

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES ENRIQUECIDAS CON HARINA DE  
CAÑAHUA Y MACA**

**POR:**

**JOBITA NATALY MENDEZ NARVAEZ**

Trabajo final de grado presentando a consideración de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

**DICIEMBRE, 2022**

**TARIJA-BOLIVIA**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo la misma únicamente responsabilidad del autor.

**Dedicatoria:**

Primeramente a Dios, mi familia, docente guía,  
docentes tribunales, plantel docente de la Carrera  
de Ingeniería de Alimentos y compañeras de tesis.

### **Agradecimiento:**

Primeramente agradezco a Dios por ayudarme en los momentos difíciles que se cruzaron en mi camino dándome fuerzas para seguir adelante.

A mi padre Ramón Paulino Méndez López y hermanos Alvaro Méndez y Richard Mendez por brindarme su apoyo incondicional durante este trayecto universitario; a mi madre Natalia Narváez Baldiviezo por darme su consejo y palabras de aliento de no rendirme con cualquier objetivo que quiero cumplir le mando un abrazo hasta el cielo y decirle que logre cumplir un sueño más en mi vida.

A mi docente guía Ing. Valentín Trigo Dimitrov por haber sido mi guía orientándome con su conocimiento durante el desarrollo de mi proyecto.

A mis docentes tribunales; Ing. Luis Fernando Zenteno, Ing. Beatriz Sossa e Ing. Mirtha Cuellar que gracias a sus consejos y conocimientos fueron parte importante en la culminación de mi proyecto de investigación.

A todo el plantel docente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos por impartirme sus conocimientos formándome profesionalmente y también como persona desde el principio hasta finalizar mi trayecto universitario.

A mis compañeras de tesis; Tania Vargas, Yaneth Huanca, Gimena Guevara, Jimena Zelaya y Adriana Melean por su colaboración y apoyo moral en todo momento.

**Pensamiento:**

“Hemos luchado mucho para estudiar y graduarnos, pero lo irónico de todo esto es que... hoy empieza la verdadera lucha”.

Fernando Anfus

**V.B.**

.....  
M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
M.Sc. Lic. Gustavo Succi Aguirre  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGÍA**

.....  
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez  
**DIRECTOR**  
**DPTO. DE BIOTECNOLOGÍA Y**  
**CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

.....  
Ing. Adolfo Valentín Trigo Dimitrov  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez  
**TRIBUNAL CALIFICADOR**

.....  
Ing. Mirtha Rosa Cuellar Solano  
**TRIBUNAL CALIFICADOR**

.....  
Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez  
**TRIBUNAL CALIFICADOR**

## Resumen

<b>CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN</b>		<b>Pág.</b>
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general.....	3
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Objeto de estudio.....	4
1.5	Campo de acción.....	4
1.6	Planteamiento del problema.....	4
1.7	Formulación del problema.....	5
1.8	Hipótesis.....	5
<b>CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO</b>		<b>Pág.</b>
2.1	Origen de la galleta.....	6
2.2	Definición de galleta.....	6
2.3	Clasificación de la galleta.....	6
2.4	Tipos de galleta.....	7
2.4.1	Composición fisicoquímica de la galleta.....	7
2.4.2	Composición nutricional de la galleta.....	8
2.5	Aplicaciones de la galleta.....	8
2.6	Caracterización de las materias primas utilizadas en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	9
2.6.1	Harina de trigo.....	9
2.6.1.1	Composición fisicoquímica de la harina de trigo.....	10
2.6.1.2	Propiedades nutricionales de la harina de trigo.....	10
2.6.1.3	Aplicaciones de la harina de trigo.....	11

2.6.2	Harina de cañahua.....	11
2.6.2.1	Composición fisicoquímica de la harina de cañahua.....	11
2.6.2.2	Propiedades nutricionales de la harina de cañahua.....	12
2.6.2.3	Aplicaciones de la harina de cañahua.....	12
2.6.3	Harina de maca.....	12
2.6.3.1	Composición fisicoquímica de la harina de maca.....	13
2.6.3.2	Propiedades nutricionales de la harina de maca.....	13
2.6.3.3	Aplicaciones de la harina de maca.....	14
2.7	Caracterización de los insumos alimentarios utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	14
2.7.1	Mantequilla sin sal.....	14
2.7.2	Azúcar impalpable.....	15
2.7.3	Huevo.....	15
2.7.4	Esencia de vainilla.....	16
2.7.5	Polvo de cacao sin azúcar.....	16
2.8	Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado para elaborar galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	16
2.9	Horneado y cocción.....	17
2.10	Reglamento técnico de la fortificación de la harina de trigo y mezclas a base de harina de trigo.....	17
2.10.1	Artículo 1. Del campo de aplicación.....	18
2.10.2	Artículo 2. Obligatoriedad de fortificación.....	18
2.10.3	Artículo 3. El vehículo.....	18
2.10.4	Artículo 5. Niveles de la fortificación y procedimiento.....	19

### CAPÍTULO III - DISEÑO METODOLÓGICO

		Pág.
3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	20
3.2	Tipo de intervención para la parte experimental.....	20
3.3	Paradigma positivista.....	20
3.4	Tipo de investigación.....	21
3.5	Enfoque de la investigación.....	21
3.6	Métodos – técnicas e instrumentos.....	21
3.6.1	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las harinas de trigo, cañahua y maca.....	21
3.6.2	Control a las variables respuestas de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	22
3.6.3	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	23
3.6.4	Equipos de proceso utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	24
3.6.5	Instrumentos de laboratorio utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	24
3.6.6	Materiales de laboratorio utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	25
3.6.7	Utensilios de cocina utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	25
3.6.8	Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	26
3.6.9	Insumos utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	26
3.6.10	Reactivos químicos de laboratorio.....	27

3.7	Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	27
3.7.1	Descripción del diagrama de flujo de la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	28
3.7.1.1	Pre mezclado en seco.....	29
3.7.1.2	Pre mezclado 1.....	29
3.7.1.3	Pre mezclado 2.....	29
3.7.1.4	Mezclado final.....	30
3.7.1.5	Reposo.....	30
3.7.1.6	Moldeado.....	30
3.7.1.7	Horneado.....	31
3.7.1.8	Enfriado.....	31
3.7.1.9	Envasado.....	31
3.8	Evaluación sensorial.....	32
3.9	Diseño experimental.....	33
3.9.1	Diseño Factorial $2^k$ .....	33
3.9.2	Diseño factorial $2^3$ en la etapa de dosificación para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	34
3.9.3	Diseño factorial $2^2$ en la etapa de horneado para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	35
3.10	Operacionalización de las variables en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	37

## **CAPÍTULO IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

		<b>Pág.</b>
4.1	Caracterización de las harinas de trigo, cañahua y maca.....	38
4.1.1	Análisis fisicoquímico de la harina de trigo.....	38

4.1.2	Análisis microbiológico de la harina de trigo.....	38
4.1.3	Análisis fisicoquímico de la harina de cañahua.....	39
4.1.4	Análisis microbiológico de la harina de cañahua.....	39
4.1.5	Análisis fisicoquímico de la harina de maca.....	40
4.1.6	Análisis microbiológico de la harina de maca.....	40
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	41
4.2.1	Pruebas preliminares para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	41
4.2.2	Pruebas iniciales para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 1.....	43
4.2.2.1	Estadístico de caja y bigote para las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 1.....	44
4.2.3	Pruebas iniciales para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 2.....	45
4.2.3.1	Estadístico de caja y bigote para las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 2.....	45
4.2.3.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo olor de las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 2.....	46
4.2.3.1.2	Estadístico de Tukey para el atributo apariencia de las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	47
4.3	Diseño factorial 2 <sup>3</sup> en la etapa de dosificación para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	47
4.3.1	Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de dosificación de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	50

4.3.2	Variable respuesta de pH en la etapa de dosificación de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	53
4.3.3	Variable respuesta de acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	56
4.3.4	Control de contenido de humedad, pH, y acidez en la etapa de dosificación del diseño factorial de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	60
4.3.4.1	Control de contenido de humedad en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	60
4.3.4.1.1	Control de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca para el nivel inferior....	60
4.3.4.1.2	Control de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca para el nivel superior....	61
4.3.4.2	Control de pH en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	63
4.3.4.2.1	Control de pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca para el nivel inferior.....	63
4.3.4.2.2	Control de pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca para el nivel superior.....	64
4.3.4.3	Control de contenido de acidez (ácido láctico) en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	66
4.3.4.3.1	Control de contenido de acidez (ácido láctico) en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca para el nivel inferior....	66
4.3.4.3.2	Control de contenido de acidez (ácido láctico) en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca para el nivel superior....	67
4.3.5	Evaluación sensorial en el diseño factorial $2^3$ en la etapa de dosificación en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	69

4.3.5.1	Estadístico de caja y bigote para el nivel inferior de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	69
4.3.5.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo color del nivel inferior de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	70
4.3.5.1.2	Estadístico de Tukey para el atributo olor del nivel inferior de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	70
4.3.5.2	Estadístico de caja y bigote para el nivel superior de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	71
4.3.6	Evaluación sensorial del diseño y muestra ideal de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	72
4.3.6.1	Estadístico de caja y bigote del diseño y muestra ideal para las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	73
4.3.6.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo color para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	74
4.3.6.1.2	Estadístico de Tukey para el atributo olor para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	74
4.3.6.1.3	Estadístico de Tukey para el atributo sabor para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	75
4.3.6.1.4	Estadístico de Tukey para el atributo textura para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	75
4.4	Diseño factorial 2 <sup>2</sup> en la etapa de horneado para las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	76
4.4.1	Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de horneado en la elaboración de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	76

4.5	Caracterización del producto terminado.....	79
4.5.1	Análisis fisicoquímico de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	79
4.5.2	Análisis microbiológico de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	80
4.5.3	Evaluación sensorial para la muestra final de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	81
4.6	Control de contenido de humedad, pH y acidez en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	82
4.6.1	Control de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	82
4.6.2	Control de pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	84
4.6.3	Control de acidez (ácido láctico) en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	86
4.7	Balance de materia en el proceso de elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	88
4.7.1	Balance de materia para la etapa de pre mezclado en seco.....	91
4.7.2	Balance de materia para la etapa de pre mezclado 1.....	92
4.7.3	Balance de materia para la etapa de pre mezclado 2.....	93
4.7.4	Balance de materia para la etapa de mezclado final.....	93
4.7.5	Balance de materia para la etapa de reposo.....	95
4.7.6	Balance de materia para la etapa de moldeado.....	96
4.7.7	Balance de materia para la etapa de horneado.....	96
4.7.8	Balance de materia para la etapa de enfriado.....	98

4.7.9	Balance de materia para la etapa de envasado.....	98
4.8	Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	100
4.9	Balance de energía para las siguientes etapas: pre mezclado 1, pre mezclado 2 y mezclado final.....	101
4.10	Balance de energía para la etapa de horneado de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	102
4.10.1	Balance de energía para calentar el horno.....	103
4.10.2	Balance de energía para calentar la bandeja de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	104
4.10.3	Balance de energía para la cocción de la masa de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	105
4.11	Balance de energía para determinar la cantidad de calor total necesario para elaborar las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	107
	<b>CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>Pág.</b>
5.1	Conclusiones.....	109
5.2	Recomendaciones.....	112

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Composición fisicoquímica de la galleta.....	8
Tabla 2.2	Composición nutricional de la galleta.....	8
Tabla 2.3	Composición fisicoquímica de la harina de trigo.....	10
Tabla 2.4	Propiedades nutricionales de la harina de trigo.....	11
Tabla 2.5	Composición fisicoquímica de la harina de cañahua.....	12
Tabla 2.6	Propiedades nutricionales de la harina de cañahua.....	12
Tabla 2.7	Composición fisicoquímica de la harina de maca.....	13
Tabla 2.8	Propiedades nutricionales de la harina de maca.....	14
Tabla 2.9	Niveles mínimos de micronutrientes en la harina de trigo y mezclas a base de harina de trigo.....	19
Tabla 3.1	Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	35
Tabla 3.2	Matriz de diseño factorial $2^3$ aplicado en la etapa de dosificación para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	35
Tabla 3.3	Niveles de variación de los factores en la etapa de horneado para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	36
Tabla 3.4	Matriz de diseño factorial $2^2$ aplicado en la etapa de horneado para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	36
Tabla 3.5	Operacionalización de las variables en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	36
Tabla 4.1	Análisis fisicoquímico de la harina de trigo.....	38
Tabla 4.2	Análisis microbiológico de la harina de trigo.....	39

Tabla 4.3	Análisis fisicoquímico de la harina de cañahua.....	39
Tabla 4.4	Análisis microbiológico de la harina de cañahua.....	40
Tabla 4.5	Análisis fisicoquímico de la harina de maca.....	40
Tabla 4.6	Análisis microbiológico de la harina de maca.....	41
Tabla 4.7	Estadístico de Tukey para el atributo olor de las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 2.....	47
Tabla 4.8	Estadístico de Tukey para el atributo apariencia de las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 2.....	47
Tabla 4.9	Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad.....	50
Tabla 4.10	Análisis de varianza en función a la variable respuesta pH.....	53
Tabla 4.11	Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico).....	57
Tabla 4.12	Variación de contenido de humedad en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior.....	60
Tabla 4.13	Variación de contenido de humedad en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel superior.....	62
Tabla 4.14	Variación de pH en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior.....	63
Tabla 4.15	Variación de pH en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel superior.....	65
Tabla 4.16	Variación de contenido de acidez en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior.....	66
Tabla 4.17	Variación de contenido de acidez en muestras de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel superior.....	68

Tabla 4.18	Estadístico de Tukey para el atributo color para las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior.....	70
Tabla 4.19	Estadístico de Tukey para el atributo olor para las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior.....	71
Tabla 4.20	Estadístico de Tukey para el atributo color para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	74
Tabla 4.21	Estadístico de Tukey para el atributo olor para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	74
Tabla 4.22	Estadístico de Tukey para el atributo sabor para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	75
Tabla 4.23	Estadístico de Tukey para el atributo textura para seleccionar la muestra final de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	75
Tabla 4.24	Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad.....	77
Tabla 4.25	Análisis fisicoquímico de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	80
Tabla 4.26	Análisis microbiológico de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	80
Tabla 4.27	Variación de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	83
Tabla 4.28	Variación del pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	85
Tabla 4.29	Variación de la acidez en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	86

Tabla 4.30	Calores específicos de componentes alimentarios.....	106
------------	--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1	Clasificación de la galleta..... 6
Figura 2.2	Tipos de galletas..... 7
Figura 3.1	Análisis microbiológico de las harinas de trigo, cañahua y maca..... 22
Figura 3.2	Control de las variables respuesta del proceso de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 23
Figura 3.3	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 23
Figura 3.4	Equipos de proceso utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 24
Figura 3.5	Instrumentos utilizados en el proceso de elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 25
Figura 3.6	Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 26
Figura 3.7	Insumos utilizados en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 27
Figura 3.8	Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca..... 28
Figura 3.9	Pre mezclado en seco..... 29
Figura 3.10	Pre mezclado 1..... 29
Figura 3.11	Pre mezclado 2..... 29
Figura 3.12	Mezclado final..... 30
Figura 3.13	Reposo..... 30
Figura 3.14	Moldeado..... 30

Figura 3.15	Horneado.....	31
Figura 3.16	Enfriado.....	31
Figura 3.17	Envasado.....	31
Figura 3.18	Evaluación sensorial de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	33
Figura 4.1	Dosificación para las pruebas preliminares de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	42
Figura 4.2	Valoración subjetiva para las pruebas preliminares de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	42
Figura 4.3	Pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	43
Figura 4.4	Caja y bigote para las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	44
Figura 4.5	Pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	45
Figura 4.6	Caja y bigote para las pruebas iniciales de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	46
Figura 4.7	Dosificaciones para el diseño experimental $2^3$ .....	49
Figura 4.8	Efectos principales para el contenido de humedad.....	51
Figura 4.9	Interacción de factores para el contenido de humedad.....	52
Figura 4.10	Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad....	52
Figura 4.11	Efectos principales para el pH.....	54
Figura 4.12	Interacción de factores para el pH.....	55
Figura 4.13	Diagrama de Pareto estandarizado para el pH.....	56
Figura 4.14	Efectos principales para el contenido de acidez (ácido láctico).....	58
Figura 4.15	Interacción de los factores para el contenido de acidez (ácido láctico).....	58

Figura 4.16	Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de acidez (ácido láctico).....	59
Figura 4.17	Control de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de trigo y maca del nivel inferior en el diseño experimental.....	61
Figura 4.18	Control de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel superior en el diseño experimental.....	62
Figura 4.19	Control de pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior en el diseño experimental.....	64
Figura 4.20	Control de pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel superior en el diseño experimental.....	65
Figura 4.21	Control de contenido de acidez en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel inferior en el diseño experimental.....	67
Figura 4.22	Control de contenido de acidez en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca del nivel superior en el diseño experimental.....	68
Figura 4.23	Caja y bigote del diseño factorial para el nivel inferior.....	69
Figura 4.24	Caja y bigote del diseño factorial para el nivel superior.....	72
Figura 4.25	Caja y bigote del diseño experimental y muestra ideal.....	73
Figura 4.26	Efectos principales para el contenido de humedad.....	77
Figura 4.27	Interacción de factores para el contenido de humedad.....	78
Figura 4.28	Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad....	79
Figura 4.29	Caja y bigote para la muestra final de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	81

Figura 4.30	Control de contenido de humedad en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	83
Figura 4.31	Control de pH en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	85
Figura 4.32	Control de contenido de acidez (ácido láctico) en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca durante el almacenamiento.....	87
Figura 4.33	Balance de materia general en el proceso de elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	88
Figura 4.34	Etapa de pre mezclado en seco.....	91
Figura 4.35	Etapa de pre mezclado 1.....	92
Figura 4.36	Etapa de pre mezclado 2.....	93
Figura 4.37	Etapa de mezclado final.....	94
Figura 4.38	Etapa de reposo.....	95
Figura 4.39	Etapa de moldeado.....	96
Figura 4.40	Etapa de horneado.....	97
Figura 4.41	Etapa de enfriado.....	98
Figura 4.42	Etapa de envasado.....	99
Figura 4.43	Balance general de materia para el proceso de elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca.....	100
Figura 4.44	Pre mezclado 1, pre mezclado 2 y mezclado final.....	101
Figura 4.45	Horno.....	102