAS.....	50
3.4.2.4. EVALUACIÓN DE LA GALLETA OPTIMA.....	50
3.4.2.5. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS.....	51
3.4.2.5.1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	51
3.4.2.5.2. PESADO.....	52
3.4.2.5.3. MEZCLADO 1.....	52
3.4.2.5.4. MEZCLADO 2.....	52
3.4.2.5.5. LAMINADO Y MOLDEADO.....	53
3.4.2.5.6. HORNEADO.....	53
3.4.2.5.7. ENFRIADO.....	54
3.4.2.5.8. ENFRIADO.....	55
3.4.2.5.9. ALMACENAMIENTO.....	55
3.4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS GALLETAS.....	57
3.4.3.1. ANÁLISIS SENSORIAL.....	57
3.4.3.2. EVALUACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE GALLETA.....	57
3.4.3.3. COMPUTO QUÍMICO.....	58
3.4.3.4. MÉTODO DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA A LA LLAMA.....	59

	Pag.
3.4.3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	60
3.4.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	60
4.1. ANÁLISIS DE HARINAS.....	64
4.1.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL.....	64
4.1.1.1. HARINA DE TRIGO.....	64
4.1.1.2. HARINA DE KIWICHA.....	65
4.1.1.3. HARINA DE MACA.....	66
4.1.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS	67
4.1.2.1. COLORIMETRÍA DE LAS HARINAS DE TRIGO, HARINA DE KIWICHA Y HARINA DE MACA.....	67
4.2. COMPUTO QUÍMICO	68
4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD PROTEÍNAS DE LAS GALLETAS	70
4.4. EVALUACIÓN DE CONTENIDO DE HIERRO DE LAS GALLETAS	75
4.5. EVALUACIÓN DE CONTENIDO DE CALCIO DE LAS GALLETAS	80
4.6. EVALUACIÓN DE LA DUREZA DE LAS GALLETAS.....	85
4.7. EVALUACIÓN SENSORIAL DE COLOR DE LAS GALLETAS.....	88
4.8. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL SABOR DE LAS GALLETAS.....	91
4.9. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA TEXTURA DE LAS GALLETAS	96
4.10. DETERMINACIÓN DE LA GALLETA CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FÍSICOQUÍMICAS	101
4.11. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LA GALLETA OPTIMA	102
V. CONCLUSIONES.....	107
VI. RECOMENDACIONES.....	108
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

INDICE DE TABLAS	Pag.
Tabla 1. Características de la harina galletera.....	29
Tabla 2. Valor nutricional de la kiwicha, leche, pollo y huevo (por 100 g).....	31
Tabla 3. Comparación de la Kiwicha con otros granos (por 100 g).....	32
Tabla 4. Composición química de la maca (Lepidium mayenii).....	35
Tabla 5. Micronutrientes de la maca (Lupidium mayenii).....	35
Tabla 6: Formulación control utilizada para la elaboración de galletas.....	49
Tabla 7: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2², incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central ...	61
Tabla 8: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2².....	62
Tabla 9: Composición de materias primas para cada formulación del DCCR 22.....	63
Tabla 10: Composición químico proximal de la harina de trigo (en 100g).....	64
Tabla 11: Composición químico proximal de la harina de kiwicha (en 100g).....	65
Tabla 12: Composición químico proximal de la harina de maca (en 100g).....	66
Tabla 13: Colorimetría de las Harinas de Trigo, harina de kiwicha y harina de maca.....	68
Tabla 14: Cómputo Químico de los ensayos del planeamiento experimental.....	69
Tabla 15: Valores de calidad proteica de las galletas.....	70
Tabla 16: Análisis de varianza para la respuesta calidad proteica de las galletas.....	72
Tabla 17: Coeficientes de regresión para la calidad proteica de las galletas.....	73
Tabla 18: Valores del contenido de hierro de las galletas.....	75

	Pag.
Tabla 19: Análisis de varianza para la respuesta contenido de hierro de las galletas	77
Tabla 20: Coeficientes de regresión para contenido de hierro las galletas.....	78
Tabla 21: Valores del contenido de Calcio de las galletas	80
Tabla 22: Análisis de varianza para la respuesta contenido de calcio de las galletas	82
Tabla 23: Coeficientes de regresión para contenido de calcio las galletas.....	83
Tabla 24: Valores de la dureza de las galletas.....	85
Tabla 25: Análisis de varianza para la respuesta dureza instrumental de las galletas	86
Tabla 26: Valores de la evaluación sensorial del color de las galletas.....	88
Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta color sensorial de las galletas.....	89
Tabla 28: Valores de evaluación sensorial del sabor de las galletas	91
Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta para evaluación sensorial del sabor de las galletas	93
Tabla 30: Coeficientes de regresión para evaluación sensorial del sabor de las galletas.....	94
Tabla 31: Valores de evaluación sensorial de textura de las galletas.....	96
Tabla 32: Análisis de varianza para la respuesta para evaluación sensorial de la textura de las galletas.....	98
Tabla 33: Coeficientes de regresión para evaluación sensorial de la textura de las galletas.....	99
Tabla 34: Mezcla óptima de harinas para formulación de galletas.....	101
Tabla 35: Composición porcentual (%) de la galleta control y la galleta óptima	102

INDICE DE TABLAS	Pag.
Figura 1. Estructura del grano de trigo	28
Figura 2. Granos de Kiwicha (Amaranthus caudatus)	30
Figura 3: Planta de Kiwicha (Amaranthus caudatus).....	31
Figura 4. Planta de maca (Lepidium meyenii) mostrando sus brotos y sus raíces.....	34
Figura 5: Tubérculo de maca (Lepidium meyenii).....	34
Figura 6: Etapa de mezclado de componentes húmedos de la galleta.....	52
Figura 7: Masa para galleta elaborada	53
Figura 8: Laminado y moldeado	53
Figura 9: Horneado de las galletas	54
Figura 10: Enfriado de las galletas	54
Figura 11: Envasado	55
Figura 12: Almacenamiento	55
Figura 13: Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas	56
Figura 14: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable calidad proteica de las galletas.....	71
Figura 15: Superficies de respuesta y grafico de contorno para calidad proteica de las Galletas	74
Figura 16: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable contenido de hierro de las galletas	76
Figura 17: Superficies de respuesta y grafico de contorno para el contenido de hierro de las galletas	79
Figura 18: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable contenido de calcio de las galletas	81
Figura 19: Superficies de respuesta y grafico de contorno para el contenido de calcio de las galletas	84
Figura 20: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable dureza instrumental de las galletas	87
Figura 21: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable color sensorial de las galletas	90

	Pag.
Figura 22: Probabilidad de significancia para la evaluación sensorial del sabor de las galletas	92
Figura 23: Superficies de respuesta y grafico de contorno para la evaluación del sabor de las galletas	95
Figura 24: Probabilidad de significancia para la evaluación sensorial de la textura de las galletas	97
Figura 25: Superficies de respuesta y grafico de contorno para la evaluación de la textura de las galletas	100
Figura 26: Superficies de respuesta y grafico de contorno de las galletas para obtener la formulación con las mejores características fisicoquímicas y sensoriales.....	102

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Determinación de la humedad en las Harinas y las galletas.....	129
ANEXO 2: Determinación de cenizas en las harinas y galletas	130
ANEXO 3: Determinación de Grasas en las Harinas y galletas.....	132
ANEXO 4: Determinación de Proteínas en las Harinas y las galletas ..	134
ANEXO 5: Medición de Colorimetría en las Harinas	141
ANEXO 6: Determinación de la Textura de las Galletas	142
ANEXO 7: Evaluación sensorial del sabor, color y textura de las galletas.....	143
ANEXO 8: Análisis sensoriales realizados con alumnos de la Universidad Nacional del Santa.....	144
ANEXO 9: Método de espectroscopia de absorción atómica a la llama.....	148
ANEXO 10: Computo químico.....	151
ANEXO 11: Procedimiento elaboración de las galletas.....	155

RESUMEN

Se evaluó el efecto de sustituir de manera parcial la harina de trigo por harina de maca (0-6%) y kiwicha (8-16%), para ello se realizaron 11 formulaciones y se evaluó utilizando un Diseño Compuesto Central Rotacional 2^2 , las variables dependientes evaluadas fueron sabor, color, textura sensorial, calidad proteica, dureza, contenido de hierro y calcio, la mejor formulación de galleta contenía 16% de harina de kiwicha y 3% de harina de maca, esta galleta cuenta con una composición químico proximal de 3.44% Humedad, 8.0% Proteínas, 1.97% Cenizas, 21.97% Grasa y 64.63% Carbohidratos, mientras que la composición de micronutrientes fue de 4.91mg de Hierro, 77.21mg Calcio.

ABSTRACT

The effect of partially replacing wheat flour with maca flour (0-6%) and kiwicha (8-16%) was evaluated, for which 11 formulations were made and evaluate dusing a Rotational Central Composite Design 2^2 , the variables Dependente valuated were flavor, color, sensory texture, protein quality, hardness, iron and calcium content, the best cookie formulation contained 16% kiwicha flour and 3% maca flour, this cookie has a proximal chemical composition of 3.44% Moisture, 8.0% Proteins, 1.97% Ash, 21.97% Fat and 64.63% Carbohydrates, while the micronutrient composition was 4.91mg of Iron, 77.21mg of Calcium.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar el efecto en las características sensoriales y físico químicas de galletas sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de maca (0-6%) y kiwicha (8-16%)

El termino galleta se utiliza para describir un amplio grupo de productos que pueden variar en cuanto a sus ingredientes de elaboración y tipos de presentación (Rodriguez & Simone, 2008), pero se caracterizan por que son productos de consistencia medio dura y crocante elaboradas con harina, que puede llevar o no leudantes, sal, agua, féculas, leche, grasas comestibles, azúcar, huevos, además se le pueden adicionar conservadores, saborizantes colorantes, y demás ingredientes autorizados por la autoridad sanitaria. (INDECOPI 2011).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los niveles de desnutrición crónica en niños a nivel nacional alcanzo el 13.1%, para niños menores de 5 años, mientras que la anemia infantil afecto al 43.6% de niños, destacando la concentración de niños más alta en las zonas urbanas, lo cual representa un serio problema nutricional en el Perú, la desnutrición y la anemia infantil esta relacionadas con la condición socioeconómica en la que viven las familias, en nuestro país la cifra de pobreza alcanza el 20.7%, aunque en los últimos años se han conseguido avances en esta problemática las cifras presentadas por INEI indican que no hay que bajar los brazos y continuar con la lucha para erradicar esta problemática (INEI, 2017).

Para tener un buen estado de salud, dependen diversos factores siendo uno de estos mantener una adecuada condición nutricional, esto quiere decir poder suministrar alimentos en cantidad suficiente, además que estos deben ser calidad, sin embargo la población que se encuentra en el umbral de la pobreza, no tienen los medios económicos necesarios para adquirir alimentos en cantidad y sobre todo en calidad (Quispe, 2010).

Para poder lograr una forma de solución a esta problemática es importante el desarrollo de productos alimenticios de consumo habitual a costo accesible y de excelente calidad nutricional (Cerezal, 2007), en este sentido los grano y otros productos andinos son una excelente alternativa para sustituir la harina de trigo y reforzar los alimentos elaborados a partir de ella (ESSALUD, 2013).

Las galletas son un tipo de alimento muy aceptado a nivel sensorial por la población y su consumo está ampliamente difundido a nivel mundial, además son muy accesibles debido a su costo moderado y son fáciles de elaborar y almacenar. La presente investigación busca desarrollar una galleta fortalecida, para lograr esto se planteó sustituir la harina de trigo, tradicionalmente utilizada, por nuevas fuentes de proteína y micronutrientes como el calcio y el hierro, mediante la incorporación de harina de maca y kiwicha.

En base a lo expuesto se formula siguiente problema ¿Cuál será la combinación óptima de harina de maca (*Lepidium meyenii*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) para obtener galletas fortificadas con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables?

Para responder al problema planteado se formula la hipótesis La combinación de harina de maca (*Lepidium meyenii*) y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) de 4-10 % en una concentración de 100% con relación al peso de la harina de trigo es la relación óptima para obtener galletas fortificadas con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables.

El objetivo del presente trabajo es Obtener una galleta fortificada con harina de maca (*Lepidium meyenii*) y la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables; proponiéndonos como objetivos específicos, determinar las características fisicoquímicas de la harina de maca (*Lepidium meyenii*) y la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*), determinar la mejor combinación de harina de maca (*Lepidium meyenii*) y la harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) para la obtención de las galletas fortificadas en función a sus características fisicoquímicas y sensoriales, evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de las galletas fortificadas elaboradas con la formulación obtenida en el Diseño Central Compuesto Rotacional 2².

II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

Según Toaquiza V. y N. (2012), al elaborar productos como galletas con porcentajes sustituidos de diferentes porciones de harina de Kiwicha(15%, 25% y 40%)y panela(20%, 28% y 35%), Analizando la textura mediante el Texturómetro de Brookfield, determinó que la dureza, el TDT (trabajo de dureza terminado), parámetros determinados nos reportaron que la galleta contenían el 15% de sustitución de harina de kiwicha: 15% harina de Kiwicha y el 35% de panela, siendo el que mejor tratamiento en cuanto a la variable de dureza, 1070,25 gramo-fuerza (g-f), presentando mejores resultados a diferencia de los otros tratamientos. Se determinó el mejor porcentaje de sustitución de harina de Kiwicha y panela (Kiwicha es del 25% y de panela 35%), para no afectar las características organolépticas del producto final, de las formulaciones establecidas conforme al análisis experimental y sensorial, la galleta preferida por los panelistas, el cual presento una textura, dulzor, color y aceptabilidad adecuada. Se destaca el contenido de proteína (10,07%) del mejor tratamiento siendo significativamente superior con respecto a productos comercializados, los cuales poseen un mínimo porcentaje de proteína, el contenido de ceniza es de 1.80% siendo representativo el contenido alto de minerales, el tiempo de vida útil es de 36 dias evaluado en condiciones aceleradas, lográndose determinar

mediante la ecuación cinética de primer orden $t = (\%H - 2.041)/0.1114$, para la ganancia del porcentaje de humedad. La vida útil en condiciones normales y con un apropiado empaque la vida útil sería de 3 meses estimadamente, siendo comparado con productos que se comercializan y que tienen las misma materia prima y el mismo proceso productivo.

Según Carmona P. M. (2011), desarrolló una formulación de unas Galletas Funcionales fortificadas (50% harina de trigo y 50% harina de Kiwicha con Nopal) las cuales fueron evaluadas satisfactoriamente por un panel no entrenado de 50 jueces, con la investigación se logró determinar que el color y la textura de las galletas obtuvieron menor puntaje, por lo que se tiene que seguir trabajando con estos atributos sensoriales, por otro lado se obtuvieron valores por encima de los 3 puntos indicándonos el grado de aceptabilidad de los panelistas. Cumpliendo las expectativas de obtener un producto producido con un 50% de harinas con un aporte nutrimental importante con un impacto benéfico y preventivo en la salud del consumidor además del agrado al paladar de los mismos.

Según Tarazona R. y Aparcana R. (2002), produjeron y analizaron galletas dulces sustituyéndolas parcialmente con harina de trigo por harina de kiwicha malteada (10%, 20% y 30%), indicando que la harina de kiwicha malteada sería un gran sustituyente de la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces en un porcentaje de 30%, logrando obtener galletas nutricionalmente

y organolépticamente satisfactorias. Las galletas sustituidas al 30% contienen mayor cantidad de grasas, fibra, ceniza y proteínas, comparándola con la galleta de trigo; además que se revela una alta calidad proteica realizada en el cómputo químico de la galleta óptima, siendo para edad escolar el 91 % y para pre-escolar 80%. Según Diaz L. (2010), se produjeron galletas teniendo como objetivo la evaluación de su efecto en las características fisicoquímicas con porcentajes diferentes de Kiwicha (4%, 8%, 12%, 16% y 20%), determinando el incremento significativo de las características fisicoquímicas, el contenido de fibra mostro valores entre (0,43 a 6,68%), proteína (11,44 a 14,66) , cenizas (1,27 a 6,82), y grasa (16,81 a 20,39%). En cambio se vio una disminución de la humedad (3,85 a 2,95) y de los carbohidratos (70,03 a 56,3) a medida que se adicionó la harina de Kiwicha, constituyendo una alternativa como ingrediente en proteína y fibra.

Según Criollo M. y Fajardo C. (2010), en su investigación determinaron 5 formulaciones sustituyendo la harina de trigo por harina integral de kiwicha tostada para la elaboración de galleta, cuyas sustituciones fueron del 0 %, 20 %, 25 %, 30 % y 35 %. Con esta investigación se logró incrementar los niveles de, calcio, proteína, hierro, fibra cruda y fósforo; aplicando métodos de reacción logrando identificación y la cuantificar flavonoides en la harina integral e inflorescencias de *Amaranthushybridus*, comprobándose el contenido de Flavonoides convirtiendo a este producto como un

alimento funcional de uso potencial. Se comprobó que la formulación con 70% de harina de trigo y el 30% de harina integral de Kiwicha tostado, fue la que más aceptabilidad obtuvo, siendo esta formulación la más idónea para el consumo con un alto valor nutricional.

Según Capurro L. y Huerta L. (2016), evaluaron el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por Harina de Kiwicha, Harina de Quinoa y Harina de Maíz, en la elaboración de galletas fortificadas. Se demostró que la séptima formulación (Harina de kiwicha 6 %, harina de quinoa 16% y harina de maíz 24%) fue considerada como la mejor formulación del Diseño Compuesto Central rotacional 2^3 al tener un cómputo químico de 97% correspondiente a la Lisina y con respecto a los demás aminoácidos esenciales es mayor al 100%. Tiene una gran aceptación organoléptica con indicadores como: Color (6.7) y Sabor (6.5), apariencia general (6.8), aroma (6.4) y textura (6.3) para una escala hedónica de 9 puntos. Las formulaciones restantes planteadas en el diseño experimental gozan de buena aceptabilidad del público. Solo los parámetros de color, sabor y aroma no fueron significativos. Lo que nos dice que no hay interferencia en las características sensoriales del producto final el uso de las harinas de Kiwicha, Quinoa y Maíz.

2.2. GENERALIDADES DE LAS GALLETAS

2.2.1. DEFINICIÓN DE GALLETAS

El termino galleta se utiliza para describir un amplio grupo de productos que pueden variar en cuanto a sus ingredientes de elaboración y tipos de presentación (Rodriguez & Simone, 2008), pero se caracterizan por que son productos de consistencia medio dura y crocante que se elaboran con harina, con o sin agente leudantes, sal, agua, leche, huevos, grasas comestibles, azúcar, féculas además se le pueden adicionar colorantes, saborizantes, conservadores, y otros ingredientes debidamente autorizados por la autoridad sanitaria. (INDECOPI 2011), estos ingredientes pasan por un proceso de amasado y luego es sometido a un tratamiento térmico (horneado), una de sus características principales es su baja humedad, además son un fuente importante de calorías por alto contenido de carbohidratos como el almidón y el azúcar, otra característica importante es su contenido en lípidos (Gil, 2010).

Las galletas por su forma de preparación y composición son un tipo de producto de pastelería, sin embargo por su importancia en la alimentación diaria y por su diversa variedad de presentaciones son consideradas en un como una categoría independiente dentro de los productos de panificación. Son tradicionalmente un alimento de consumo masivo a nivel mundial (Bardon et al., 2010).

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LAS GALLETAS

Las galletas se clasifican:

Por su sabor:

- Pueden ser de sabor dulces, saladas o también en sabores especiales dependiendo del tipo de producto a elaborar o comercializar (INDECOPI, 2011).

Por su presentación:

- Galletas simples: Este tipo de galletas son las galletas de presentación común, pues no se le agrega ningún otro componente luego de haber sido horneadas (INDECOPI, 2011).
- Galletas rellenas: Este tipo de galletas se caracteriza por que luego del proceso de horneado se le agrega un relleno entre 2 galletas, este relleno puede variar entre diferentes tipos de sabores (INDECOPI, 2011).
- Galletas revestidas: Este tipo de galletas después del horneado se le adiciona un revestimiento, este revestimiento suele generalmente ser de chocolate (INDECOPI, 2011).

Por su forma de comercialización:

- Galletas envasadas: Son comúnmente comercializadas en porciones individuales de paquetes sellado (INDECOPI, 2011).

- Galletas a granel: Este tipo de presentación se suele comercializar en envases de hojalata, cajas de cartón o tecnopor, también suelen comercializarse en envases de plástico, y suelen ser presentaciones para varias personas (INDECOPI, 2011).

Requisitos para la fabricación de galletas:

- a) Para la fabricación de galletas se deben realizar haciendo uso de materias de buena calidad, además deben estar limpias libres de impurezas y en buen estado de conservación (INDECOPI, 2011).
- b) Los aditivos alimentarios a ser utilizados en la fabricación de galletas, como los colorantes artificiales o naturales a ser adicionados, deberán estar acordes a las especificaciones técnicas establecidas en la Norma Técnica Peruana 22:02-003. Aditivos Alimentarios (INDECOPI, 2011).
- c) Las galletas elaboradas deberán cumplir con los requisitos fisicoquímicos, establecidos como valores máximos permisibles (INDECOPI, 2011), estos se detallan a continuación:

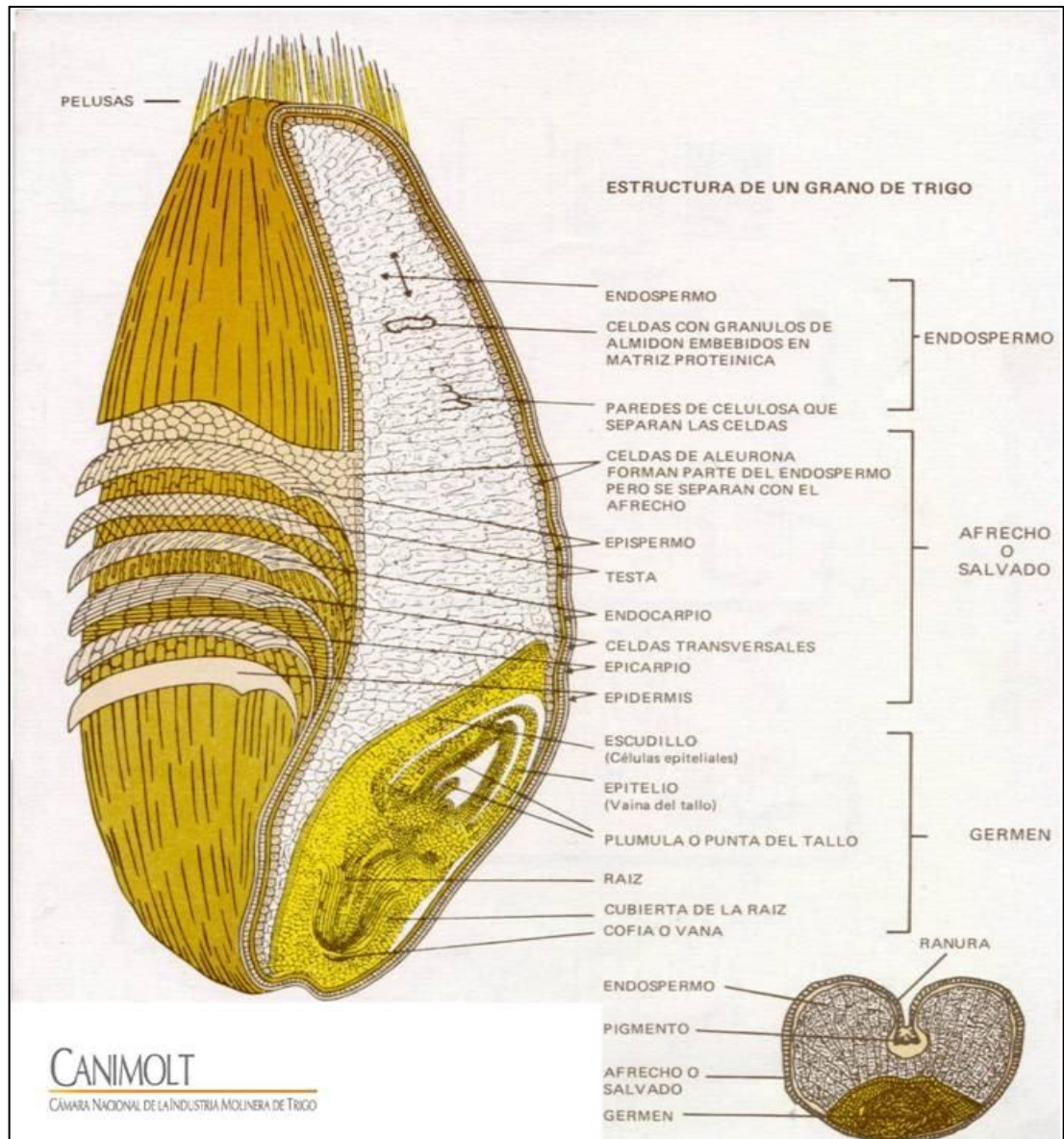
- Cenizas totales 3 %
- Acidez (expresado en ácido láctico) 0.10 %
- Índice de Peróxido 5 mg/Kg
- Humedad 12 %

2.3. INSUMOS PARA LE ELABORACIÓN DE GALLETAS

2.3.1. HARINA DE TRIGO

La harina procedente del trigo es un tipo de alimento base de la alimentación mundial, se estima que al año se destinan al procesamiento de productos para consumo humano más de 600 millones de toneladas. Este alimento es influenciado por factores como el variedad de trigo sembrado, el clima, el tipo de suelo, las condiciones en las que se almacenan y procesan, los cuales producen una importante condición en la calidad de la harina de trigo, estas a su vez influyen durante el procesamiento y características finales de los productos elaborados (Villanueva, 2017).

La harina de trigo es clasificada como el producto que se elabora a partir de granos de trigo de la variedad *Triticum Aestivum* o *Triticum Compactum*, o una de forma combinada de los dos tipos de trigo, estos granos se procesan mediante molienda hasta obtener un producto con la granulometría adecuada, durante el proceso es separado el germen y parte del salvado (FAO, 1995; CANIMOLT, 2018).



Fuente: CANIMOLT, 2018

Figura 1. Estructura del grano de trigo

El proceso de molienda del trigo separa el endospermo, que es la parte del grano de trigo que contiene el almidón, de los demás componentes (ver figura 1) este proceso tiene un rendimiento del 72% de harina blanca obtenida. La harina obtenida tiene un contenido de 65-70% de almidones, pero su componente más importante para industria alimentaria está en su contenido de

proteína que puede variar de 9 a 14%, destacando la gluteína y gliadina (CANIMOLT, 2018)

Para la fabricación de galletas se hace uso de harina de fuerza débil, estas harinas se extraen de granos trigo blandos, como los de la variedad *Triticum Aestrum* o también *Triticum Compactum*, esta harina se caracteriza por tener un gluten con una baja capacidad de retener gases que le permitan aumentar su volumen, es decir son poco elásticas, sin embargo poseen una característica que la convierte en una harina ideal para la elaboración de galletas, puesto que son más extensibles lo cual permite realizar el proceso de lamiado y moldeado de la galleta (Bardon et al., 2010).

Las características de la harina utilizada para la fabricación de galletas se aprecian en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la harina galletera

Característica	valores
W (Fuerza)	80 - 110
L (Extensibilidad)	60 - 75
P (Tenacidad)	30 - 40
P/L	0.2 - 0.3
Gluten seco	7 – 9 %
Falling Number	250 – 300 seg.
Índice de maltosa	1.6 – 1.8

Fuente: CANIMOLT, 2018

2.3.1.1. HARINAS SUCEDÁNEAS DEL TRIGO

Se define como harinas sucedáneas del trigo aquellas harinas procedentes de productos como la kiwicha, la quinua, entre otros que son empleados para elaborar alimentos (INDECOPI, 2011).

2.3.1.1.1. HARINA DE KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

La kiwicha es un grano andino que es cultivado en nuestro país desde épocas muy antiguas. Las plantas de kiwicha son vulnerables a condiciones de extremo frío, humedad excesiva, sin embargo presenta mucha resistencia a condiciones de calor y déficit de agua, por lo que es muy importante para cultivo tener las condiciones idóneas tanto de temperatura, suelo y humedad para poder obtener mejores rendimientos, bajo estas condiciones puede obtenerse rendimientos de hasta 5000 Kg. /ha, pero en promedios tiene una producción de 1000-2500 Kg. /ha. (Estrada, 2011).



Fuente: Estrada, 2011

**Figura 2. Granos de Kiwicha
(*Amaranthus caudatus*)**



Fuente: Estrada, 2011

Figura 3: Planta de Kiwicha (Amaranthus caudatus)

La kiwicha es un alimento que posee un valor nutritivo importante superando en contenido de micronutrientes, como el calcio y el hierro, a alimentos de consumo cotidiano como el huevo, la leche y la carne de pollo (Reyes, et al., 2017).

Tabla 2. Valor nutricional de la kiwicha, leche, pollo y huevo (por 100 g)

Alimento	Proteína (%)	Hierro (mg)	Calcio (mg)
Kiwicha	12.8	7.32	236
Leche	3.1	1.3	106
Huevo	12.7	2.6	19
Pollo (pulpa)	21.4	1.5	12

Fuente: Reyes et al., 2017

La kiwicha posee un contenido proteico que oscila entre 13 y 19% (Mota et al., 2016), superando a otros granos como el trigo, arroz, arroz y el maíz, incluso supera a la leche (Reyes, et al., 2017), además la proteína de la kiwicha es libre de gluten, por lo que es considerado en

un alimento ideal para personas celiacas (Ballabio et al., 2011); otra característica de la proteína de la kiwicha es que dentro de su composición se encuentra la proteína Lisina la cual tiene características preventivas contra el cáncer (Maldonado et al., 2010).

Tabla 3. Comparación de la Kiwicha con otros granos (por 100 g)

Clase/ Grano	Kiwicha (%)	Trigo (%)	Maíz (%)	Arroz (%)
Proteína	12.8	10.8	6.7	7.8
Fibra	9.3	2.3*	3*	0.3*
Grasa	6.6	2.0	4.8	0.7
Carbohidratos	69.1	76.3	73.6	77.6
Calcio (mg)	236	36	6	6
Hierro (mg)	7.32.	5.5	1.92	1.04
Calorías	414	362	355	358

Fuente: Reyes et al., 2017; *calvo et al., 2001

La proteína de la kiwicha destaca por su alta calidad debido a que contiene aminoácidos esenciales destacando por su alto contenido la metionina y la Lisina (Mota et al., 2016); esto convierte a la kiwicha en un alimento que puede ser usado en la elaboración de mezclas con leguminosas y cereales debido a que estos son deficientes en estos aminoácidos y poder obtener productos con un balance de aminoácidos equilibrado, además es importante mencionar que el 90% de la

proteína de la kiwicha se hidroliza y puede ser fácilmente absorbido por el organismo (Algara et al.,2016).

2.3.1.1.2. HARINA DE MACA (*Lepidium Meyenii*)

La maca es una planta que se encuentra dentro de la familia de las Brassicaceae y crece en los andes peruanos, principalmente en la zona centro una altitud superior a los 4000 msnm, se cultiva desde épocas precolombinas hace más de 2000 años (Gonzales et al., 2009).

La maca es considerado como un tipo de alimento natural completo, esto se debe principalmente por su alto contenido de vitaminas, en especial complejo B y C; además cuenta con un alto valor proteico (Guijarro, 2011). Posee propiedades que fortalecen el sistema inmunológico y contribuye en el aumento de la resistencia física (Milasius et al., 2008), otra propiedad importante es su acción de regulación dentro de los proceso reproductivo y fertilidad de los hombres (Kamohara et al., 2014).

Actualmente la maca se usa de diversas maneras dentro de la alimentación como en bebidas, jugos, como fruta deshidratada, se puede preparar en mermeladas junto con otras frutas, en la industria farmacéuticas es usada en capsulas como suplemento alimenticio, la harina de maca

se puede usar para fortalecer la harina de trigo (INDECOPI, 2015), para la elaboración de galletas y panes se puede reemplazar la harina de trigo hasta un 10% de harina de maca (Bilbao, 2007).



Fuente: Dostert et al.. 2009
Figura 4. Planta de maca (Lepidium meyenii)
mostrando sus brotes y sus raíces



Fuente: Dostert et al.. 2009
Figura 5: Tubérculo de maca (Lepidium meyenii)

La maca es un alimento que posee un alto valor a nivel nutricional, por lo que es considerado como un alimento con gran potencial, esto debido a su contenido de 11,9% de proteína, 8,3% de fibra y su importante aporte

energético ya que cuenta con un 55-75% de carbohidratos, además posee un bajo contenido de lípidos (2,7%), otro aspecto nutricional que lo convierte en un alimento de gran valor nutricional es su contenido de micronutrientes destacando potasio, calcio y el hierro (ver tabla 4 y 5)(Guijarro, 2011).

Tabla 4. Composición química de la maca (*Lepidium mayenii*)

Componente	%
Carbohidratos	55-75
Proteínas	11.9
Fibra	8.3
Cenizas	4.8
Lípidos	2.7

Fuente: Guijarro, 2011

Tabla 5. Micronutrientes de la maca (*Lupidium mayenii*)

Micronutriente	mg/100g
Potasio	2050.00
Calcio	250.00
Sodio	19.00
Hierro	15.00
Cobre	6.00
Zinc	3.80
Manganeso	0.80
Iodo	0.52

Fuente: Guijarro, 2011

Cabe destacar que además de ser un importante fuente nutricional, los polisacáridos de la maca posee una alta actividad antioxidante, lo cual puede usarse para la elaboración de alimentos funcionales (Zhaa et al., 2014). Además de su conocido efecto sobre la fertilidad lo convierte en un alimento funcional de suma importancia que debe ser incluida en la alimentación diaria (Kamohara et al., 2014).

2.3.2. GRASAS

Las grasas más usadas en la elaboración de galletas son de origen vegetal como la margarina o la manteca estas son añadidas de acuerdo a la formulación requerida de la galleta. La adición de grasa en la elaboración de galletas es importante porque influye en la expansión y maleabilidad de la masa durante el proceso de elaboración, lo cual permite obtener un producto de mejor calidad y con una textura a nivel sensorial (Villagómez et al., 2016).

La grasa realiza la función de aglutinante dentro de la masa otorgándole textura esto permite obtener una galleta menos dura (Villagómez et al., 2016).

Durante el proceso de la elaboración, más específicamente durante el amasado se desarrolla una emulsión entre la grasa y la fase acuosa; la grasa cubre los gránulos de almidón y proteínas de la

harina evitando que se forme el gluten, esta acción de la grasa permite obtener una galleta más fragmentable, con tendencia a desmoronarse al masticar y que el producto sea menos áspero en la boca (Sudha, et al. 2007; Villagómez et al., 2016).

2.3.3. AZÚCAR

En la elaboración de las galletas se utiliza el azúcar o sacarosa, en especial para la elaboración de galletas dulces, este componente se caracteriza por ser muy soluble en agua a temperatura ambiente, formando jarabes otorgándole mayor viscosidad al agua. Otra característica importantes es que a una temperatura de horneado de 160°C la sacaros comienza a fundirse y los 170 comienza a caramelizarse, esto influye a nivel sensorial porque le da color y un sabor dulce a las galletas (López, 2015).

2.3.4. HUEVOS

Los huevos influyen en los productos de panadería y pastelería a nivel sensorial en el color, textura y sabor; más específicamente influyen en la masa ayudando evitando que la masa se expanda demasiado permitiendo mantener la forma de la galleta (Kirk, 2016).

2.3.5. LECHE

La leche es un alimento rico en nutrientes por lo que su adición a las galletas le otorga proteínas de gran calidad y son una fuente importante de calcio, lo que le brinda a la galleta un mejor valor nutricional y sabor, además sus componentes influyen en la masa ayudando a que esta sea más flexible y elástica; al coagularse las proteínas de la leche la masa se vuelve más esponjosa (López, 2015).

2.3.6. POLVO DE HORNEAR

En el proceso para elaborar de la galletas no se utiliza levadura debido a que son productos con un contenido de azúcar elevado, esto genera una fuerte presión osmótica que impide desarrollar adecuadamente a la levadura por lo que no se lograría leudar, además cabe mencionar que otra razón para no usar levadura es que esta requiere tiempo para cumplir su función, por lo que el uso de levaduras químicas, como el polvo de hornear, disminuye el tiempo de este proceso (Kirk, 2016).

El polvo de hornear está compuesto de bicarbonato de sodio, un componente ácido y un medio de separación generalmente es el almidón. Es el más utilizado en la elaboración de galletas, una vez integrado a la masa el componente ácido del polvo de hornear reacciona con el bicarbonato de sodio, que es ligeramente alcalino, esta reacción produce gas carbónico (CO₂) que ayuda a leudar la masa (Kirk, 2016).

2.4. ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS

2.4.1. MEZCLADO Y AMASADO

Una vez listos los ingredientes se inicia el proceso de mezclado y amasado, los ingredientes son incorporados de la forma establecida en el procedimiento de elaboración del tipo de galleta que se desea preparar, para facilitar el proceso se utiliza un amasador mecánico, este proceso tiene como objetivo integrar adecuadamente los ingredientes de la formulación y obtener las condiciones reológicas deseadas para la masa, estas condiciones son extensibilidad, uniformidad, consistencia y determinada elasticidad (Lescano, 2011).

2.4.2. LAMINADO Y MOLDEADO

Luego de realizado el amasado se realiza el proceso de laminado que consiste en extender la masa hasta obtener el espesor deseado y posteriormente se realiza el corte con moldes de galletas listas para pasar al siguiente proceso que es el horneado (Lescabo, 2011).

2.4.3. HORNEADO

Para la realización del proceso de horneado de las galletas se puede realizar en placas de cocción, hornos discontinuos o continuos, que trabajan transfiriendo calor a la masa, la temperatura puede oscilar por los 200°C por unos 5 a 15 minutos

dependiendo del tipo de galletas elaboradas, este proceso permite obtener un producto con las características deseadas en cuanto a aroma, textura, color y sabor, además permite eliminar los microorganismos patógenos que pudiera contener la masa cruda. Terminado el proceso de horneado se debe enfriar esto evita que la galleta caliente genere condensaciones dentro del empaque (Lescano, 2011).

2.4.4. EMPAQUETADO Y ALMACENAMIENTO

El proceso de empaquetado se realiza para cubrir el producto con una película flexible, también llamado envase primario, y posteriormente se realiza el embalaje de cajas de comercialización (Dendy, 2001; Perez, 2012).

Cabe destacar que en un empaque es más que solo medio protector del la galleta contra daños mecánicos, la humedad, el polvo o agentes químicos (Orozco et al., 2016), además de las funciones antes mencionadas permite colocar un diseño y marca propia al producto; también permite informar sobre el contenido nutricional, información sobre la fecha de vencimiento, datos del lote y fecha de producción; u otra información que exija la ley, esta información contenida permite informar al consumidor sobre las características del producto, y además permite realizar una trazabilidad del producto (Matckovich, 2009).

Dentro de los empaques más utilizados dentro de la industria de las galletas se encuentran los de material de papel y plástico (Orozco et al., 2016), en especial la última puesto que las galletas tienden a ganar humedad del ambiente lo cual causa la pérdida de calidad y deterioro del producto (Carrillo et al., 2013); el plástico es ideal porque le confiere resistencia a la humedad a las galletas empacadas con este material (Huanchi, 2013), además de ser un material de bajo costo y de ligeros de peso esta características lo consiente en un material de fácil manejo y transporte (Pérez, 2012).

2.5. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial es una metodología utilizada con la finalidad de obtener un mejor resultado en el desarrollo e investigación de nuevos productos alimenticios, y busca principalmente conocer los gustos y preferencias del consumidor a nivel científico y de forma objetiva, esto se logra mediante la aplicación de una determinada metodología de análisis sensorial, con la finalidad de hacer un estudio a mayor profundidad del consumidor final (Mora et al., 2006). El análisis sensorial es utilizado para la realización de la medición, análisis e interpretación de las características y sensación es percibida por los sentidos humanos como lo son el oído, olfato, tacto, gusto y vista en relación a los productos alimenticios u otras sustancias que son objeto de estudio (Lawless et al., 2010).

Para llevar a cabo un estudio de análisis sensorial, el investigador cuenta con un conjunto de técnicas que le permiten obtener una medida precisa de las respuestas sensoriales del ser humano a determinados alimentos en estudio (Ramírez, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se ejecutó en los siguientes lugares:

- Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

Para la producción de galletas, se utilizó como materia prima:

- **Harina de Trigo**

La harina de trigo se obtuvo de la empresa Industrias Teal S.A., ubicada en la av. avenida Nicolás Ayllón #1779, ATE, LIMA.

- **Harina de kiwicha**

Se la kiwicha se obtuvo del fundo de la familia Pérez, ubicado en Yungay-Huaraz.

- **Harina de maca**

La maca se obtuvo del fundo de la familia Pérez, ubicado en Yungay-Huaraz.

3.2.2. INSUMOS

Para la producción de las galletas, se utilizó los siguientes insumos:

- Harina de Maca
- Harina de Trigo
- Harina de Kiwicha
- Azúcar
- Margarina
- Huevos
- Leche en polvo
- Vainilla
- Polvo de hornear
- Canela en polvo
- Sal

3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS

3.3.1. EN LA ELABORACIÓN DE GALLETAS

3.3.1.1. EQUIPOS

- Mesa de acero inoxidable
- Horno por convección Rotatorio. Modelo: MAX 1000.
Serie: 0501028. Marca Nova. País: Perú
- Batidora de 30L. Serie 0549026, Marca nova. país: Perú

3.3.1.2. UTENSILIOS

- tamizador
- Batidor de mano tipo globo
- Espátula
- Recipientes de aluminio
- Moldes plástico
- Rodillo

3.3.2. PARA LA EVALUACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS GALLETAS

3.3.2.1. EQUIPOS

- Balanza analítica Marca: PRECISA GRAVIMETRICS A G. Serie: 321LX. Modelo: LX320A. Desviación: 0.01 g. País: Suiza
- Agitador magnético. Marca: THERMOLYNE. Modelo: S-130815. Serie: 120110. País: E.E.U.U
- Balanza gramera. Marca: PRECISA. Modelo: XB4200C. Desviación: 0.01 g. País: Suiza.
- Determinador de humedad. Marca: PRECISA. Modelo: XM-50. Desviación: 0.001 g. País: Suiza
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA. Modelo: CR-400. País: E.E.U.U.
- Cocina eléctrica. Marca: KESSEN. Modelo: HPY6870-26. Serie: 46804273. País: China

- Texturómetro. Marca: BROOKFIELD. Modelo: CT34500.
Serie: 8555940. País: E.E.U.U
- Mufla marca: THERMOLYNE. Serie: 347034984. País:
Alemania
- Estufa. Marca: POL-EKO APARATURA. Modelo: SW-
17TC. Serie: SW-1990. País: E.E.U.U.
- Refrigeradora. Marca: Bosch. Modelo: ksv44. Serie:
0200148448. País: Suiza.

3.3.2.2. MATERIALES DE LABORATORIO

- Cisoles de porcelana.
- Bureta.
- Espátula.
- Desecador.
- Matracas de Erlenmeyer (250 y 500 ml).
- Embudo de vidrio.
- Papel filtro.
- Vasos precipitados (50 y 100 ml)
- Mortero.
- Pastillas de agitación.
- Probetas (50 y 100 ml)
- Pera de succión.
- Placas Petri
- Pinzas de metal y de madera.

- Pipetas (1, 5 y 10 ml).
- Termómetro

3.3.2.3. OTROS MATERIALES

- Papel toalla
- Cubetas
- Cuchillos
- Jarras plásticas
- Papel aluminio
- Marcadores
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.
- Ollas

3.3.2.4. REACTIVOS

- Hexano puro 98%.
- Solución de hidróxido de sodio (0.1 N).
- Agua destilada.
- Éter de petróleo.
- Ácido sulfúrico (0.05 N).
- Fenoltaleína.

3.4. MÉTODOS

3.4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE TRIGO, MACA Y KIWICHA

- Se caracterizó cada una de las harinas (Trigo, Kiwicha y maca); en el Laboratorio de Análisis y Composición Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

A) Humedad: se determinó aplicando el método AOAC (1990).

B) Proteína: se usó el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

C) Grasa: Análisis realizado con el extractor de grasa marca FOSS modelo SOXTEC, siendo el Hexano el solvente a utilizar. Metodología de la asociación Oficial de químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005.

D) Ceniza: se determinó incinerando la materia orgánica en un horno mufla; dispuesto en la NTP 205.038: 1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas.

E) Carbohidratos: Se obtuvo por diferencia, restando el 100% la suma de los porcentajes de grasa (G), ceniza (C), humedad (H), Proteínas (P) y grasa (G). Metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INM) señalada por COLLAZOS et al. (1993).

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\text{H} + \text{C} + \text{G} + \text{P})$$

F) Color: Se analizó con el colorímetro (marca. KONICA MINOLTA CR-400) aplicando el método CIE-lab,

obteniéndose valores de L*luminosidad (negro 0/ Blanco 100), a*(verde-/ rojo+) y b*(azul-/ amarillo +). El ángulo de tonalidad (h*) y Cromacidad (C*), fue calculado según Minolta (1993).

3.4.2. PRODUCCIÓN DE GALLETAS

3.4.2.1. FORMULACIÓN

Para la elaboración se utilizó la formulación para preparar galletas dulces ya que son las de mayor aceptación y consumo por los peruanos (IPSOS, 2014), esta formulación fue la siguiente:

Tabla 6: Formulación control utilizada para la elaboración de galletas

INGREDIENTES	CANTIDAD (gr)	PORCENTAJE (%)
Harina	100	51.8
Azúcar	43	22.3
Huevos	12	6.2
Margarina	27	14.0
Leche en polvo	3.8	2.0
Polvo Hornear	3.6	1.9
Canela	1	0.5
vainilla	2	1.0
Coluro de sodio	0.7	0.4

Fuente: Sosa; 2011

3.4.2.2. ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS

Para la producción de las galletas se sustituyó parcialmente la harina de trigo por harina de maca y de kiwicha.

Las galletas se elaboraron teniendo en cuenta las cantidades para la mezcla respectivas para con cada uno de las harinas (trigo, kiwicha y maca), ya determinadas, y con los mismos insumos para su elaboración al igual que en la formulación control.

3.4.2.3. EVALUACIÓN DE LAS GALLETAS

Una vez obtenidos las galletas de cada mezcla, se evaluó en función a sus variables de respuesta: Dureza, contenido de calcio, contenido de hierro, calidad proteica, sabor sensorial, color sensorial y textura sensorial análisis que son detallados más adelante.

3.4.2.4. EVALUACIÓN DE LA GALLETA OPTIMA

Con la finalidad de comprobar si la formulación optima cumple con lo estipulado en la NTP (Normas Técnicas Peruanas), para la elaboración de galletas se analizó el contenido de Cenizas, Proteínas, Humedad, Hierro, grasas, Calcio, fibra y análisis sensorial los cuales se compararon con las mismas evaluaciones que se realizaran a la formulación control de galleta (100% Harina de trigo).

3.4.2.5. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS

3.4.2.5.1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

- **Harina de Trigo**

Se utilizó Harina de Trigo en las proporciones establecidas para cada formulación de las galletas como se establece en la Tabla N° 9.

- **Harina de Kiwicha**

Se utilizó Harina de Kiwicha en las proporciones establecidas para cada formulación de las galletas como se establece en la Tabla N° 9.

- **Harina de maca**

Se utilizó harina de maca en las proporciones establecidas para cada formulación de las galletas como se establece en la Tabla N° 9.

- Azúcar
- Margarina
- Leche en polvo
- Huevos
- Polvo de Hornear
- Vainilla
- Cloruro de sodio
- Canela

3.4.2.5.2. PESADO

Esta operación se realizó con la finalidad de estandarizar los insumos necesarios para cada formulación y facilitar la adición de cada insumo en la preparación de la galleta (Guzmán y López, 2015).

3.4.2.5.3. MEZCLADO 1

En esta primera etapa se adicionó el azúcar y la margarina, se bate por un tiempo 15 minutos hasta formar una pasta (Guzmán y López, 2015). Luego se adiciono los demás componentes el huevo, vainilla y la sal, se bate hasta que la pasta quede homogénea (Huerta et al., 2016).



Figura 6: Etapa de mezclado de componentes húmedos de la galleta

3.4.2.5.4. MEZCLADO 2

En esta etapa se procede a mezclar previamente los componentes secos como la harina de trigo, kiwicha y maca, además del polvo de hornear, la canela, leche en polvo. Luego se adiciona a la pasta y se bate hasta

formar una masa uniforme y compacta (Huerta et al., 2016).



Figura 7: Masa para galleta elaborada

3.4.2.5.5. LAMINADO Y MOLDEADO

El realizo con un rodillo y papel manteca hasta obtener una lámina de aproximadamente 4 mm de espesor, luego se procedió a cortar de manera manual con un molde de plástico y se colocó en la bandeja de acero inoxidable sobre papel manteca (Huerta et al., 2016).



Figura 8: Laminado y moldeado

3.4.2.5.6. HORNEADO

Este proceso se realizó en el horno a convección de la planta piloto, se colocó las galletas a hornear a una temperatura de 145°C durante un tiempo de 15 minutos (Huerta et al., 2016).



Figura 9: Horneado de las galletas

3.4.2.5.7. ENFRIADO

Este proceso se realizó colocando el coche salidas del horno con las bandejas en una ambiente seco y ventilado para que se enfríe durante 20 minutos (Huerta et al., 2016).



Figura 10: Enfriado de las galletas

3.4.2.5.8. ENFRIADO

En esta etapa se colocan las galletas elaboradas en bolsas de polietileno de alta densidad para posteriormente ser selladas herméticamente (Huerta et al., 2016).



Figura 11: Envasado

3.4.2.5.9. ALMACENAMIENTO

Las galletas se almacenaron en un ambiente adecuado fresco y libre de exposición excesiva de luz, hasta su posterior desposesión para la realización de los análisis correspondientes (Guzmán y López, 2015).



Figura 12: Almacenamiento

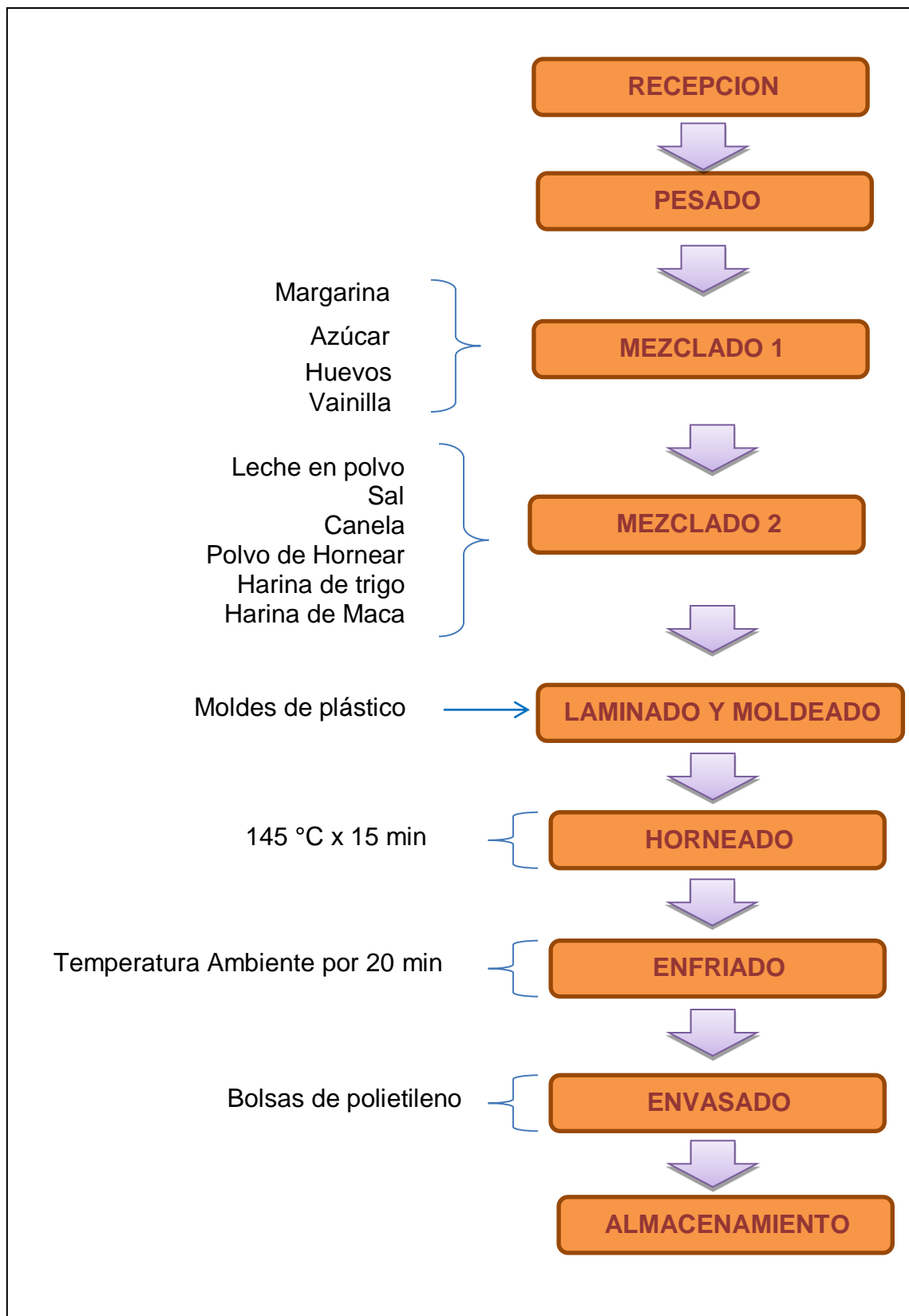


Figura 13: Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas

3.4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS GALLETAS

3.4.3.1. ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial se realizó a cada una de las 11 formulaciones de galletas incluida la galleta patrón; esta evaluación consistió en una prueba sensorial de sabor, color y textura, llevada a cabo por 35 panelistas de ambos sexos lo cuales no contaban con entrenamiento, que realizaron la degustación de cada formulación de galleta y dieron su veredicto en cuanto los atributos sensoriales planteados, los resultados se midieron en una escala hedónica de 9 punto.

3.4.3.2. EVALUACIÓN DE LA MEJOR FORMULACIÓN DE GALLETA

La elección de la mejor formulación según el Diseño Compuesto Central Rotacional (DCCR) 2^2 , se determinó a través del cómputo químico elevado de aminoácidos y el análisis sensorial con mayor aceptabilidad

La mejor formulación junto con el patrón se le realizó los siguientes análisis.

- **Humedad:** Se utilizó el procedimiento de la norma técnica peruana N.T.P 206.011:1981 (Revisada el 2011) para bizcochos, galletas, pastas y fideos.
- **Proteína:** se analizó con el método UNE-EN ISO 5983-2 parte 2 Dic. 2006.

- **Grasa:** se realizó con el método UNE 64021 1970.
- **Ceniza:** se determinó usando la norma técnica peruana N.T.P 206.007:1976 (Revisada el 2011) para productos de panadería.
- **Carbohidratos:** Se obtiene por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (H), ceniza(C), grasa (G) y proteínas(P).

Siguiendo la metodología para carbohidratos, por la diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al; (1993). Usando la fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (H + C + G + P)$$

- **Fibra:** Se analizó según el método NMX-F-090(1978).
- **Textura:** se usó el Texturometro de marca BROOKFIELD.

3.4.3.3. COMPUTO QUÍMICO

Para la determinación de la calidad proteica se realizó mediante el método de cómputo químico o también conocido como score químico propuesto por Mitchell y Block (1946).

Para el desarrollo de la investigación se usó el patrón de adultos (WHO/FAO/UNU, 2007), el aminoácido limitante es la que se encuentra en menor proporción a quien se le llama score químico (SQ), si no hay déficit el SQ es de 100% teniendo la equivalencia de una proteína ideal o de

referencia. En cambio, si el SQ es cero es porque es carente de un aminoácido esencial (Soriano del Castillo, 2006).

Los patrones de referencia, son nombrados de esta manera debido que estas proteínas permiten una síntesis proteica optima, debido a esto se utilizan como modelos, mezclas o referencias de aminoácidos deseados.

$$\text{computo quimico} = \frac{g. AAE. Alimento o mezcla}{g. AAE. Proteina patron}$$

El computo aminoacídico compara porcentualmente la composición de los aminoácidos de una proteína patrón garantizando una síntesis proteica y su composición aminoacídica de la proteína. De esta manera es como se califica las proteínas en este método.

3.4.3.4. MÉTODO DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA A LA LLAMA

Para la determinación de contenido de calcio y hierro se utilizó el método de espectroscopia de absorción atómica a la llama, el cual consiste en la propiedad para absorber la radiación electromagnética que tienen los átomos determinada longitud de onda. Este método es muy utilizado debido a que es muy sensible para detectar determinados elementos (Gallego et al., 2013).

3.4.3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un diseño compuesto central rotacional (DCCR) 2^2 , considerando como variables independientes a la harina de kiwicha y harina de maca, evaluando como estas variables dependientes influencia sobre las características sensoriales y fisicoquímicas mediante la construcción de la superficies de respuesta (Guzmán y López, 2015).

3.4.3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el procesamiento de los datos y realizar el análisis estadístico se utilizó el software Statistica 8.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA), que nos permitió realizar el análisis de varianza ANOVA, determinar la influencia de las variables sobre los resultados obtenidos y construir las superficies de respuestas con los coeficientes de regresión calculados por el software con un nivel de significancia de 95% (Guzmán y López, 2015).

Las variables dependiente estudiadas se presentan a continuación:

- Calidad Proteica
- Sabor
- Textura
- Color

- Dureza
- Contenido de Hierro
- Contenido de Calcio

Tabla 7: Niveles de las variables independientes del diseño experimental (DCCR) 2^2 , incluyendo 4 ensayos en condiciones axiales y 3 repeticiones en el punto central

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Harina de maca (%)	0	1	3	5	6
Harina de <u>kiwicha</u> (%)	8	9	12	15	16

$$\alpha = 1.4142$$

Tabla 8: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2^2

Experimento	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	Harina de	Harina de	Harina de	Harina de
	Kiwicha	maca	Kiwicha	maca
1	-1	-1	9	1
2	+1	-1	9	5
3	-1	+1	15	1
4	+1	+1	15	5
5	- α	0	12	0
6	α	0	12	6
7	0	- α	8	3
8	0	A	16	3
9	0	0	12	3
10	0	0	12	3
11	0	0	12	3

Tabla 9: Composición de materias primas para cada formulación del DCCR 22

Formulaciones	% Harina de Trigo	% Harina de Kiwicha	% Harina de maca
1	90	9	1
2	86	9	5
3	84	15	1
4	80	15	5
5	88	12	0
6	82	12	6
7	89	8	3
8	81	16	3
9	85	12	3
10	85	12	3
11	85	12	3

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. ANÁLISIS DE HARINAS

4.1.1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL

4.1.1.1. HARINA DE TRIGO

En la tabla 10, se muestra el resultado de la composición químico proximal de la Harina de Trigo en base a 100g de muestra.

Tabla 10: Composición químico proximal de la harina de trigo (en 100g)

Componente	(%)
Humedad	12.90 ± 0.88
Proteína	10.91 ± 0.27
Grasa	1.05 ± 0.30
Cenizas	0.84 ± 0.21
Carbohidratos	74.31

*Media de 3 repeticiones ± SD.

Como se aprecia en la tabla 10, la humedad de la harina de trigo utilizada para la elaboración de galletas fue de 12.9%, lo cual cumple con los requisitos técnicos establecido en la N.T.P.205.027:1896 que establece que la humedad no debe ser superior al 15%.

Para el caso del contenido proteico el valor determinado es de 10.91%, este valor supera el 7% establecido como mínimo por el CODEX Alimentarias 152-1985 (revisado

en 1995), sin embargo para la elaboración de una galleta es recomendable que la harina utilizada en el proceso de elaboración debe tener un contenido proteico de 7 a 7.5%, para que el no tenga una apariencia indeseada, textura muy dura y una miga demasiado compacta (Smith, 1972).

Respecto al contenido de ceniza se determinó un 0.84% cumpliendo con la NTP 205.027:1986.

4.1.1.2. HARINA DE KIWICHA

En la tabla 11, se muestran el resultado de la composición químico proximal de la Harina de Trigo en base a 100g de muestra.

Tabla 11: Composición químico proximal de la harina de kiwicha (en 100g)

Componente	(%)
Humedad	12.35 ± 0.27
Proteína	13.73 ± 0.24
Grasa	7.53 ± 0.33
Cenizas	2.45 ± 0.20
Carbohidratos	63.94

*Media de 3 repeticiones ± SD.

Los resultados obtenidos (ver tabla 11) para la humedad fue de 12.35% y ceniza 2.45%, estos valores cumplen con la Norma Técnica Peruana 205.040: 1976 (revisad en el

2011) la cual establece los requisitos que deben tener las harinas sucedáneas del trigo, en cuanto al contenido proteico de la harina de kiwicha fue de 13.73% este valor es superior al de la harina de trigo (Reyes et al., 2017; Capurro y Huerta, 2016; Guijarro, 2011), además de aportar en un incremento de la cantidad de proteína en la galleta elaborada, permite complementar los aminoácidos presentes en la harina de trigo, debido a que la harina kiwicha posee un elevado contenido del aminoácido Lisina, lo que permite no solo tener mejorar la galleta elaborada en cantidad de proteína, también mejora la calidad de la proteína del producto (FAO, 2017).

4.1.1.3. HARINA DE MACA

La tabla 12 muestra los resultados obtenidos del análisis de la composición realizado a la harina de maca.

Tabla 12: Composición químico proximal de la harina de maca (en 100g)

Componente	(%)
Humedad	10.10 ± 0.26
Proteína	14.03 ± 0.22
Grasa	4.03 ± 0.25
Cenizas	1.83 ± 0.30
Carbohidratos	70.01

*Media de 3 repeticiones ± SD.

Los resultados obtenidos (ver tabla 12) para la humedad fue de 10.10% y ceniza 1.83%, estos valores cumplen con la Norma Técnica Peruana 205.043:1976 (revisad en el 2012) la cual establece los requisitos que deben tener las harinas sucedáneas que proceden de raíces y tubérculos, en cuanto al contenido proteico de la harina de maca fue de 14.03% este valor es superior al de la harina de trigo además de aportar en un incremento de la cantidad de proteína en la galleta elaborada (Vicente, 2016, Payano et al., 2010).

4.1.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

4.1.2.1. COLORIMETRÍA DE LAS HARINAS DE TRIGO, HARINA DE KIWICHA Y HARINA DE MACA

En la tabla 13, se muestran el resultado del análisis colorimétrico de las 3 muestra de harina utilizados en la elaboración de las galletas.

En base a los resultados obtenidos en la tabla 13, poder aprecias que los tres tipos de harina utilizados tienen un valor de luminosidad (L^*) cercano a 100, lo cual indica que presentan colores más claros; en cuanto a los valores de cromacidad (c^*) y tonalidad (h^*) las harinas analizadas muestran una tendencia a presentar colores amarillos (Capurro y Huerta, 2016).

Tabla 13: Colorimetría de las Harinas de Trigo, harina de kiwicha y harina de maca

ANÁLISIS COLORIMÉTRICO											
MUESTRA	a*		b*		Luminosidad			Cromacidad	Tonalidad		
	A				L*		c*	d	h*		
Harina de Trigo	-	±	0.0	9.38	±	0.06	98.97	±	0.13	9.38	95.25
Harina de Kiwicha	0.07	±	2	16.6	±	0.36	90.96	±	0.36	16.70	88.20
Harina de maca	1.78	±	9	20.7	±	0.37	88.71	±	1.23	20.91	81.87
	2.63	±	2	5							

*Media de 3 repeticiones ± SD.

4.2. COMPUTO QUÍMICO

En el presente trabajo de investigación se buscó que cada formulación analizada supere el valor de aminoácido limitante de 70%, recomendado por la FAO/OMS, para cada tipo de aminoácido (ver tabla 14), en especial se buscó complementar el valor de la lisina que es el principal aminoácido limitante de la harina de trigo, esto se logró mediante la adición de harina de kiwicha la cual posee un elevado contenido del aminoácido Lisina, lo que permite no solo tener mejor la galleta elaborada en cantidad de proteína, también mejora la calidad de la proteína del producto (FAO, 2017).

Tabla 14: Cómputo Químico de los ensayos del planeamiento experimental

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Patrón de aminoácidos (mg/g proteína)*
FORMULACIONES (%)	Harina de trigo	90	86	84	80	88	82	89	81	85	85	85	-
	Harina de kiwicha	9	9	15	15	12	12	8	16	12	12	12	-
	Harina de maca	1	5	1	5	0	6	3	3	3	3	3	-
SCORE QUIMICO (%)	Isoleucina	118	120	122	123	119	122	118	123	121	121	121	31
	Leucina	113	114	111	112	111	113	114	111	112	112	112	61
	Lisina	77	79	81	83	78	82	77	83	80	80	80	45
	Metionina + Cistina	176	173	174	171	175	171	175	172	173	173	173	24
	Fenilalanina + tirosina	190	185	188	183	190	183	188	185	187	187	187	41
	Treonina	130	125	135	130	134	126	127	133	130	130	130	25
	Triptofano	165	158	155	148	162	151	163	150	156	156	156	6.6
Valina	118	121	118	121	117	122	120	119	119	119	119	40	

Fuente: WHO/FAO/UNU, 2007- Categoría Escolar y Adolescente (3-18 años)

4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD PROTEÍNAS DE LAS GALLETAS

En la tabla 15 se aprecia los resultados para la variable calidad proteica, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 15: Valores de calidad proteica de las galletas

Formulaciones	Harina de Maca	Harina de Kiwicha	Harina de Maca (%)	Harina de Kiwicha (%)	Calidad proteica (%)
1	-1	-1	1	9	7.85
2	+1	-1	5	9	7.97
3	-1	+1	1	15	8.03
4	+1	+1	5	15	8.11
5	-1.41	0	0	12	7.88
6	+1.41	0	6	12	8.04
7	0	-1.41	3	8	7.77
8	0	+1.41	3	16	8.06
9	0	0	3	12	7.98
10	0	0	3	12	7.91
11	0	0	3	12	7.94
Control					7.67

Los resultados obtenidos nos indican que la formulación 4 mostro el valor más alto (8.11%) en cuanto a proteínas, además se aprecia que cada formulación tiene un valor en cuanto a proteínas mayor

que la formulación de control elaborada con 100% harina de trigo (ver tabla 15).

Los resultados mostrados en la figura 14, nos indica que el termino lineal de la variables harina de kiwicha y harina de maca son significativas ($p < 0.05$), por lo que contribuyen al incremento de la calidad proteica de la galleta.

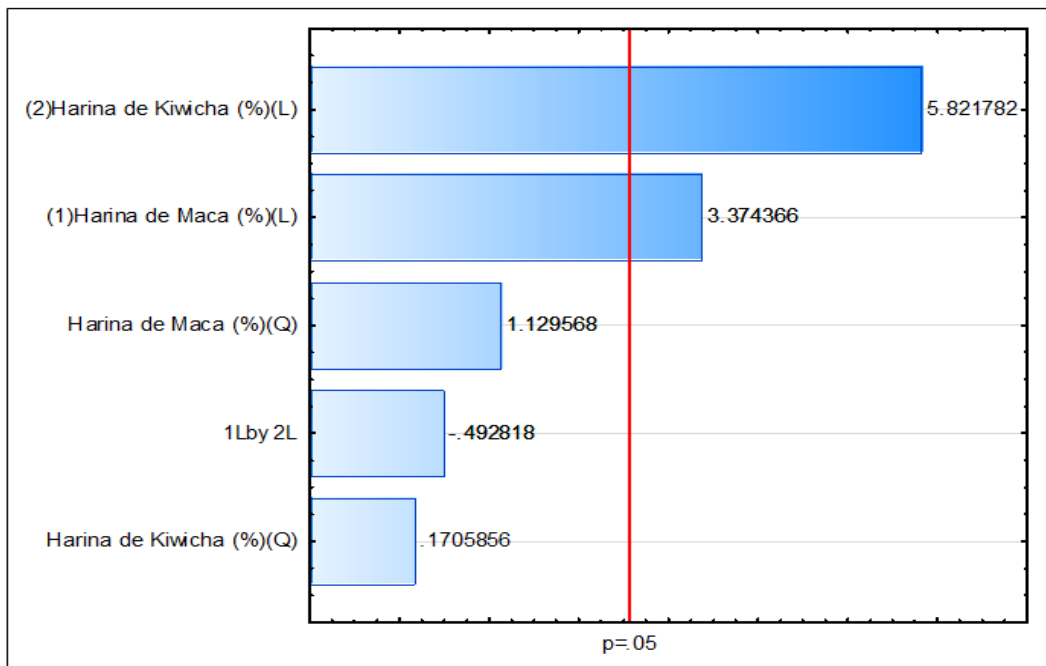


Figura 14: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable calidad proteica de las galletas

El software nos permite determinar el valor de r^2 para la variables calidad proteica, para esta variable el valor obtenido es de 90.35%, este valor es importante porque indica que los resultados para cada formulación se ajustan al método de regresión lo cual permite construir una superficie de respuestas.

En el análisis de varianza (ANOVA) se aprecia que el modelo que describe la respuesta de la variable dependiente calidad proteica en función de las variables independientes estudiadas, en donde el valor $p < 0.05$ (0.0197) para el factor lineal de la harina de maca y el valor $p < 0.05$ (0.0021) del factor lineal de la harina de kiwicha nos indican que ambos factores influyen en la calidad proteica en cada formulación de las galletas obtenidas (ver tabla 16).

Tabla 16: Análisis de varianza para la respuesta calidad proteica de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	0.0219	1	0.0219	11.3863	0.0197
X1 (Q)	0.0025	1	0.0025	1.2759	0.3099
X2(L)	0.0651	1	0.0651	33.8931	0.0021
X2 (Q)	0.0001	1	0.0001	0.0291	0.8712
X1*X2	0.0005	1	0.0005	0.2429	0.6430
Error	0.0096	5	0.0019		
Total	0.0996	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x_1 =Harina de Maca, x_2 =Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Tabla 17: Coeficientes de regresión para la calidad proteica de las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	7.5276	0.3512	21.4350	0.0000
x₁ (L)	0.0187	0.0510	0.3662	0.7292
x₁ (Q)	0.0047	0.0042	1.1296	0.3099
x₂ (L)	0.0271	0.0554	0.4901	0.6448
x₂ (Q)	0.0004	0.0023	0.1706	0.8712
x₁x₂	-0.0018	0.0037	-0.4928	0.6430

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

x₁=Harina de Maca, x₂=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriores y con los coeficientes de regresión obtenida en la tabla 17, se elaboró la ecuación 1, que se presenta a continuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Calidad proteica (\%)} = & 7.5276 + 0.0187X_1 + 0.0271X_2 + \\
 & 0.0004X_2^2 - 0.0047X_1^2 - 0.0018X_1X_2 \dots\dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

Dónde:

- x₁= Harina de Maca (%).
- x₂= Harina de kiwicha (%).

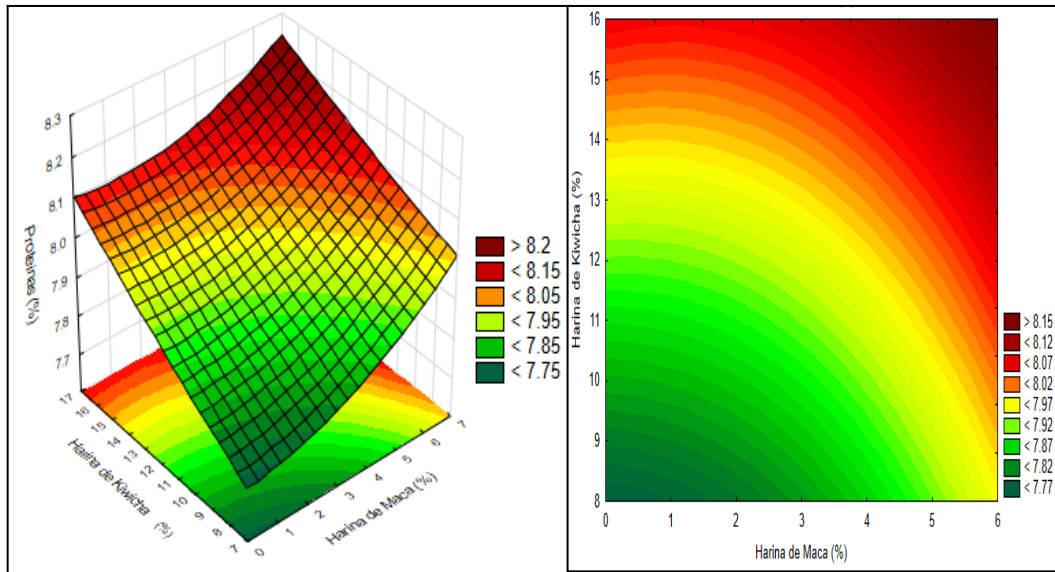


Figura 15: Superficies de respuesta y grafico de contorno para calidad proteica de las Galletas

La figura 15 muestra la gráfica de la superficie de respuesta para la variable calidad proteica, podemos apreciar que conforme se sustituye la cantidad de harina de trigo por harina de kiwicha y maca se incremente el contenido de proteína presente en las galletas obtenidas; además se aprecia en la gráfica de contorno que en la regiones de las variables harina de kiwicha (15 a 16%) y harina de maca (5 a 6%) presentan los valores más altos en cuanto a calidad proteica de las galletas obtenidas.

4.4. EVALUACIÓN DE CONTENIDO DE HIERRO DE LAS GALLETAS

En la tabla 18 se aprecia los resultados para la variable contenido de hierro, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 18: Valores del contenido de hierro de las galletas

Formulaciones	Harina de Maca	Harina de Kiwicha	Harina de Maca (%)	Harina de Kiwicha (%)	Hierro (mgFe/100g)
1	-1	-1	1	9	4.21
2	1	-1	5	9	4.67
3	-1	1	1	15	4.58
4	1	1	5	15	5.01
5	-1.41	0	0	12	4.42
6	1.41	0	6	12	4.83
7	0	-1.41	3	8	4.55
8	0	1.41	3	16	4.71
9	0	0	3	12	4.59
10	0	0	3	12	4.62
11	0	0	3	12	4.69
Control					3.97

Los resultados obtenidos nos indican que la formulación 4 mostro el valor más alto (5.01 mgFe/100g) en cuanto al contenido de hierro, además se aprecia que cada formulación tiene un valor en cuanto al

contenido de hierro mayor que la formulación de control elaborada con 100% harina de trigo (ver tabla 18).

Los resultados mostrados en la figura 16, nos indica que el termino lineal de la variables harina de kiwicha y harina de maca son significativas ($p < 0.05$), por lo que contribuyen al incremento del contenido de hierro de la galleta.

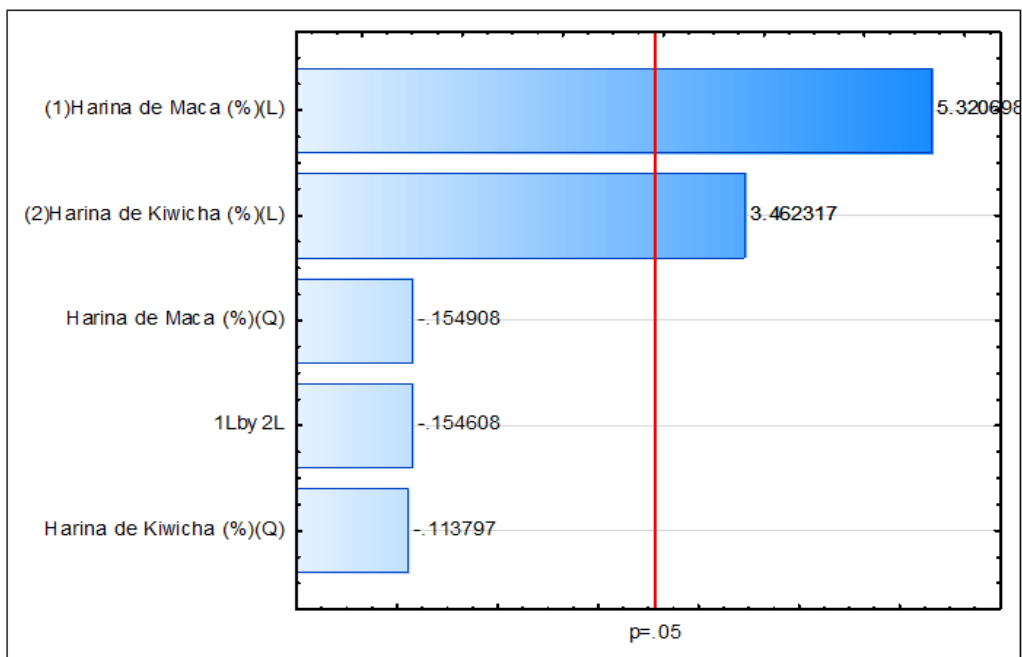


Figura 16: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable contenido de hierro de las galletas

El software nos permite determinar el valor de r^2 para la variables contenido de hierro, para esta variable el valor obtenido es de 88.98%, este valor es importante porque indica que los resultados para cada formulación se ajustan al método de regresión lo cual permite construir una superficie de respuestas.

En el análisis de varianza (ANOVA) se aprecia que el modelo que describe la respuesta de la variable dependiente contenido de hierro en función de las variables independientes estudiadas, en donde el valor $p < 0.05$ (0.0031) para el factor lineal de la harina de maca y el valor $p < 0.05$ (0.0180) del factor lineal de la harina de kiwicha nos indican que ambos factores influyen en el contenido de hierro en cada formulación de las galletas obtenidas (ver tabla 19).

Tabla 19: Análisis de varianza para la respuesta contenido de hierro de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	0.2665	1	0.2665	28.3098	0.0031
X1 (Q)	0.0002	1	0.0002	0.0240	0.8830
X2(L)	0.1128	1	0.1128	11.9876	0.0180
X2 (Q)	0.0001	1	0.0001	0.0129	0.9138
X1*X2	0.0002	1	0.0002	0.0239	0.8832
Error	0.0471	5	0.0094		
Total	0.4269	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x1=Harina de Maca, x2=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático

Tabla 20: Coeficientes de regresión para contenido de hierro las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	3.7395	0.7774	4.8104	0.0048
x₁ (L)	0.1121	0.1130	0.9925	0.3665
x₁ (Q)	-0.0014	0.0092	-0.1549	0.8830
x₂ (L)	0.0581	0.1225	0.4740	0.6555
x₂ (Q)	-0.0006	0.0050	-0.1138	0.9138
x₁x₂	-0.0013	0.0081	-0.1546	0.8832

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

x₁=Harina de Maca, x₂=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriores y con los coeficientes de regresión obtenida en la tabla 20, se elaboró la ecuación 2, que se presenta a continuación:

$$\text{Hierro (mgFe/100g)} = 3.7395 + 0.1121X_1 + 0.0581X_2 - 0.0014X_1^2 - 0.0006X_2^2 - 0.0013X_1X_2 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

- x₁= Harina de maca (%).
- x₂= Harina de kiwicha (%).

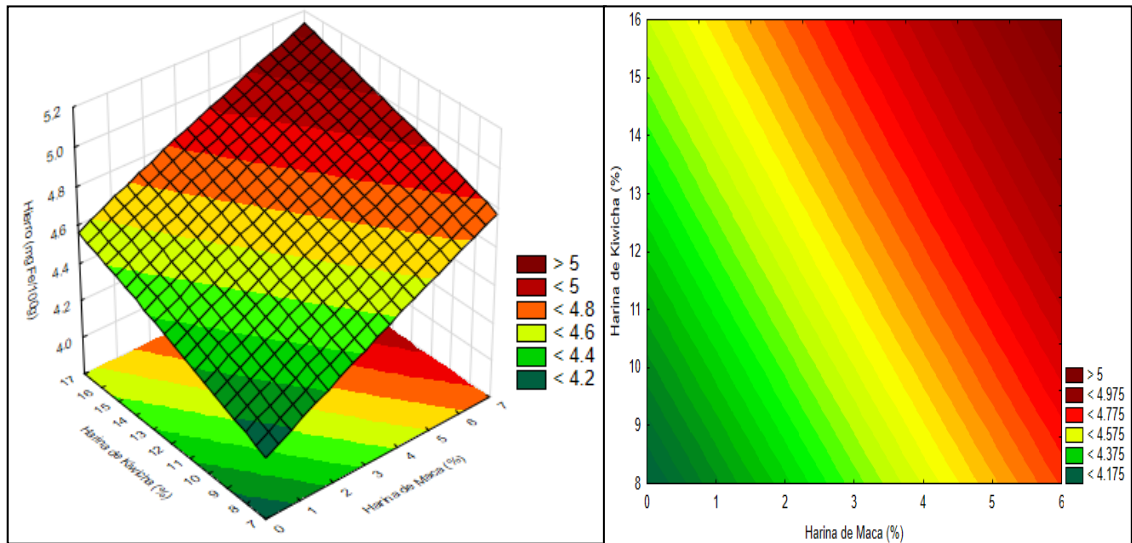


Figura 17: Superficies de respuesta y grafico de contorno para el contenido de hierro de las galletas

La figura 18 muestra la gráfica de la superficie de respuesta para la variable contenido de hierro, podemos apreciar que conforme se sustituye la cantidad de harina de trigo por harina de kiwicha y maca se incremente el contenido de hierro presente en las galletas obtenidas; además se aprecia en el gráfico de contorno que en la regiones de las variables harina de kiwicha (15 a 16%) y harina de maca (5 a 6%) presentan los valores más altos en cuanto al contenido de hierro de las galletas obtenidas.

4.5. EVALUACIÓN DE CONTENIDO DE CALCIO DE LAS GALLETAS

En la tabla 21 se aprecia los resultados para la variable contenido de calcio, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 21: Valores del contenido de Calcio de las galletas

Formulaciones	Harina de Maca	Harina de Kiwicha	Harina de Maca (%)	Harina de Kiwicha (%)	Calcio (mgCa/100g)
1	-1	-1	1	9	58.41
2	1	-1	5	9	66.06
3	-1	1	1	15	68.35
4	1	1	5	15	76.97
5	-1.41	0	0	12	62.98
6	1.41	0	6	12	70.43
7	0	-1.41	3	8	65.92
8	0	1.41	3	16	72.50
9	0	0	3	12	67.20
10	0	0	3	12	69.11
11	0	0	3	12	62.41
Control					47.12

Los resultados obtenidos nos indican que la formulación 4 mostro el valor más alto (76.97 mgCa/100g) en cuanto al contenido de calcio, además se aprecia que cada formulación tiene un valor en cuanto al

contenido de calcio mayor que la formulación de control elaborada con 100% harina de trigo (ver tabla 21).

Los resultados mostrados en la figura 18, nos indica que el termino lineal de la variables harina de kiwicha y harina de maca son significativas ($p < 0.05$), por lo que contribuyen al incremento del contenido de calcio de la galleta.

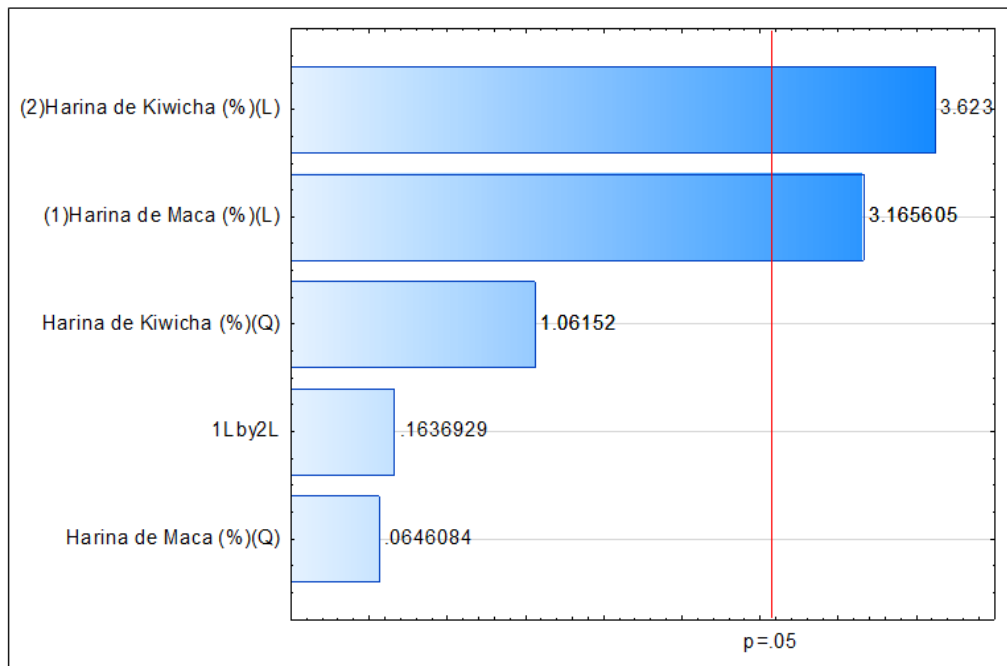


Figura 18: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable contenido de calcio de las galletas

El software nos permite determinar el valor de r^2 para la variables contenido de calcio, para esta variable el valor obtenido es de 82.98%, este valor es importante porque indica que los resultados para cada formulación se ajustan al método de regresión lo cual permite construir una superficie de respuestas.

En el análisis de varianza (ANOVA) se aprecia que el modelo que describe la respuesta de la variable dependiente contenido de calcio en función de las variables independientes estudiadas, en donde el valor $p < 0.05$ (0.0249) para el factor lineal de la harina de maca y el valor $p < 0.05$ (0.0152) del factor lineal de la harina de kiwicha nos indican que ambos factores influyen en el contenido de calcio en cada formulación de las galletas obtenidas (ver tabla 22).

Tabla 22: Análisis de varianza para la respuesta contenido de calcio de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	88.6385	1	88.6385	10.0211	0.0249
X1 (Q)	0.0369	1	0.0369	0.0042	0.9510
X2(L)	116.1449	1	116.1449	13.1308	0.0152
X2 (Q)	9.9670	1	9.9670	1.1268	0.3370
X1*X2	0.2370	1	0.2370	0.0268	0.8764
Error	44.2261	5	8.8452		
Total	259.8132	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x_1 =Harina de Maca, x_2 =Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Tabla 23: Coeficientes de regresión para contenido de calcio las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	70.6829	23.8301	2.9661	0.0313
x₁ (L)	1.0180	3.4627	0.2940	0.7806
x₁ (Q)	0.0183	0.2831	0.0646	0.9510
x₂ (L)	-2.7047	3.7565	-0.7200	0.5038
x₂ (Q)	0.1621	0.1527	1.0615	0.3370
x₁ x₂	0.0406	0.2478	0.1637	0.8764

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

x₁=Harina de Maca, x₂=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriores y con los coeficientes de regresión obtenida en la tabla 23, se elaboró la ecuación 3, que se presenta a continuación:

$$\text{Calcio (mgCa/100g)} = 70.6829 + 1.0180X_1 - 2.7047X_2 + 0.0183X_1^2 + 0.1621X_2^2 + 0.0406X_1X_2 \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

x₁= Harina de maca (%).

x₂= Harina de kiwicha (%).

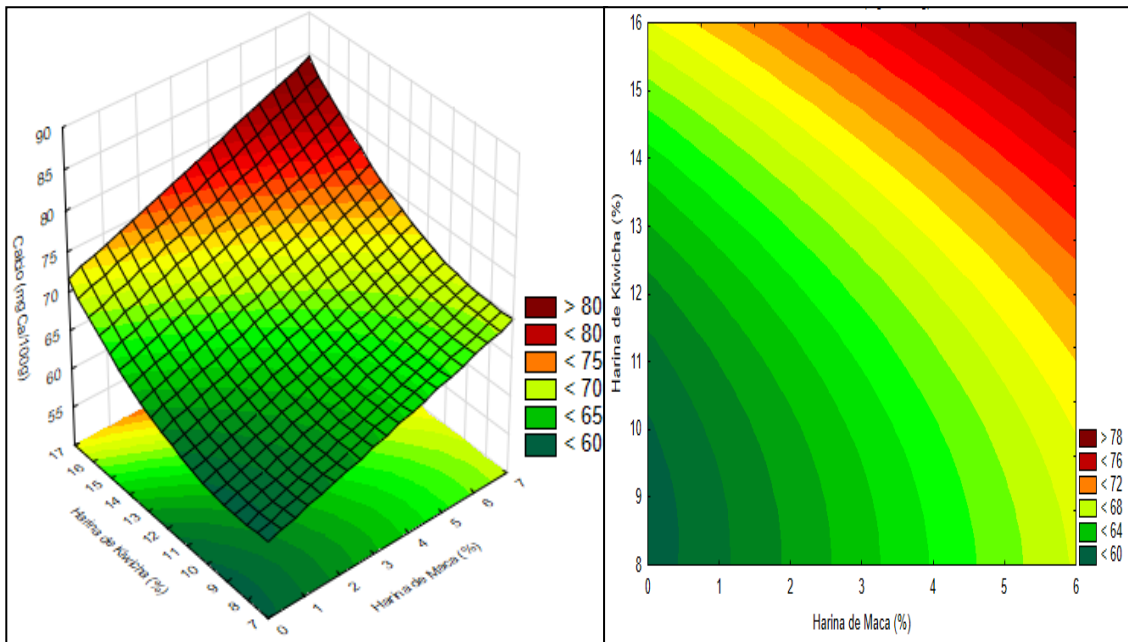


Figura 19: Superficies de respuesta y grafico de contorno para el contenido de calcio de las galletas

La figura 19 muestra la gráfica de la superficie de respuesta para la variable contenido de calcio, podemos apreciar que conforme se sustituye la cantidad de harina de trigo por harina de kiwicha y maca se incrementa el contenido de hierro presente en las galletas obtenidas; además se aprecia en el gráfico de contorno que en la regiones de las variables harina de kiwicha (15 a 16%) y harina de maca (5 a 6%) presentan los valores más altos en cuanto al contenido de calcio de las galletas obtenidas.

4.6. EVALUACIÓN DE LA DUREZA DE LAS GALLETAS

En la tabla 24 se aprecia los resultados para la variable dureza instrumental, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 24: Valores de la dureza de las galletas

Formulaciones	Harina de Maca	Harina de Kiwicha	Harina de Maca (%)	Harina de Kiwicha (%)	Dureza (mJ)
1	-1	-1	1	9	76.18
2	1	-1	5	9	102.66
3	-1	1	1	15	78.98
4	1	1	5	15	104.41
5	-1.41	0	0	12	79.45
6	1.41	0	6	12	77.60
7	0	-1.41	3	8	59.12
8	0	1.41	3	16	87.56
9	0	0	3	12	117.97
10	0	0	3	12	104.61
11	0	0	3	12	108.56
Control					60.62

Los resultados obtenidos nos indican que la formulación 9 mostro el valor más alto (117.97 mJ) en cuanto a la dureza instrumental (ver tabla 24).

Los resultados mostrados en la figura 20 y tabla 25, nos indica que no hubo un efecto significativos por parte de las variables harina de kiwicha y harina de maca ($p < 0.05$) para la variable dureza instrumental; además el software nos permite determinar el valor de r^2 para la variables en estudio, para esta variable el valor obtenido es de 65.74%, este resultado nos indica que no es posible considerar el modelo matemático y la superficie de respuesta para la variable dureza instrumental, por presentar un valor inferior al 70%.

Tabla 25: Análisis de varianza para la respuesta dureza instrumental de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	284.029	1	284.029	1.2790	0.3094
X1 (Q)	860.938	1	860.938	3.8769	0.1061
X2(L)	238.725	1	238.725	1.0750	0.3473
X2 (Q)	1208.465	1	1208.465	5.4418	0.0670
X1*X2	0.276	1	0.276	0.0012	0.9733
Error	1110.358	5	222.072		
Total	3240.611	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x_1 =Harina de Maca, x_2 =Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

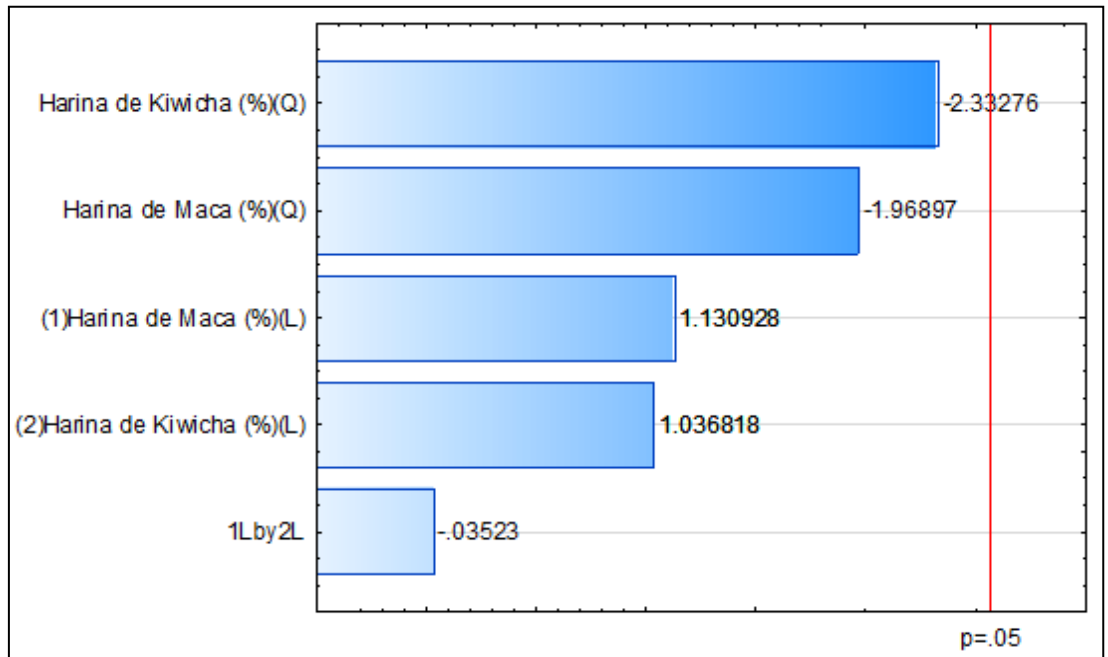


Figura 20: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable dureza instrumental de las galletas

4.7. EVALUACIÓN SENSORIAL DE COLOR DE LAS GALLETAS

En la tabla 26 se aprecia los resultados para la variable color sensorial, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 26: Valores de la evaluación sensorial del color de las galletas

Formulaciones	Harina de Maca	Harina de Kiwicha	Harina de Maca (%)	Harina de Kiwicha (%)	color
1	-1	-1	1	9	6.37
2	1	-1	5	9	7.26
3	-1	1	1	15	7.06
4	1	1	5	15	7.09
5	-1.41	0	0	12	7.51
6	1.41	0	6	12	6.97
7	0	-1.41	3	8	7.40
8	0	1.41	3	16	7.37
9	0	0	3	12	7.71
10	0	0	3	12	7.66
11	0	0	3	12	7.63
Control					7.86

Los resultados obtenidos nos indican que la formulaciones 9, 10 y 11 de los puntos centrales mostraron los valores más altos (7.71, 7.66 y 7.63), sin embargo el valor con la mayor puntuación, en cuanto al

color a nivel sensorial, por parte de los panelistas fue la galleta control elaborada con 100% harina de trigo (ver tabla 26).

Los resultados mostrados en la figura 21 y tabla 27, nos indica que no hubo un efecto significativos por parte de las variables harina de kiwicha y harina de maca ($p < 0.05$) para la variable color sensorial; además el software nos permite determinar el valor de r^2 para la variables en estudio, para esta variable el valor obtenido es de 54.94%, este resultado nos indica que no es posible considerar el modelo matemático y la superficie de respuesta para la variable color sensorial, por presentar un valor inferior al 70%.

Tabla 27: Análisis de varianza para la respuesta color sensorial de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	0.0012	1	0.0012	0.0087	0.9293
X1 (Q)	0.4749	1	0.4749	3.5175	0.1196
X2(L)	0.0300	1	0.0300	0.2218	0.6575
X2 (Q)	0.3588	1	0.3588	2.6523	0.1643
X1*X2	0.1837	1	0.1837	1.3577	0.2965
Error	0.6764	5	0.1353		
Total	1.5384	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x_1 =Harina de Maca, x_2 =Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

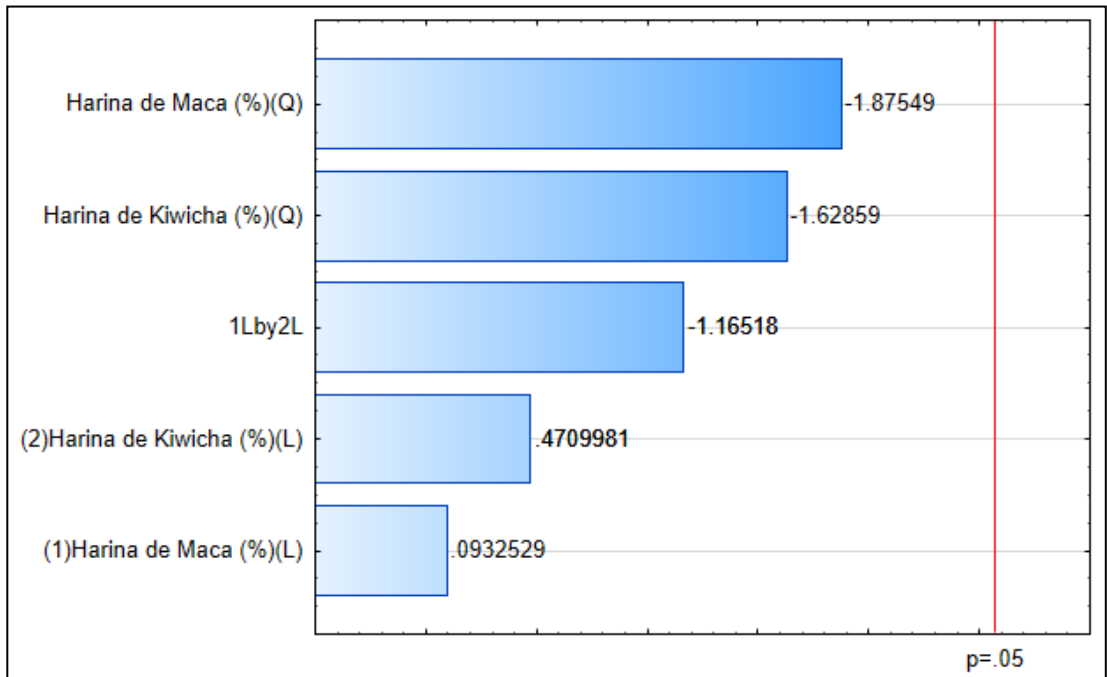


Figura 21: Gráfico de Pareto para los efectos de la variable color sensorial de las galletas

4.8. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL SABOR DE LAS GALLETAS

En la tabla 28 se aprecia los resultados para la variable sabor sensorial, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 28: Valores de evaluación sensorial del sabor de las galletas

Formulaciones	Harina de	Harina de	Harina de	Harina de	Sabor
	Maca	Kiwicha	Maca (%)	Kiwicha (%)	
1	-1	-1	1	9	7.00
2	1	-1	5	9	6.74
3	-1	1	1	15	7.71
4	1	1	5	15	7.34
5	-1.41	0	0	12	7.80
6	1.41	0	6	12	6.74
7	0	-1.41	3	8	7.40
8	0	1.41	3	16	7.80
9	0	0	3	12	8.11
10	0	0	3	12	8.03
11	0	0	3	12	8.09
Control					8.00

Los resultados obtenidos nos indican que la formulaciones 9, 10 y 11 de los puntos centrales mostraron los valores más altos (8.11, 8.03 y 8.09), estos valores en cuanto al sabor a nivel sensorial, obtuvo una puntuación similar, en la calificación de los panelistas, a la galleta control elaborada con 100% harina de trigo (ver tabla 28).

Los resultados mostrados en la figura 22, nos indica que los términos lineales y cuadráticos de las variables harina de kiwicha y maca son significativas ($p < 0.05$), destacando con un nivel de significancia más alto el término cuadrático de la variable harina de maca, por lo que estos factores influyen en la calificación obtenida para cada formulación la galleta, por parte de los panelistas.

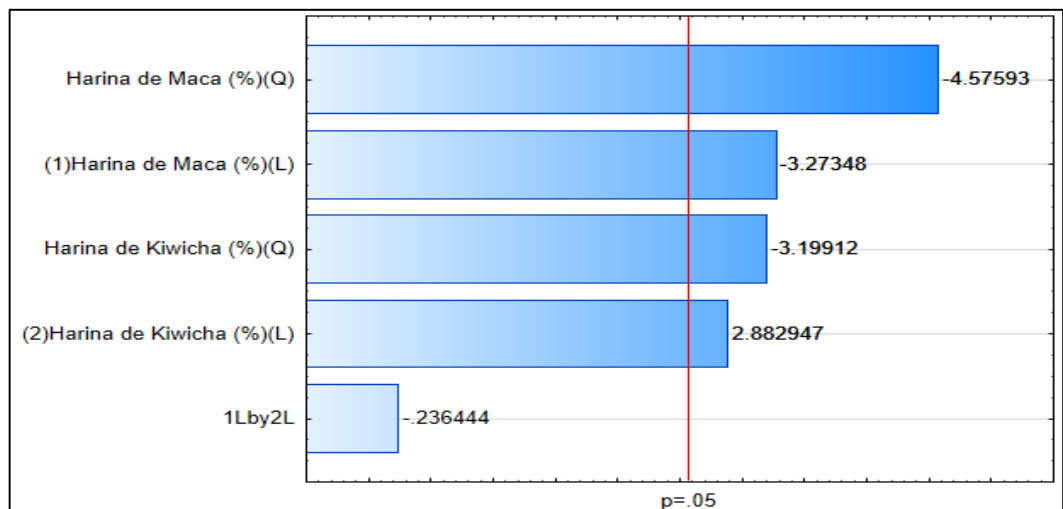


Figura 22: Probabilidad de significancia para la evaluación sensorial del sabor de las galletas

El software nos permite determinar el valor de r^2 para las variables sabor a nivel sensorial, para esta variable el valor obtenido es de 89.75%, este valor es importante porque indica que los resultados para cada formulación se ajustan al método de regresión lo cual permite construir una superficie de respuestas.

En el análisis de varianza (ANOVA) se aprecia que el modelo que describe la respuesta de la variable dependiente sabor a nivel sensorial en función de las variables independientes estudiadas, en donde se observa que los factores lineales de las variables

independientes, para el caso de la harina de maca tiene un valor un valor $p < 0.05$ (0.0221) y para la harina de kiwicha tiene un valor un valor $p < 0.05$ (0.0345) lo cual indica que tiene un efecto significativo en el modelo experimental; además se observa que los factores cuadráticos de las variables independientes, para el caso de la harina de maca tiene un valor un valor $p < 0.05$ (0.0060) y para la harina de kiwicha tiene un valor un valor $p < 0.05$ (0.0240) lo cual indica que tiene un efecto significativo, nos indican que estos factores influyen en el sabor a nivel sensorial en cada formulación de las galletas obtenidas (ver tabla 29).

Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta para evaluación sensorial del sabor de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	0.5798	1	0.5798	10.7157	0.0221
X1 (Q)	1.1330	1	1.1330	20.9391	0.0060
X2(L)	0.4497	1	0.4497	8.3114	0.0345
X2 (Q)	0.5538	1	0.5538	10.2344	0.0240
X1*X2	0.0030	1	0.0030	0.0559	0.8225
Error	0.2705	5	0.0541		
Total	2.6386	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x1=Harina de Maca, x2=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático

Tabla 30: Coeficientes de regresión para evaluación sensorial del sabor de las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	0.9088	1.8638	0.4876	0.6465
x₁ (L)	0.5323	0.2708	1.9655	0.1065
x₁ (Q)	-0.1013	0.0221	-4.5759	0.0060
x₂ (L)	1.0120	0.2938	3.4443	0.0183
x₂ (Q)	-0.0382	0.0119	-3.1991	0.0240
x₁ x₂	-0.0046	0.0194	-0.2364	0.8225

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

x₁=Harina de Maca, x₂=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriores y con los coeficientes de regresión obtenida en la tabla 30, se elaboró la ecuación 4, que se presenta a continuación:

$$\text{Sabor} = 0.9088 + 0.5323X_1 + 1.0120X_2 - 0.1013X_1^2 - 0.0382X_2^2 - 0.0046X_1X_2 \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

- x₁ = Harina de maca (%)
- x₂ = Harina de kiwicha (%)

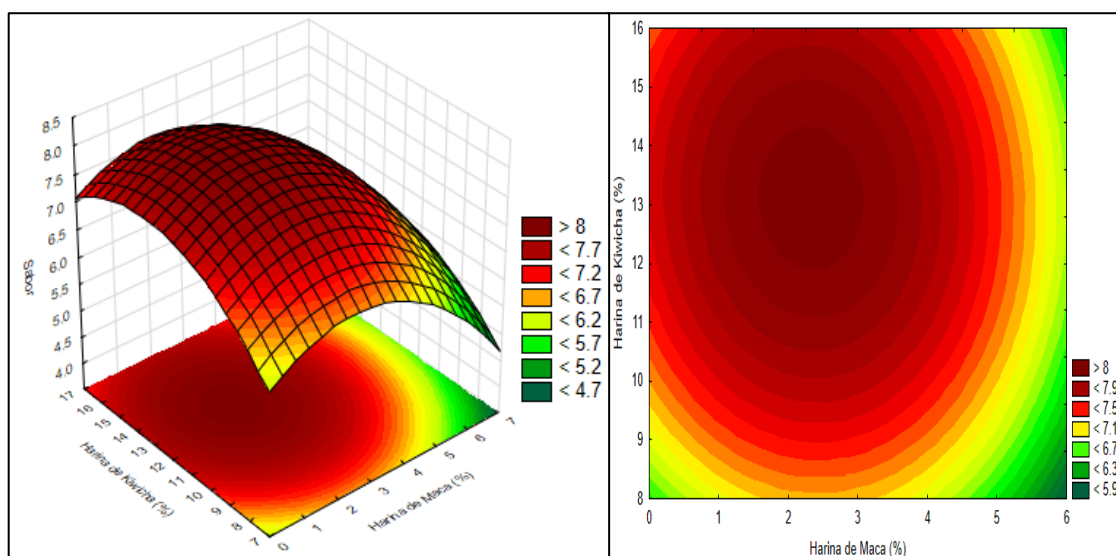


Figura 23: Superficies de respuesta y gráfico de contorno para la evaluación del sabor de las galletas

La figura 23 muestra la gráfica de la superficie de respuesta para la variable sabor sensorial, podemos apreciar que conforme se sustituye la cantidad de harina de trigo por harina de kiwicha y maca se incrementa el contenido la puntuación en cuanto al sabor, alcanzando una puntuación máxima en las formulaciones de los puntos centrales del diseño experimental planteado para las galletas elaboradas; en el gráfico de contorno podemos apreciar que en la regiones de las variables harina de kiwicha (12 a 14%) y harina de maca (2 a 3%) presentan los valores más altos en cuanto al sabor sensorial de las galletas obtenidas.

4.9. EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA TEXTURA DE LAS GALLETAS

En la tabla 31 se aprecia los resultados para la variable textura a nivel sensorial, los cuales se obtuvieron para cada una de las formulaciones generadas del diseño compuesto central rotacional.

Tabla 31: Valores de evaluación sensorial de textura de las galletas

Formulaciones	Harina de	Harina de	Harina de	Harina de	Textura
	Maca	Kiwicha	Maca (%)	Kiwicha (%)	
1	-1	-1	1	9	6.51
2	1	-1	5	9	6.86
3	-1	1	1	15	7.51
4	1	1	5	15	7.34
5	-1.41	0	0	12	7.20
6	1.41	0	6	12	6.60
7	0	-1.41	3	8	7.71
8	0	1.41	3	16	7.83
9	0	0	3	12	7.71
10	0	0	3	12	7.86
11	0	0	3	12	7.94
Control					7.69

Los resultados obtenidos nos indican que la formulaciones 9, 10 y 11 de los puntos centrales mostraron los valores más altos (7.71, 7.86 y 7.94), estos valores en cuanto a la textura a nivel sensorial (ver tabla 31).

Los resultados mostrados en la figura 24, nos indica que el cuadráticos de las variables harina de maca es significativo ($p < 0.05$), por lo que este factor influye en la calificación obtenida para cada formulación la galleta, por parte de los panelistas.

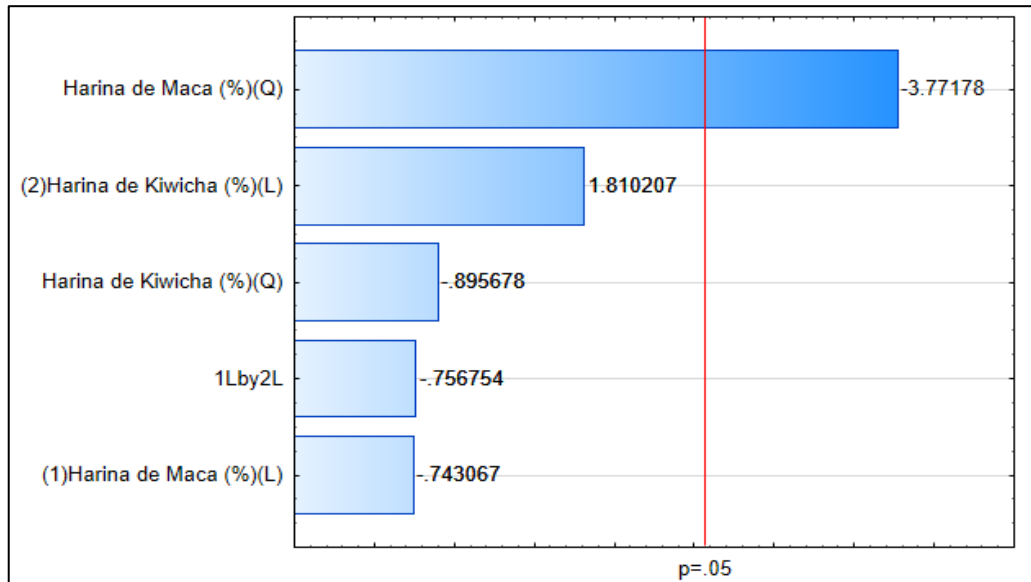


Figura 24: Probabilidad de significancia para la evaluación sensorial de la textura de las galletas

El software nos permite determinar el valor de r^2 para la variable textura sensorial, para esta variable el valor obtenido es de 78.89%, este valor es importante porque indica que los resultados para cada formulación se ajustan al método de regresión lo cual permite construir una superficie de respuestas.

En el análisis de varianza (ANOVA) se aprecia que el modelo que describe la respuesta de la variable dependiente textura a nivel sensorial en función de las variables independientes estudiadas, en donde se observa que el factor cuadrático de la variable independiente harina de maca tiene un valor un valor $p < 0.05$

(0.0130), nos indican que estos factores influyen en la textura a nivel sensorial en cada formulación de las galletas obtenidas (ver tabla 32).

Tabla 32: Análisis de varianza para la respuesta para evaluación sensorial de la textura de las galletas

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
X1 (L)	0.0627	1	0.0627	0.5521	0.4909
X1 (Q)	1.6153	1	1.6153	14.2264	0.0130
X2(L)	0.3721	1	0.3721	3.2768	0.1300
X2 (Q)	0.0911	1	0.0911	0.8022	0.4115
X1*X2	0.0650	1	0.0650	0.5727	0.4833
Error	0.5677	5	0.1135		
Total	2.6888	10			

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$).

x1=Harina de Maca, x2=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático

Tabla 33: Coeficientes de regresión para evaluación sensorial de la textura de las galletas

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	2.9977	2.7000	1.1103	0.3174
x₁ (L)	0.9379	0.3923	2.3907	0.0623
x₁ (Q)	-0.1210	0.0321	-3.7718	0.0130
x₂ (L)	0.5096	0.4256	1.1973	0.2848
x₂ (Q)	-0.0155	0.0173	-0.8957	0.4115
x₁ x₂	-0.0212	0.0281	-0.7568	0.4833

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05).

x₁=Harina de Maca, x₂=Harina de kiwicha, L=término lineal, Q=término cuadrático.

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis anteriores y con los coeficientes de regresión obtenida en la tabla 33, se elaboró la ecuación 5, que se presenta a continuación:

$$\text{Textura} = 2.9977 + 0.9379X_1 + 0.5096X_2 - 0.1210X_1^2 - 0.0155X_2^2 - 0.0212X_1X_2 \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

- x₁= Harina de maca (%)
- x₂= Harina de kiwicha (%)

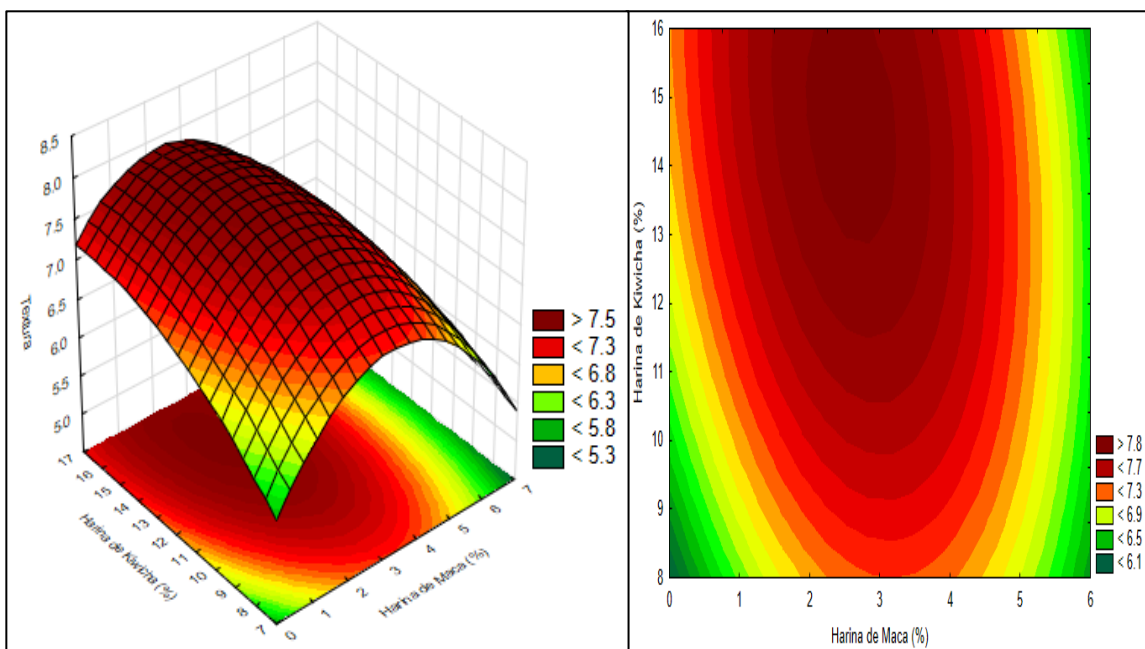


Figura 25: Superficies de respuesta y grafico de contorno para la evaluación de la textura

La figura 25 muestra la gráfica de la superficie de respuesta para la variable textura sensorial, podemos apreciar que conforme se sustituye la cantidad de harina de trigo por harina de kiwicha y maca se incrementa el contenido la puntuación en cuanto a la textura sensorial, alcanzando una puntuación máxima en los valores cercanos a los puntos centrales del diseño experimental planteado para las galletas elaboradas; en el gráfico de contorno podemos apreciar que en la regiones de las variables harina de kiwicha (13 a 16%) y harina de maca (2 a 3%) presentan los valores más altos en cuanto a la textura sensorial de las galletas obtenidas.

4.10.DETERMINACIÓN DE LA GALLETA CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FISICOQUÍMICAS

De acuerdo a las conclusiones del análisis de calidad proteica, contenido de hierro, contenido de calcio, evaluación sensorial del sabor y evaluación sensorial de la textura, podemos decir que mientras mayor sea el porcentaje de harina de kiwicha y harina de maca en la formulación de las galletas se obtendrá un mayor valor para el porcentaje de contenido de calcio, calidad proteica, contenido de hierro, pero el valor de evaluación sensorial para el sabor y la textura disminuye. En lo que respecta al análisis sensorial para el sabor se aprecia que los valores más altos se concentran en los puntos centrales. Los valores del análisis sensorial de la textura van aumentando conforme se sustituye la harina de trigo por harina de kiwicha sin embargo al adicionarle valores superiores a 15% disminuye la aceptación sensorial de sabor.

Para poder obtener una galleta óptima se utilizó el software Statistica 8.0, que nos permite obtener una formulación óptima integrando las variables estudiadas, como se aprecia en la tabla 34 y la figura 26.

Tabla 34: Mezcla óptima de harinas para formulación de galletas

Componentes	%
Harina de Trigo	81
Harina de Kiwicha	16
Harina de Maca	3

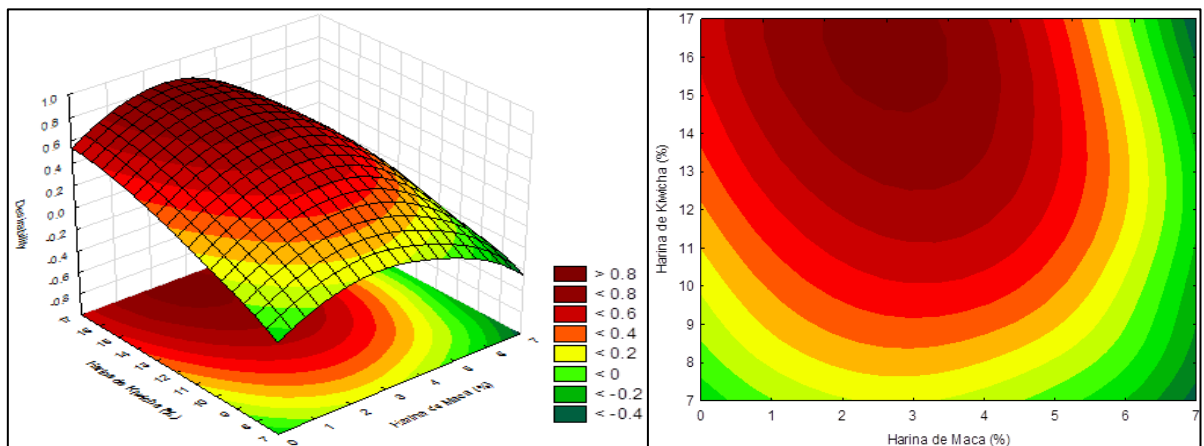


Figura 26: Superficies de respuesta y grafico de contorno de las galletas para obtener la formulación con las mejores características fisicoquímicas y sensoriales

4.11. CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LA GALLETA OPTIMA

La tabla 35 muestra las características nutricionales de las galletas elaboradas.

Tabla 35: Composición porcentual (%) de la galleta control y la galleta óptima

Componentes	Galleta Control	Galleta Optima
Humedad (%)	3.31 ± 0.22	3.44 ± 0.13
Proteína (%)	7.62 ± 0.12	8.06 ± 0.09
Grasa (%)	20.63 ± 2.13	21.97 ± 2.79
Cenizas (%)	1.56 ± 0.26	1.97 ± 0.18
Carbohidratos (%)	66.88	64.63
Calcio (mg)	50.67 ± 3.55	77.21 ± 4.23
Hierro (mg)	3.93 ± 0.12	4.91 ± 0.17

*Media de 3 repeticiones ± SD.

La humedad representa un factor importante en los productos como las galletas elaboradas en la presente investigación, tanto la óptima como en la control (ver tabla 35), cumple con las normas técnicas de galletas y pastelería, NTP 206.011,1981 (Revisada el 2011) y RM N° 1020-2010/MINSA, que establecen que la cenizas totales máxima permitidos para las galletas es de 12 %.

Así mismo se aprecia en la tabla 35 que el porcentaje de proteínas observados en la galleta óptima es mayor que en la galleta control (ver tabla 35) esto se debe a la utilización de las harinas integrales de kiwicha y maca, estas harinas tienen un valor de proteína superior a la harina de trigo, esto debido a que las harinas sustituyentes contiene mayor contenido de proteínas que la harina de trigo (Reyes et al., 2017; Guijarro, 2011), además de aportar en un incremento de la cantidad de proteína en la galleta elaborada, permite complementar los aminoácidos presentes en la harina de trigo y maca, debido a que la harina kiwicha posee un elevado contenido del aminoácido Lisina, lo que permite no solo tener mejor la galleta elaborada en cantidad de proteína, también mejora la calidad de la proteína del producto (FAO, 2017).

El porcentaje de cenizas observados en la galleta óptima es mayor que en la galleta control (ver tabla 35) esto se debe a la utilización de las harinas integrales de kiwicha y maca, estas harinas tienen un valor de ceniza superior a la harina de trigo (Bhaduri, 2013); siendo el valor de la galleta control 1.27% y para la galleta óptima 1.97% de

ceniza, según Díaz et al.(2013), para sustituciones de 4%-20% harina de kiwicha reportó valores de 1.87%- 6.82% de ceniza, por lo que concluye que la kiwicha tiene un influencia significativa en la cantidad de ceniza obtenida en la galletas elaboradas; mientras que Criollo y Fajardo (2010), obtuvieron valores de 1.113% ceniza para una galleta con 100% de harina de trigo y para sustituciones de 15%-35% de harina de kiwicha obtuvieron valores de 1.527%-1.792% de ceniza, aun que muestran una variación en el contenido de ceniza con respecto a los resultado obtenido en nuestra investigación esto se debe a que criollo y Fajardo (2010) usaron diferente formulación y otra variedad de kiwicha (*Amaranthus hybridus*). Cabe destacar que el porcentaje de ceniza de las galletas elaboradas, tanto la óptima como en la galleta control, cumple con las normas técnicas de galletas y pastelería, NTP 206.011,1981 (Revisada el 2011) y RM N° 1020-2010/MINSA, que establecen que el contenido de ceniza total máxima permitida para las galletas es de 3 %.

Respecto al contenido de grasa de la galleta obtenida se aprecia que tanto la galleta optima y la galleta control tiene un importante contenido de grasa de 21.97% y 20.63% respectivamente, ver tabla 35, esto influye en la expansión y maleabilidad de la masa durante el proceso de elaboración, lo cual permite obtener un producto de mejor calidad y con una textura a nivel sensorial (Villagómez et al., 2016), además la grasa realiza la función de aglutinante dentro de la

masa otorgándole textura esto permite obtener una galleta menos dura (Villagómez et al., 2016), mas fragmentadle, con tendencia a desmoronarse al masticar y que el producto sea menos áspero en la boca (Sudha, et al. 2007; Villagómez et al., 2016).

En cuanto al contenido de carbohidratos en la tabla, la tabla 35 se aprecia que para la galleta optima el valor obtenido fue de 68.63% en comparación con la galleta control fue de 71.76%. Las harinas son alimentos ricos en carbohidratos cuya función principal es proporcionar la energía que necesita el organismo para su función y para que pueda llevar a cabo todas las actividades diarias, siendo su aporte alrededor del 55% del total de las calorías que una persona debe consumir (Zulueta, 2004), para niños la distribución calórica debe ser de un 50-55% proporcionada por los carbohidratos (Peña et al., 2010).

Con respecto al contenido de micronutrientes como el hierro, para la galleta óptima se obtuvo 4.91mg (tabla 35) siendo este valor mayor a los de la galleta control que reporto valores de 3.93mg, esto se debe al mayor contenido de calcio contenido en las harinas de trigo y maca, respecto a la harina de trigo. La cantidad de hierro alimenticio que se necesita diariamente hay que sumar el que se pierde normalmente (1 mg diario); el cual es sumamente necesario para mantener niveles normales de hemoglobina y el requerido para incrementar la masa hemoglobínica total, que es paralela con el crecimiento, cuanto más crece un niño más hierro necesita; si no se

le suministra, cae fácilmente en anemia (Plata et al., 2002); según Peña et al. (2010) los requerimientos de micronutrientes para un normal desarrollo de los niños en edades escolares es hierro de 10-8 mg/día según la edad (4-8 y 9-13 años, respectivamente); además cabe destacar que según lo establece la ley N° 28314 en el Perú la harina de trigo comercializada debe ser fortalecida de manera obligatoria y no debe tener menos de 55 mg/kg de hierro, esta disposición de la ley influencio en los resultados en cuanto al resultado de contenido de hierro de la galleta optima respecto a la galleta control.

Con respecto al contenido Calcio, para la galleta óptima se obtuvo 77.21mg (tabla 35) siendo este valor mayor a los de la galleta control que reporto valores de 50.67mg, esto se debe al mayor contenido de calcio contenido en las harinas de trigo y maca, respecto a la harina de trigo. El calcio es el mineral más abundante en el organismo, su metabolismo va unido al de la vitamina D y es necesario para la calcificación ósea de los niños (Frontera et al., 2013), según Peña et al. (2010) los requerimientos de micronutrientes para un desarrollo normal de los niños en edades escolares es Calcio de 800-1300 mg/día según la edad 4-8 y 9-13 años, respectivamente.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la galleta con la mejores características fisicoquímicas y sensoriales, determinado a través del Diseño Compuesto Central rotacional 2^2 fue la galleta elaborada con una sustitución parcial de 3% harina de maca y 16% harina de kiwicha, esta galleta optima cuenta con la mejor calidad proteica de 8.00%, además de obtener un cómputo químico de aminoácidos limitante para la para la Lisina del 83% y manteniéndose por encima del 100% para los demás aminoácidos esenciales; cuenta con una dureza de 87.56mJ. Además cuenta con una buena aceptabilidad a nivel sensorial con una puntuación de 7.8 para el sabor, 7.83 para la textura y 7.37 para el color, para una escala hedónica de 9 puntos.
- La composición químico proximal de la galleta optima fue de 3.44% Humedad, 8.00% Proteínas y 1.97% Cenizas; y de la galleta Control fue de 3.31% Humedad, 7.62% Proteínas y 1.56% Cenizas.
- La composición de micronutrientes de la galleta óptima fue superior con valores de 4.91mg de Hierro, 77.21mg Calcio; y de la galleta control fue de 3.93mg de Hierro, 50.67mg Calcio.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar trabajo de investigación sobre fortalecimiento de galletas con harinas que provengan de productos diferentes a las legumbres y cereales, como la harina de pescado muy abundante en nuestra ciudad y con un gran valor nutricional.
- Realizar estudios adicionando antioxidantes naturales que prolonguen el tiempo de vida útil de los productos de panificación.
- Realizar trabajo de investigación referente a digestibilidad de micronutrientes como calcio y hierro provenientes de la kiwicha y maca.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera R. Ingeniería Gastronómica. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile. 2011.
2. Aguirre E, Rodríguez G. "Industria de cereales y panificación". Chimbote: Universidad Nacional del Santa. 1997.
3. Álvarez S, Berra N, Enríquez C, Parra J. "Monografía de la harina de trigo". México, 2004.
4. Amat, León. "Alimentación en el Perú". Lima: Centro de Investigación de la Universidad Particular del Pacífico. 1990.
5. Anzaldúa, Morales. "La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica". Primera edición. Zaragoza: Editorial Acribia.1994.
6. ASEMAC. Manual de Calidad de Panadería, Bollería y Pastelería. Madrid: Asociación Española de la Industria de Panadería, Bollería y Pastelería. 2012.
7. Bello, M & Villarán, V. Educación, reformas y equidad en los países de los andes y cono sur: dos escenarios en el Perú. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación-UNESCO. Buenos Aires: UNESCO. 2004.
8. Berg, A. Malnutrition. What can be done? Lessons from the World Bank experience. EE.UU: Johns Hopkins University Press. 1987.

9. Bhat Mudsair, Bhat Anju. Study on Physico-Chemical Characteristics of Pumpkin Blended Cake. J Food Process Technol. 2013.
10. BILBAO, C. Revista Panera: Forma e Informa. N° 5. Lima – Perú. Pg. 24 – 26. 2007.
11. BLOCK, R.J. y MITCHELL, H.H. The correlations of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. Nutrition Abstracts and Reviews. 1946.
12. Bravo Molina, Ortiz Hernández Gabino. Efecto del grado de gelificación de harina de trigo (*triticum acstivum*) sobre sus propiedades fisicoquímicas y de ehaviorión. México. 1999.
13. Brown, J. 1978. Mechanism of iron uptake by plants. Plant, Cell and Environment (1): 249-257.
14. Cabeza Rodríguez. Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. España: Universidad en el Área de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Burgos. 2009.
15. Cabieses, C. Estudio de Mezclas Proteicas Provenientes de Leguminosas y Cereales Cultivados en el Perú. Lima: INDDA. 1996.
16. Calaveras, J. Nuevo Tratado de Panificación y Bollería. 2 Ed. España: AMW Ediciones y Editorial Mundi Prensa Libros. 2004.
17. Calvo, A; Iturrizaga, S; Nystom, J; Salas, R. Fideos Imperial enriquecidos con Kiwicha. Trabajo de Investigación para Seminario

de Agro Negocios. Lima: Facultad de Administración y Contabilidad. Universidad del Pacífico. 2001.

18. Campbell G; Webb C. Cereals Novel uses and processes. Manchester: Satake Centre for Grain Process Engineering University of Manchester Institute of Science and Technology. 1997.
19. Carece Saravia. (2014). La Cantidad y la Calidad. Revista Panadería y Pastelería Peruana. Edición N°160. Pag. 24-25. Lima. 2014
20. Casaverde. Producción y control de calidad de galletas fortificadas y enriquecidas. Informe de prácticas para optar el grado de bachiller en ingeniería agroindustrial. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.2003.
21. Cauvain &Young. Fabricación de pan. Zaragoza: Editorial Acribia.2002
22. Cepeda &Corchuelo. Tecnología de cereales y Oleaginosas. Primera edición. Bogotá: Unisur. 1991.
23. Chasquivol, N; Lengua, L; Delmas, I; Rivera, D; Bazán, D; Aguirre, R; Bravo, L. Alimentos Funcionales o Fitoquímicos. Clasificación e importancia. Departamento de Química Analítica, Facultad de Química e Ingeniería Química. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 2003.
24. Cherbut CH. Fibres alimentaires: deviantl'hypothèse Burkitt. Cah Nutrition Diététique. 1998.

25. Claude Roudot Alain. Reología y Analisis de Textura de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia. 2004.
26. Codex Alimentarius. Norma del codex para la harina de trigo.1985.
27. Collazos, C. La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. 6Ed. Ministerio de salud. Instituto Nacional de Nutrición. Banco Central de Reserva. Lima.1993.
28. Coultate, T.P. FOOD: The Chemistry of its Components, The Royal Society of Chemistry. Zaragoza: Editorial Acribia. 1984.
29. Coultate T. P. Manual de Química y bioquímica de los alimentos. 3 Ed. Zaragoza: Editorial Acribia.2007.
30. Criollo Minchalo, Fajardo Carmona. Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (*amaranthus hybridus*) en la preparación de galletas. Ecuador: Universidad de Cuenca. 2010.
31. De La Llave, A. Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación. Tesis Licenciatura en Ingeniería de Alimentos. México: Universidad de Puebla. 2004.
32. Dendy, D; Dobraszcyk, B. Cereales y Productos derivados. Cap. 8, Pan: un alimento único: p. 225. Cap 9, Productos de confitería: p. 301, p. 305. Zaragoza: Editorial Acribia. 2001.
33. Desrosier N. Elementos de Tecnología de alimentos. Primera edición. México: Editorial Continental. 1994.
34. Díaz L, Acevedo P, García A. Evaluación Fisicoquímica De Galletas Con Inclusión De Harina De Bledo (*Amaranthus dubius*

- Mart*). Venezuela: Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarad”.
2013
35. Dostert, Roque, Cano, La Torre y Weigend. Desarrollo de monografías botánicas (factsheets) para cinco cultivos peruanos Hojas Botánicas: Maca – *Lepidum meyenii* Walp. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2009
 36. Escobar A., Estévez A., Vásquez D., Castillo V., Araya A. Aporte Calórico – Proteico de barras tipo snack, Elaborados con Cereales y Maní. Alimentos N° 3. Volumen 17. Santiago.1992.
 37. Espinoza, A. Evaluación sensorial de los alimentos. 1 Ed. Tacna. 2003.
 38. FAO. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N° 29 ONU. Roma. 2000.
 39. Fennema, Owen R. Química de los Alimentos. 2 Ed. Zaragoza: Editorial Acribia. (1996).
 40. Frontera Izquierdo, Cabezuelo Huerta. Cómo alimentar a los niños: Guía para padres. Barcelona: Editorial Amat. 2013.
 41. Guijarro Loiza D. Proyecto de factibilidad para la producción y exportación de raíz de maca al mercado chino. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2011.
 42. Heiss J. Principio del envasado de alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia. 1978.
 43. Herrera, Faching. Contenido de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en el Perú. Anexo 2. En: Composición de

- Alimentos de mayor consumo en el Perú. Lima: MSP. Instituto Nacional de Nutrición.1989.
44. Hosney. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Zaragoza: Editorial Acribia.1991.
 45. INDECOPI. Norma Técnica Peruana 205.040. Harinas sucedáneas de la harina de trigo. 1976.
 46. INDECOPI. Norma Técnica Peruana 205.045. Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial. 1986.
 47. INDECOPI. Norma Técnica Peruana 205.054. Definición, Clasificación y Requisitos del grano de Kiwicha para comercialización y/o transformación. 1987.
 48. INDECOPI. Norma Técnica Peruana 205.054. Definición, Clasificación y Requisitos del grano de Kiwicha para comercialización y/o transformación. 1987.
 49. INDECOPI. NORMA Técnica Peruana 206.001. Galletas-Requisitos. 1992.
 50. INDECOPI. NORMA Técnica Peruana ISO 8402. Definición de calidad y Control de Calidad. 1994.
 51. INEI. Encuesta Nacional de Hogares sobre condiciones de vida y pobreza. IV trimestre 2001, Informe Técnico N° 2. Lima: INEI. 2002.
 52. INEI. Encuesta Nacional de Salud ENDES 2000. Lima: Instituto Nacional de Estadística. 2000.
 53. INEI. Encuesta Demográfica y de Salud Familiar-ENDES 2014. Lima: Instituto Nacional de Estadística. 2015.

54. Jacobsen, Sherwood. Cultivo de granos Andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Centro Internacional de la Papa (CIP), Catholic Relief Services (CRS). Ecuador. 2002.
55. Kent M. Tecnología de Cereales. Zaragoza: Editorial Acribia. 1971.
56. Kirk, Sawyer, Egan. Composición y análisis de alimentos de Pearson, 2Ed; México: Compañía editorial continental.1996.
57. Larmond, E. Métodos de Laboratorio para la evaluación sensorial de alimentos. Canadá: Editorial Ottawa. 1997.
58. Lavado N, Mandujano M. Elaboración de galletas enriquecidas a partir de harinas de: Trigo (*Triticum sp.*), Kiwicha (*Amarantus caudatus*), Frijol de palo (*Cajanus cajan*); y Camote (*Ipomea batatas L.*), para desayuno de niños en edad escolar. Chimbote. 2006.
59. Loayza C. Molienda selectiva en seco de leguminosas para la obtención de fracciones ricas en Proteínas. Lima: INDDA. 1978.
60. Lusenka Porres H.J.A, Tesis, Procesamiento y Exportación de Productos Orgánicos: Maca en polvo Hacia Mercados Latinoamericanos, 2008
61. Maache R, Bouvier, Alla, Patras. Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. Journal of Food Engineering. 1989.

62. Mackey, Flores, Sosa. Evaluación sensorial de los alimentos. Fundación CIEPE. Caracas. 1984.
63. Manley, Duncan J.R. Tecnología de la Industria Galletera: galletas, crackers y otros horneados. Zaragoza: Editorial Acribia. (1989).
64. Matckovich, C. Elaboración de Panetón. Informe de Prácticas para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. E. A. P. de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote - Perú. 2009.
65. Mesas & Alegre. El pan y su proceso de elaboración- Ciencia y Tecnología alimentaria. Diciembre- año/vol. 3, Número 005. Sociedad mexicana de Nutrición y Tecnología de alimentos. México. 2002.
66. Mijan, Salomón. Trigos Argentinos de Calidad. Argentina. 2007.
67. MINAG. Oficina de Información Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima. 2008.
68. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Norma N° 398. Secretaria de Vigilância Sanitária del Ministerio de Salud de Brasil. Brasil. 1999.
69. Minolta. Precise color communication. Manual de colorímetros. 1993.
70. MINSA. Aprueban “Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y

Pastelería". RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 1020-2010/MINSA.
Lima: Diario Oficial El Peruano. 2010.

71. Morales Millán, María Teresa. Grasas y aceites alimentarios: Toxicología alimentaria. España: Ediciones Díaz de Santos. 2012.
72. NTP 205.038: 1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas. Lima: INDECOPI.
73. Norma Técnica Peruana 206.001:1981 (Revisada el 2011): GALLETAS. Requisitos. Lima: INDECOPI.
74. Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011): Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de Humedad. Lima: INDECOPI.
75. Norma Técnica Peruana 206.012:1981 (Revisada el 2011): Bizcochos, Pastas y Fideos. Determinación del contenido de cenizas. Lima: INDECOPI.
76. Norma Técnica Peruana 206.013:1981 (Revisada el 2011): Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de la Acidez. Lima: INDECOPI.
77. Ortolan, F. Genótipos De Trigo Do Paraná – Safra 2004: Caracterização E Fatores Relacionados À Alteração De Cor De Farinha. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
78. Payano R, Nithza; Payano R, Nancy. Determinación de aceptabilidad y digestibilidad de la galleta de trigo con sustitución

- parcial de de harina sucedánea de maca (*Lepidium Peruvianum Chacón*) en la provincia de Junín. Junin: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de ingeniería y ciencias humanas, 2010.
79. Peña Q, Ros M, González S, Rial G. Alimentación del preescolar y escolar. Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición pediátrica. SEGHNPAEP. 2010.
 80. Plata Rueda, Leal Quevedo. El pediatra eficiente. 6 Ed. Bogotá: Editorial Panamericana. 2002.
 81. Potter, Hotchkiss. Ciencia de los Alimentos. España: Editorial Acribia. 1999.
 82. PRONAA. Termino de Referencia No 003-2010-CAMINDESPRONAA/EZ-IQUITOS. Lima: PRONAA. 2010.
 83. Puntual Consultores. Guía marco de prácticas correctas en el sector de fabricación de galletas orientaciones para la aplicación de la legislación en higiene y seguridad alimentaria, la implementación de sistemas de autocontrol y la creación de instrumentos de información. Asociación de Profesional de Fabricantes de Galletas de España. España. 2009.
 84. Quaglia. Ciencia y tecnología de la panificación. 2 Ed. Zaragoza: Reyes M. Métodos afectivos – pruebas con consumidores. Guatemala, RIEPSA (Red Iberoamericana de Evaluación de Propiedades Sensoriales de los Alimentos). 1996.

85. Quiroz, C. F., A. Epperson, L. Hu y M. Holle. Physiological and cytological characterization of maca, *Lepidium meyenii* Walp. *Econ. Bot.* 50:216-223. 1996.
86. Reyes Morales, Hermila. Métodos afectivos – pruebas con consumidores. Guatemala: Red Iberoamericana de Evaluación de Propiedades Sensoriales de los Alimentos. 1996.
87. Rodríguez, L. Elaboración de pan de molde enriquecido con Harina de Plátano. Informe de prácticas Pre profesionales para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Chimbote. 2011.
88. Rosell, J. B. Classical Analysis of Oils and Fats. Chapter 1. En *Analysis of Oils and Fats*. R. J. Hamilton y J. B. Rosell (Eds.). Elsevier Applied Science, New York. 1986.
89. Saunders, E; Wan N, Noor A. Physico-Chemical and Sensory Evaluation of Breads Supplemented with Pumpkin Flour. Food Technology Division, School of Industrial Technology, University Sains Malaysia. 2007.
90. Scade J & García J. CEREALES. España: Editorial ACRIBIA. 1981.
91. Smith, W. Biscuits Crackers and Manayend. Vol 1 y 2. London Applied science, 1972.
92. Soriano del Castillo, J. M. Nutrición básica humana. España: Editorial Universidad de Valencia. 2006.

93. Sosa, Mirian P. Optimización de la aceptabilidad sensorial y global de productos elaborados con amaranto destinados a programas sociales nutricionales. Universidad Nacional de la Plata. 2011.
94. Sudha, Vetrimani, Leelavathi. Influence of Fibre from Different Cereals on the Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough and on Biscuit Quality. Food Chemistry 100. 2007.
95. Tabla Peruana de Composición de Alimentos. 2013.
96. Ticas, José María. Las mezclas alimenticias de alto valor nutritivo y bajo costo en la lucha contra la desnutrición proteino-calórica. Trujillo: Primeras Jornadas Peruanas sobre la Salud del Niño. 1978.
97. Torres García. Estudio de pre factibilidad para la elaboración de cápsulas vitamínicas en base a cereales andinos. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2009.
98. Trantwein EA, Kunath-Ran A, Erbersdobler HF. Increased fecal bile acid excretion and changes in the circulating bile acidpool are involved in the hypocholesterolemic and gallstonepreventive actions of psyllium in hamsters. J Nutr. 1999.
99. Vázquez, De Cos, López, Nomdedeu. Alimentación y Nutricion. Manual teórico práctico. 2 Ed. Madrid: Díaz de Santos. 2005.
100. WHO/FAO/UNU. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Who Technical Report Series 935. 2007.

101. Zuccarelli, Waldo, Bernardette, Hemann. estudio bromatológico de dos tipos de galletas con cobertura grasa. Revista Chilena de Nutrición Vol. 12 N° 3 Diciembre. 1984.
102. Zulueta, Adriana. Mitos y realidades de los alimentos. Bogota: Editorial Norma. 2004.
103. Gil H. Tratado de Nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tomo II. 2 ed. Madrid: Ed. Panamericana de la Salud, 2010.
104. Rodriguez R, Simone M. Bases de la alimentacion humana. España: Netbiblo, 2008.
105. Bardon I, Belmonte C, Fuster L, Marino H, Ribes R. El sector de los productos de panadería, bollería y pastelería industrial, y galletas en la Comunidad de Madrid. Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor. España: Instituto de Nutrición y Trastornos Alimentarios de la Comunidad de Madrid, 2010.
106. Villanueva F. El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. Ingeniería Industrial. 2014;32:231-246.
107. FAO. NORMA DEL CODEX PARA LA HARINA DE TRIGO. Codex Standard 152-1985. Revisada en 1995.
108. CANIMOLT. Estructura del Grano [Internet]. México: Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo [consultado el 01 julio de 2018]. Disponible en: <http://www.canimolt.org/trigo/estructura-del-grano>

- 109.CANIMOLT. Harina de trigo [Internet]. México: Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo [consultado el 01 julio de 2018]. Disponible en: <http://www.canimolt.org/harina/definicion>
- 110.Puntal Consultores. Guía marco de prácticas correctas en el sector de fabricación de galletas. España: Puntal Consultores, S. L. 2009.
- 111.CANIMOLT. Clasificación de las Harinas [Internet]. México: Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo [consultado el 01 julio de 2018]. Disponible en: <http://www.canimolt.org/harina/clasificacion-y-uso>
- 112.INDECOPI. Norma Técnica Peruana 205.045:1976 (Revisado 2011): Harinas sucedáneas procedentes de cereales. Lima: INDECOPI, 2011.
- 113.Calle D. Tendencias actuales en galletas funcionales: Reducción de calorías. Revista ReCiTeIA. 2013;12(2):24-40
- 114.Reyes G, Gomez S, Espinoza B. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ed.Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2017.
- 115.Ballabio C, Uberti F, Di Lorenzo C, Brandolini A, Penas E, Restani P. Biochemical and immuno chemical characterization of different varieties of amaranth (*Amaranthus L. ssp.*) as a safe ingredient for gluten-free products. J. Agric. Food Chem. 2011;59(24):12969-12974.
- 116.Maldonado C, Jeong H, Leon G, Barrera P, De Leon R, Gonzales M, De Lumen B, Barba R. Amaranth lunasin-like peptide

- internalizes into the cell nucleus and inhibits chemical carcinogen-induced transformation of N1H-3T3 cells. *Pptides*. 2010;3:1635-1642
- 117.Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D., et al. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chem*, 193, 55-61.
- 118.INDECOPI. Norma Técnica Peruana 205.054:1987 (Revisada el 2011). *Kiwicha en grano (Amaranthus caudatus)*.Requisitos. Lima: INDECOPI, 2011.
- 119.Milasius, K.; Dadelien, R.; Tubelis, L.; Raslanas, A. 2008. Effects of a maca booster food supplement on sportsmen's bodily adaption to physical loads. In 13th Annual Congress of the European College of Sports Sciences, 226. Estoril, Portugal.
- 120.Gonzales GF, Gonzales C, Gonzales-Castañeda C. *Lepidium meyenii* (Maca): a Plant from the Highlands of Peru – from tradition to science. *Res Complem Med*. 2009; 16(6):373-80. doi: 10.1159/000264618.
- 121.Zhaa, S.; Zhaoa, Q.; Chena, J.; Wanga, L.; Zhanga, G.; Zhangc, H.; Zhaoa, B. 2014. Extraction, purification and antioxidant activities of the polysaccharides from maca (*Lepidium meyenii*). *Carbohydrate Polymers*, 111: 584–587.
- 122.Kamohara, S.; Kageyama, M.; Sunayama, S.; Denpo, K. 2014. Safety and efficacy of a dietary supplement containing

- functional food ingredients for erectile dysfunction. *Personalized Medicine Universe* 3: 38-41.
123. Villagómez M, Vázquez C. DIFERENTES GRASAS COMERCIALES EN GALLETAS. *IDCyTA*. 2016;1(2):83-88.
124. Ramires N. Analisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. *ReCiTelA*. 2012;12(1):84-101.
125. Mora M, Infante R, Espinoza J, Predieri S. Actitudes y preferencias de consumidores chilenos e italianos hacia los damascos. *Economia Agraria*. 2006;10(1):83-96.
126. Lawless H, Heymann H. *Sensory evaluation of food: Principles and practices*. 2 ed. New York: Springer, 2010.
127. Huanchi S. Determinación de la permeabilidad en empaques plásticos. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2013.
128. Carrillo I, Reyes M. Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. 2013;2(3):1-25
129. Orozco G, Guerrero H. Diseño y montaje de un sistema dosificador para galletas tipo cracker fermentadas. Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
130. Pérez Espinoza. *Empaques y embalajes*. México: red tercer milenio, 2012.
131. Lescano, E. Informe de producto: Galletitas y Bizcochos. Argentina: Miniterio de Agricultura, 2011.

132. López Molina. Preparación de masas y elaboraciones complementarias múltiples de repostería. 5 ed. España: Editorial Elearning, 2015
133. Kirk O'Donnell. Manual de producción de panadería. España: Xlibris Corporation, 2016.
134. IPSOS. Liderazgo de productos comestibles. Lima: IPSOS, 2014.
135. Guzmán C, López Q. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) y grano entero de chía (*salvia hispanica*) en la elaboración de cupcakes. Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2015.
136. Gallego P, Garcinuño M, Morcillo O. Experimentación en química analítica. Madrid: Editorial UNED, 2013.
137. Vicente, J. Elaboración de galletas fortificadas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina maca (*Lepidium meyenii*). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2016.
138. INEI. Nota de prensa: Desnutrición crónica afectó al 13,1% de menores de cinco años disminuyendo en 1,3 puntos porcentuales en el último año [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017. Disponible en:
- a. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/desnutricion-cronica-afecto-al-131-de-menores-de-cinco-anos-disminuyendo-en-13-puntos-porcentuales-en-el-ultimo-ano-9599/>

139.INEI. Nota de prensa: En el Perú 264 mil personas dejaron de ser pobres entre los años 2015 y 2016 [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017. Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/en-el-peru-264-mil-personas-dejaron-de-ser-pobres-entre-los-anos-2015-y-2016-9710/>

PAGINAS WEB:

140.Ayala, D. C. (2007). La kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) [Internet]. [Consultado el 10 de septiembre de 2017]. Disponible en: http://www.portalagrario.gob.pe/agricola/pro_andi_kiwicha.shtml.

141.Cerezal Mezquita, Pedro, Carrasco Verdejo, Andrea, Pinto Tapia, Karina *et al.* (2007). Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2-5 años: Desarrollo de la formulación y aceptabilidad. *INCI*. [online]. dic. 2007, vol.32, no.12 [citado 01 Febrero 2017], p.857-864. Consultado (28/01/2016). http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001200013&lng=es&nrm=iso

142.Estrada Zuñiga, Rigoberto (2011). Kiwicha alimento nuestro para el mundo [Internet]. Lima: INIA. [Consultado el 10 de septiembre de 2017]. Disponible en: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2014/09/pub-p168-pub.pdf>.

143.FAO. Amaranto. Nutrición y composición química [Internet]. [Consultado el 10 de septiembre de 2017]. Disponible en:

144.http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segali_m/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap7.htm

145. FAOSTAT. World wheat production 2009 [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011. [Consultado el 10 de septiembre de 2017]. Disponible en:
<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
146. Kent, (1983). Alimentos Orgánicos [Internet]. [Consultado el 10 de septiembre de 2017]. Disponible en:
<http://www.interamsa.com/agroindustriaexportacionproductosorganicos.htm>.
147. Hernández, Elizabeth. Módulo de Tecnología de Cereales y oleaginosas. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2009.
http://datateca.unad.edu.co/contenidos/232016/contLinea/leccin_25_proceso_de_produccion_de_galletas.html
148. MINSA. Aprobar el reglamento de la Ley Que Dispuso La Fortificación De La Harina De Trigo Con Micronutrientes - Ley N° 28314. Decreto Supremo N° 012-2006-SA. Lima. 2006. Consultado (03/06/2016).
http://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/harinas.pdf
149. Odar, R. (2008). La página de la Industria alimentaria. “El crecimiento de los alimentos funcionales”. Lima, San Miguel-Perú. Consultado (27/01/2016).
<http://industrias-alimentarias.blogspot.com/2008/02/el-crecimiento-de-los-alimentos.html>

150. Primo Y. (1981). "Productos para el campo y propiedades de los alimentos", Tomo III. Editorial Alambra. España-Madrid. Consultado (25/01/2016).
<http://elcomercio.pe/gastronomia/787230/noticia-ajonjoli-aliado-contra-colesterol>.
151. Quispe L. (2010). Ministerio De Salud- Dirección Regional De Salud- Ancash [Internet]. [Consultado el 10 de septiembre de 2017].
Disponible en:
http://www.tuberculosis.pe/sites/default/files/situacion_tb_region_ancash.pdf
152. UNICEF. La desnutrición Crónica Infantil [Internet]. Perú: UNICEF. 2013. [Consultado el 10 de septiembre de 2017]. Disponible en:
<http://www.unicef.org/peru/spanish/La-desnutricion-cronica-infantil.pdf>

ANEXO 1: Determinación de la humedad en las Harinas y las galletas

Procedimiento

- Pesarse una placa petri.
- Pesarse 3 gr de muestra y agregarse sobre la placa Petri, colocarse la muestra en la Estufa.
- Luego configurar el equipo a la temperatura de 110 °C por un tiempo de 2.5 h.
- Enfriarse en el desecador por 30 minutos y pesarse.

Cálculos:

$$\%Humedad = \frac{(A_1 - A_2)}{m} * 100$$

Dónde:

A_1 : Peso de la placa más la masa húmeda (g).

A_2 : Peso de la placa más la muestra seca (g).

m : Masa de la muestra (g).



Figura A- 1: Muestra harina para determinar humedad

ANEXO 2: Determinación de cenizas en las harinas y galletas

- En un crisol identificado, seco y tarado (A1) pesar aproximadamente 2g. de muestra (m).
- Incinerar la muestra en la cocina eléctrica hasta total carbonización.
- Colocar la muestra en la mufla y calcinar a 550 °C por 3 a 5 h. hasta cenizas blancas o blanco grisáceo.
- Retirar el crisol de la mufla y colocar en el desecador, enfriar 30 minutos a temperatura ambiente y pesar el residuo.

Cálculos:

$$\%Ceniza = \frac{(A_2 - A_1)}{m} * 100$$

Donde:

A₁: Peso del crisol vacío (g)

A₂: Peso del crisol más ceniza (g)

m: Peso de la muestra (g)



Figura A- 2: Muestra de harina en la cocina eléctrica



Figura A- 3: Muestra incinerada de harina colocadas dentro de la Mufla

ANEXO 3: Determinación de Grasas en las Harinas y galletas

Material y Equipo

- Matraz erlenmeyer de 250 mL
- Papel filtro o dedal de celulosa, pipeta
- Sistema extractor Soxhlet – marca Soxtec
- Estufa de aire a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Balanza analítica
- Material usual de laboratorio

Procedimiento:

- Secar la muestra en una estufa, con el propósito de eliminar el contenido de agua presente en esta.
- Pesar 3 g de muestra finamente dividida en el cartucho o dedal; cubrir con una porción de algodón.
- Colocar el cartucho dentro del extractor Soxhlet.
- Pesar los vasos.
- Añadir 45 ml del solvente a los vasos y colocar en el equipo.
- Programar el equipo los parámetros de tiempo y temperatura, teniendo en consideración el tipo de solvente a utilizar.
- Hacer circular el agua por el refrigerante y calentar hasta que se obtenga una frecuencia de unas 2 gotas por segundo.
- Efectuar la extracción durante 90 min (el equipo detendrá el análisis de acuerdo a lo programado)

- Colocar los vasos en una estufa por unos 20 min a 100 °C para eliminar el solvente que pueda quedar.
- Enfriar los vasos en una campana y proceder a pesar y realizar los cálculos.

Cálculos:

$$\frac{\text{Peso del vaso con grasa} - \text{peso del vaso vacío}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100 = \% \text{ de Grasa}$$



Figura A- 4: Muestras preparada para colocar en el equipo extractor Soxhlet – marca Soxtec

ANEXO 4: Determinación de Proteínas en las Harinas y las galletas

Materiales y Reactivos

- **Materiales**
 - Beakers
 - Pipetas
 - Placa petri
 - Matraz
- **Reactivos**
 - Ácido Sulfúrico QP
 - Ácido bórico QP
 - Rojo de metil QP
 - Verde de bromocresol QP
 - Acido clorhídrico 0.1 N
 - Entanol QP
 - Hidróxido de sodio 40%
 - Catalizadores
- **Equipos**
 - Equipo Kjeldahl
 - Estufa.
 - Balanza analítica

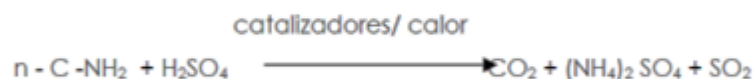
FUNDAMENTOS DEL MÉTODO Y ETAPAS

El método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra. El contenido en proteína se puede calcular seguidamente, presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizado, tal y como explicaremos más adelante.

Este método puede ser dividido, básicamente en 3 etapas: digestión o mineralización, destilación y valoración. El procedimiento a seguir es diferente en función de si en la etapa de destilación el nitrógeno liberado es recogido sobre una disolución de ácido bórico o sobre un exceso conocido de ácido clorhídrico o sulfúrico patrón. Ello condicionará la forma de realizar la siguiente etapa de valoración, así como los reactivos empleados. En este artículo docente se explica el primer procedimiento, cuando el nitrógeno se atrapa sobre ácido bórico.

A. ETAPA DE DIGESTIÓN

Un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición convierte el nitrógeno orgánico en ion amonio, según la ecuación.



Procedimiento: Se introducen de 1 a 5 g de muestra un tubo de mineralización y se ponen 2 pastillas de catalizador que suele estar constituido por una mezcla de sales de cobre, óxido de

titanio o/y óxido de selenio. De forma habitual se utiliza como catalizador una mezcla de K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se (10:1:0,1 en peso). Después se adicionan 12 ml de H_2SO_4 concentrado. Posteriormente se digiere a $400\text{ }^\circ\text{C}$ durante una hora. Se sabe que la digestión ha terminado porque la disolución adquiere un color verde esmeralda característico.

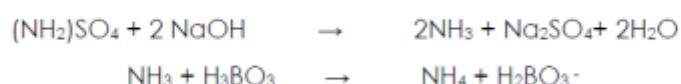
En esta etapa, el nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico en caliente. En la actualidad, para llevar a cabo este proceso se utilizan digestores automáticos que son capaces de digerir un número determinado de muestras al mismo tiempo.



Figura A- 5: Etapa de digestión

B. ETAPA DE DESTILACIÓN

Se alcaliniza la muestra digerida y el nitrógeno se desprende en forma de amoníaco. El amoníaco destilado se recoge sobre un exceso desconocido de ácido bórico.



Procedimiento: Después de enfriar se coloca el tubo de mineralización en el destilador automático al cual está programada para adicionar NaOH al 40 % y agua destilada además de inyectar vapor. Para alcalinizar fuertemente el medio y así desplazar el amoníaco de las sales amónicas. El amoníaco liberado es arrastrado por el vapor de agua inyectado en el contenido del tubo durante la destilación

El destilado obtenido es agregado automáticamente a un matraz que contiene el líquido receptor elaborado por ácido bórico, rojo de metil y verde de bronocresol.



Figura A- 6: Equipo de destilación FOSS

C. ETAPA DE VALORACIÓN O TITULACIÓN

La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base del ión borato formato, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno. Los equivalentes de ácido consumidos corresponden a los equivalentes de amoniaco destilados.

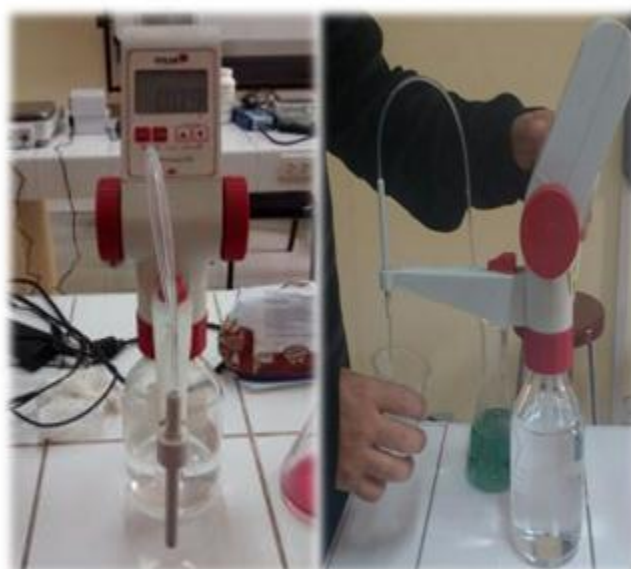


Figura A- 7: Equipo de valoración o titulación

D. CÁLCULOS

De la valoración se puede calcular el número de equivalentes de nitrógeno recogidos, y con éste dato se obtiene el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Para calcular el porcentaje de proteína basta con multiplicar por un factor de conversión el porcentaje de nitrógeno calculado. Este factor de conversión está tabulado para

cada grupo de alimentos. En la tabla 1 se recogen los factores para algunos alimentos.

Tabla A- 1: Factor de conversión para obtener la tasa de proteína bruta a partir del nitrógeno total

Alimentos	Factor (K)
Harina de trigo	5.70
Arroz	5.95
Almendras	5.18
Soja	5.71
Semillas	5.30
Oleoginosas	6.38
Leche y derivados	6.25
Carne y derivados	6.70
Clara de huevo	6.62
Yema de huevo	6.68
Huevo entero	6.68
Gelatina	6.25
Vegetales	6.25
Todos los otros alimentos	6.25

Fórmula para calcular porcentaje de proteínas

$$\% \text{ de proteínas} = \frac{(ml_{muestra} - ml_{blanco}) \times N \times 14.007 \times 100}{gr_{muestra}}$$

Dónde:

$ml_{muestra}$ = *gasto titulación de la muestra*

ml_{blanco} = *gasto de titulación del blanco*

N = *normalidad*

$gr_{muestra}$ = *peso de la muestra*

El resultado obtenido debe de ser multiplicado con el factor (k), de acuerdo al tipo de muestra analizada.

ANEXO 5: Medición de Colorimetría en las Harinas

Procedimiento:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determinar la luminosidad descrita por L^* . El color negro representa una luminosidad de 0 mientras que el blanco representa una luminosidad de 100. los parámetros de a^* y b^* se utilizan para evaluar la cromacidad y el ángulo de tonalidad. Para el cálculo se utiliza las siguientes ecuaciones.

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Angulo de tonalidad} = \arctg b^* / a^*$$

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va realizar la lectura, tomar una muestra y colocarlo en Colorímetro.
- Realizar 3 lecturas de la muestra y anotar los valores de los parámetros L^* , a^* , b^* .
- Limpiar el objetivo del colorímetro después de realizada cada una de las lecturas.



Figura A- 8: Determinación de colorimetría en la materia prima

ANEXO 6: Determinación de la Textura de las Galletas

Procedimiento:

- Se colocó la galleta sobre el texturometro Texture Analyzer del Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos.
- Para ello se utilizó una probeta # 2: TA 4/1000 Cilíndrico. 38.1 mm de diámetro y 20 mm de altura.



Figura A- 9: Medición de Textura de las galletas

ANEXO 7: Evaluación sensorial del sabor, color y textura de las galletas

Nombre: _____ **Edad:** _____

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de **GALLETAS**. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el **COLOR** de la muestra

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	COLOR

II. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el **SABOR** de la muestra.

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	SABOR

III. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó la **TEXTURA** de la muestra.

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	TEXTURA

Figura A- 1: Formato de la evaluación sensorial

ANEXO 8: Análisis sensoriales realizados con alumnos de la Universidad Nacional del Santa



Figura A- 2: Análisis sensoriales realizados con alumnos de la Universidad Nacional del Santa

Tabla A- 1: Resultados de análisis sensorial de color de las formulaciones del diseño experimental

Panelista	Muestra											
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	8	7	8	6	7	8	9	8	9	8	9	8
2	7	6	8	9	6	8	9	7	6	7	6	7
3	9	7	7	9	9	7	6	7	8	9	9	9
4	8	7	7	8	8	8	7	8	9	9	8	9
5	8	6	7	8	7	8	7	5	5	8	8	8
6	9	5	6	5	6	8	8	7	8	7	9	9
7	8	9	8	8	9	9	8	9	8	9	8	9
8	8	5	7	7	7	7	9	9	8	8	8	8
9	9	8	8	9	6	6	7	7	5	9	6	7
10	8	4	8	9	5	5	6	5	5	6	7	8
11	8	6	7	9	7	7	6	7	8	7	8	8
12	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
13	7	8	9	8	9	8	8	9	8	9	8	7
14	7	5	5	6	5	9	8	8	8	8	5	8
15	7	6	6	8	6	8	7	8	9	8	9	7
16	9	3	5	5	9	8	7	8	9	10	6	9
17	8	5	8	7	9	9	9	9	8	7	9	7
18	8	8	9	8	8	6	5	7	9	9	8	8
19	6	5	8	5	7	6	5	5	7	7	5	6
20	6	4	5	7	7	8	6	7	5	6	5	6
21	8	8	9	5	5	8	7	5	5	9	8	6
22	8	7	9	8	9	9	7	8	7	8	8	9
23	9	7	6	6	6	5	5	9	7	5	6	8
24	8	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
25	7	8	9	8	8	8	8	9	8	9	8	7
26	7	7	5	6	5	9	8	8	8	8	8	8
27	7	6	6	8	6	8	7	8	9	8	9	7
28	9	5	5	5	9	8	7	8	9	7	6	8
29	8	6	8	7	8	9	9	9	8	7	9	7
30	8	8	9	8	8	6	5	7	9	9	8	8
31	8	7	8	5	7	6	5	5	7	7	9	6
32	7	6	6	7	7	8	6	7	6	6	9	8
33	8	8	9	5	5	8	7	5	5	9	8	6
34	8	7	9	8	8	9	7	8	7	8	8	9
35	9	7	6	6	6	5	5	9	7	5	9	8

Tabla A- 2: Resultados de análisis sensorial de sabor de las formulaciones del diseño experimental

Panelista	Muestra											
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	8	7	8	6	7	8	9	8	9	8	9	8
2	8	6	7	6	5	5	5	7	8	8	8	8
3	9	7	9	9	7	8	5	6	9	8	8	7
4	9	9	7	9	7	8	8	8	9	7	6	7
5	9	8	6	9	8	5	5	8	5	9	8	9
6	7	8	6	7	8	9	7	7	7	8	9	9
7	9	9	7	7	8	9	8	8	8	9	9	8
8	8	8	7	7	6	8	8	7	9	9	8	9
9	7	8	8	9	8	9	6	8	9	7	7	8
10	7	5	6	6	5	7	5	7	6	7	8	7
11	7	7	6	8	7	8	7	7	6	7	7	8
12	8	7	7	8	8	8	8	8	9	9	8	8
13	9	7	8	9	9	8	9	9	7	9	9	9
14	8	4	4	8	7	9	8	8	8	9	8	8
15	7	7	4	8	7	8	5	6	9	8	8	9
16	9	6	5	8	7	8	6	9	9	7	7	8
17	8	9	7	8	9	9	9	7	9	7	8	7
18	7	5	7	8	9	9	8	7	9	9	9	8
19	7	5	5	7	7	4	5	8	5	7	7	8
20	9	8	7	8	9	7	5	7	8	9	9	7
21	7	6	8	7	6	9	7	8	5	7	7	7
22	9	8	9	8	8	9	5	7	9	8	8	9
23	8	5	5	5	6	7	6	8	8	9	8	9
24	7	8	8	8	8	8	6	8	9	7	7	8
25	7	7	6	6	6	7	5	7	6	7	8	7
26	7	7	6	8	7	8	7	6	6	7	7	8
27	8	6	7	9	8	8	8	8	9	9	8	8
28	9	7	8	8	9	8	8	7	7	9	9	9
29	8	6	6	8	7	8	7	7	8	9	8	8
30	9	7	6	7	8	9	7	7	7	8	9	9
31	9	8	7	8	8	9	6	7	8	9	9	8
32	8	7	7	9	7	8	8	7	7	9	8	9
33	8	8	8	7	7	7	7	8	9	8	9	8
34	8	8	7	9	6	6	5	7	8	8	8	8
35	8	7	7	8	8	8	8	7	9	9	8	8

Tabla A- 3: Resultados de análisis sensorial de sabor de las formulaciones del diseño experimental

Panelista	Muestra											
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	8	6	7	6	8	6	7	8	8	8	7	7
2	8	6	7	8	5	6	5	8	9	7	8	8
3	9	7	7	8	9	8	8	7	9	8	8	8
4	8	7	8	8	8	5	6	8	7	7	7	7
5	5	6	7	7	6	9	6	8	9	6	6	8
6	9	7	7	8	7	8	7	7	7	7	9	8
7	7	8	8	8	8	9	6	7	8	7	7	9
8	8	8	7	7	7	7	8	8	9	9	9	9
9	7	7	8	9	9	8	8	9	9	8	6	7
10	6	3	5	6	5	5	5	7	6	7	8	7
11	8	6	7	8	8	8	7	7	6	7	8	8
12	6	7	7	7	6	9	8	9	8	9	8	8
13	8	7	6	9	8	7	7	9	9	9	8	9
14	8	7	6	8	7	8	4	9	7	7	9	4
15	9	7	6	7	6	8	8	7	9	8	9	8
16	9	3	8	6	8	5	5	8	9	9	8	7
17	9	7	6	7	8	8	9	7	9	9	8	7
18	8	9	8	8	8	9	7	8	9	9	9	8
19	7	5	7	7	7	5	6	8	8	7	6	9
20	9	7	8	9	9	6	9	8	7	8	9	8
21	7	8	6	7	7	7	5	7	5	7	8	7
22	8	8	8	8	7	9	6	8	9	8	8	8
23	7	4	4	7	8	6	5	5	5	6	7	8
24	9	7	6	7	8	8	8	7	9	9	8	8
25	6	6	8	7	7	9	7	7	9	8	8	8
26	7	5	5	7	7	5	6	8	7	7	8	8
27	9	7	8	9	9	6	7	7	7	8	9	8
28	8	6	6	7	7	7	5	7	8	7	6	9
29	8	6	7	8	8	8	7	7	7	7	8	8
30	7	7	7	7	6	8	8	9	7	8	8	8
31	8	6	6	8	8	7	7	9	9	9	8	9
32	8	8	7	8	7	8	4	8	7	7	9	9
33	8	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9
34	7	6	8	9	9	8	7	9	8	8	7	8
35	6	7	7	6	5	5	6	7	7	7	8	9

ANEXO 9: Método de espectroscopia de absorción atómica a la llama

Recepción de Muestra

Las galletas se llevaron al laboratorio de Química Analítica de la Universidad Nacional del Santa.

Secado

Temperatura de 45°C por espacio de 12 horas.

Molienda y tamizado

Después de la estufa se llevó a la materia prima, a pulverizarlo, para lo cual se hizo en un mortero, posteriormente se utilizó un tamiz de malla 200.

Digestión

Después del tamizado se pesó 0.5 gramos de cada una de las formulaciones (0 a 11) y se llevó a una fiola de 100 mililitros y se adiciono 12 ml de ácido nítrico concentrado y se colocó a un plancha eléctrica, hasta ebullición, terminando la digestión química cuando la muestra se encuentra totalmente soluble en el ácido nítrico, todo esto se realizó en la campana extractora del laboratorio de química analítica.

Filtración

Después de la digestión química se dejó enfriar a temperatura ambiente luego se aforo con agua destilada y se agito, para homogenizar la solución y posteriormente se filtró.

Lectura por Absorción atómica a la Llama

La lectura de la cuantificación se realizó en el espectrofotómetro de Absorción Atómica marca BuckScientific VGA 210.

Tabla A- 4: Resultados de para la curva de calibración para el calcio

N° de estándares	Concentración (mg/L)	Absorbancia (nm)
1	0.5	0.0733
2	1.5	0.2199
3	2.5	0.3854
4	3.5	0.5125

*Longitud de onda λ : 422.7nm

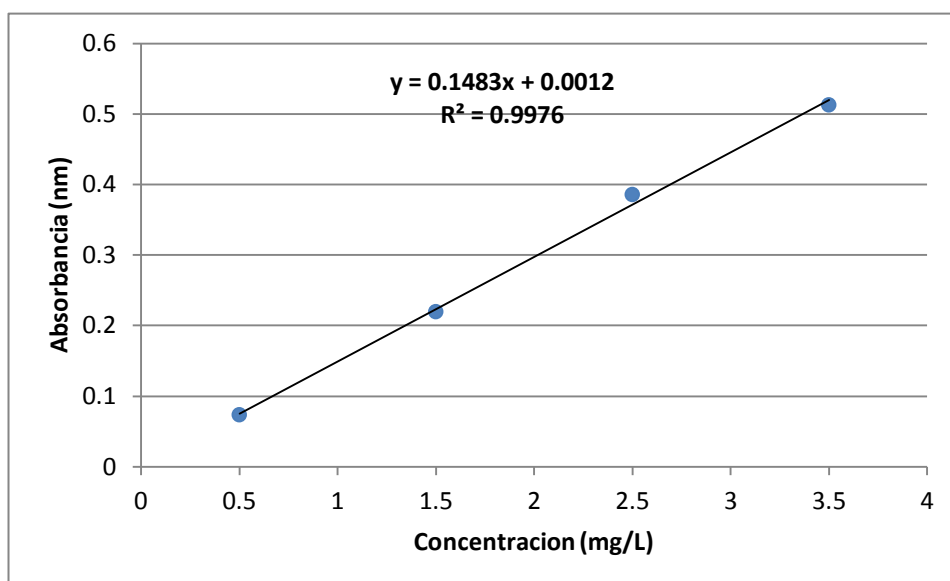


Figura A- 3: Curva de calibración para el calcio

Tabla A- 5: Resultados de para la curva de calibración para el hierro

N° de estándares	Concentración (mg/L)	Absorbancia (nm)
1	0.5	0.0405
2	1.5	0.1299
3	2.5	0.2051
4	3.5	0.2869

*Longitud de onda λ : 248nm

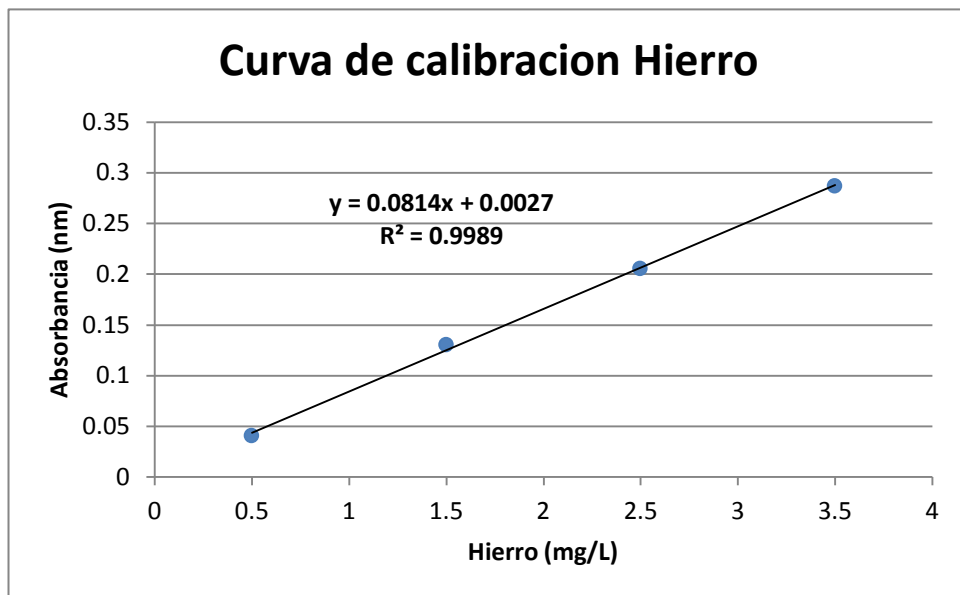


Figura A- 4: Curva de calibración para el hierro

ANEXO 10: Computo químico

Método para hallar el Aminograma Teórico de las Formulaciones.

$$S_x = \frac{(T)(\%MT) + (K)(\%MK) + (C)(\%MC)}{F}$$

S_x = Score Químico de cada Aminoácido presente en la mezcla (X)

(T) = Aminoácido del Trigo presente en la mezcla (X)

(%MT) = Porcentaje de participación del Trigo en la mezcla (X)

(K) = Aminoácido de la Kiwicha presente en la mezcla (X)

(%MK) = Porcentaje de participación de la Kiwicha en la mezcla (X)

(C) = Aminoácido de la Chía presente en la mezcla (X)

(%MC) = Porcentaje de participación de la Chía en la mezcla (X)

(F) = Aminoácido patrón de la FAO de la mezcla (X)

Tabla A- 6: Perfil de Aminoácidos de las Harinas de trigo, kiwicha y maca

Aminoácidos esenciales	Composición de aminoácidos (mg/g proteína)			FAO (mg/g proteína)*
	Trigo	kiwicha	Maca	
Isoleucina	35	52	47	31
Leucina	71	46	91	61
Lisina	31	67	54	45
Metionina + Cistina	43	35	28	24
Fenilalanina + tirosina	80	63	31	41
Treonina	31	51	33	25
Triptofano	12	1	...	6.6
Valina	47	45	79	40
Histidina	35	52	47	31

*Fuente: FAO/OMS/UNU, 2007- Categoría Escolar y Adolescente (3-18 años)

Tabla A- 7: Score Químico de las Harinas de trigo, kiwicha y maca

Aminoácidos esenciales	Composición de aminoácidos		
	Trigo	kiwicha	Maca
Isoleucina	112.90	167.74	152.90
Leucina	116.39	75.41	149.18
Lisina	68.89	148.89	120.67
Metionina + Cistina	179.17	145.83	116.67
Fenilalanina + tirosina	195.12	153.66	74.63
Treonina	124.00	204.00	132.40
Triptofano	181.82	15.15	...
Valina	117.50	112.50	198.25

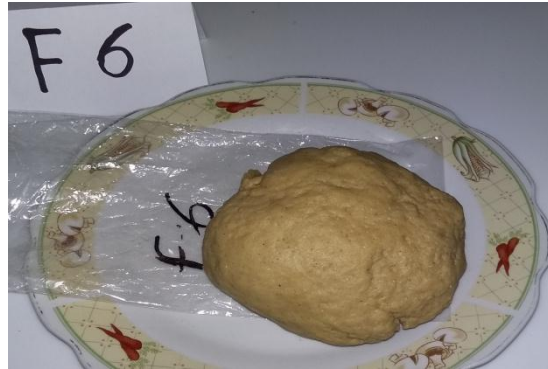
Tabla A- 8: Score Químico de las mezclas de las Harinas de Trigo, Kiwicha y maca

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Patrón de aminoácidos (mg/g proteína)*
FORMULACIONES (%)	Harina de trigo	90	86	84	80	88	82	89	81	85	85	85	-
	Harina de kiwicha	9	9	15	15	12	12	8	16	12	12	12	-
	Harina de maca	1	5	1	5	0	6	3	3	3	3	3	-
SCORE QUIMICO (%)	Isoleucina	118	120	122	123	119	122	118	123	121	121	121	31
	Leucina	113	114	111	112	111	113	114	111	112	112	112	61
	Lisina	77	79	81	83	78	82	77	83	80	80	80	45
	Metionina + Cistina	176	173	174	171	175	171	175	172	173	173	173	24
	Fenilalanina + tirosina	190	185	188	183	190	183	188	185	187	187	187	41
	Treonina	130	125	135	130	134	126	127	133	130	130	130	25
	Triptofano	165	158	155	148	162	151	163	150	156	156	156	6.6
Valina	118	121	118	121	117	122	120	119	119	119	119	40	

* Fuente: FAO/OMS/UNU, 2007- Categoría Escolar y Adolescente (3-18 años)

ANEXO 11: Procedimiento elaboración de las galletas

MEZCLADO Y AMASADO



LAMINADO Y MOLDEADO



HORNEADO



ENFRIADO



ENVASADO



ALMACENADO

