

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE GALLETA CON HARINA DE COCO Y
ALGARROBO PARA CELÍACOS**

POR:

CARMEN VANESA OTONDO FRANCO

Trabajo final de grado presentando a consideración del Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, como requisito para optar el grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

NOVIEMBRE, 2020

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

A dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que han enseñado a valorarlo cada día más.

A mis padres que me dieron la vida y ah estado conmigo en todo momento. Gracias por el esfuerzo de darme una carrera para mi futuro, por creer en mí y por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy gracias a dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

Finalmente agradezco a la Carrera de Ingeniería de Alimentos y a todo el personal docente en especial a mi Tutor M. Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz, por la paciencia y asesoría durante la realización del presente trabajo.

PENSAMIENTO

“La vida consiste no en tener buenas cartas, sino en jugar bien con las que uno tiene”

Josh Billings

INDICE

CAPITULO I - INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Variable independiente y dependiente	3
1.5 Planteamiento del problema.....	4
1.6 Formulación del problema	4
1.7 Hipótesis	4

CAPITULO II – MARCO TEÓRICO

	Pág.
2.1 Origen de la galleta.....	5
2.2 Definición de galleta.....	5
2.2.1 Clasificación de la galleta	5
2.2.2 Composición fisicoquímica de la galleta común	6
2.3 Galletas libre de gluten	7
2.3.1 Alimentos para celíacos.....	7
2.4 Descripción de materia prima para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	8
2.4.1 Harina de algarrobo	8
2.4.1.1 Composición fisicoquímica de la harina de algarrobo	9
2.4.2 Harina de coco.....	9
2.4.2.1 Composición fisicoquímica de la harina de coco	10

2.5	Descripción de insumos para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	11
2.5.1	Almidón de yuca	11
2.5.1.1	Composición fisicoquímico del almidón de yuca	12
2.5.2	Almidón de maíz (maicena)	13
2.5.2.1	Composición fisicoquímica de la maicena	13
2.5.3	Margarita (vegetal)	14
2.5.3.1	Composición fisicoquímico de margarina	15
2.5.4	Azúcar	15
2.5.4.1	Composición fisicoquímica del azúcar	16
2.5.5	Polvo para hornear	16
2.5.5.1	Composición fisicoquímica de polvo para hornear	17
2.5.6	Carboximetilcelulosa	17
2.5.6.1	Composición fisicoquímica de carboximetilcelulosa	18
2.5.7	Goma xantana	18
2.5.7.1	Composición fisicoquímica de la goma xantana	19
2.5.8	Huevo	19
2.5.8.1	Composición fisicoquímica del huevo	20
2.5.9	Agua	21
2.5.9.1	Requisitos físicos y organolépticos del agua	21
2.6	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galleta común	22
2.6.1	Mezclado	22
2.6.2	Amasado	23
2.6.3	Laminado	23
2.6.4	Moldeado	23
2.6.5	Horneado	23
2.6.6	Enfriamiento	23
2.6.7	Envasado y sellado	24

CAPITULO III – METODOLÓGIA EXPERIMENTAL

	Pág.
3.1 Desarrollo de la parte experimental	25
3.2 Equipos de proceso instrumentos de laboratorio y utensilios de cocina	25
3.2.1 Equipos de proceso	25
3.2.1.1 Horno semi industrial	25
3.2.1.2 Laminador	26
3.3 Instrumentos de laboratorio	26
3.3.1 Balanza analítica digital	26
3.3.2 Selladora eléctrica manual	27
3.3.3 Balanza de humedad a infrarrojo	27
3.4 Materiales de laboratorio utilizado en el proceso de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	28
3.5 Materiales de cocina	28
3.6 Materia prima para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	28
3.6.1 Aditivos quimicos de grado alimentario para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	29
3.6.2 Insumos alimentarios para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos.....	29
3.7 Diagrama de flujo del proceso para elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	30
3.7.1 Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	31
3.7.1.1 Mesclado 1	31
3.7.1.2 Mesclado 2.....	31
3.7.1.3 Mesclado 3.....	31
3.7.1.4 Amasado	31
3.7.1.5 Reposo.....	32

3.7.1.6	Laminado	32
3.7.1.7	Cortado	32
3.7.1.8	Horneado	32
3.7.1.9	Enfriado.....	33
3.7.1.10	Envasado.....	33
3.8	Características fisicoquímicas de la materia prima.....	33
3.8.1	Análisis de macronutrientes de la harina de coco	33
3.8.2	Análisis de micronutrientes de la harina de coco.....	33
3.8.3	Análisis de macronutrientes de la harina de algarrobo.....	34
3.8.4	Análisis de micronutrientes de la harina de algarrobo.....	34
3.9	Caracterización del producto terminado.....	35
3.10	Análisis de parámetros fisicoquímico del producto terminado	35
3.10.1	Análisis de parámetros de macronutrients del product terminado	35
3.10.2	Análisis de parámetros de micronutrientes del producto terminado.....	36
3.11	Análisis de parámetros microbiológicos del producto terminado	36
3.12	Evaluación sensorial de los alimentos	37
3.13	Diseño experimental	37
3.14	Diseño factorial	38
3.14.1	Diseño experimental con tres factores para el proceso de dosificación de la galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	38
3.14.1.1	Matriz del diseño factorial para el proceso de dosificación de la galleta con harina de coco y algarrobo	39

CAPITULO IV – CÁLCULOS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

	Pág.
4.1 Características fisicoquímicas de la materia prima.....	40
4.1.1 Análisis de macronutrientes de la harina de coco	40
4.1.2 Análisis de micronutrientes de la harina de coco.....	40
4.1.3 Análisis de macronutrientes de la harina de algarrobo.....	41
4.1.4 Análisis de micronutrientes de la harina de algarrobo	41
4.2. Características de las variables del proceso de elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos.....	41
4.2.1 Pruebas preliminares a nivel experimental para elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	42
4.2.2 Variación en la formulación de la galleta para el primer grupo	44
4.2.2.1 Estadístico caja y bigote en la formulación de la galleta del primer grupo	45
4.2.2.2 Estadístico Tukey en la formulación de la galleta del primer grupo para el atributo sabor.....	46
4.2.2.3 Estadístico Tukey en la formulación de la galleta del primer grupo para el atributo textura	47
4.2.2.4 Estadístico Tukey en la formulación de la galleta del primer grupo para el atributo apariencia	47
4.2.2.5 Análisis de varianza en la formulación de la galleta del primer grupo para el atributo aroma y color.....	48
4.2.3 Variación en la formulación de la galleta para el segundo grupo.....	48
4.2.3.1 Estadístico caja y bigote en la formulación de la galleta del segundo grupo	49
4.2.3.2 Análisis de varianza para los atributos sensoriales para la galleta del segundo grupo	50
4.2.4 Variación en la formulación de la galleta para el tercer grupo.....	51
4.2.4.1 Estadístico caja y bigote en la formulación de la galleta del tercer grupo	51

4.2.4.2	Estadístico de Tukey en la formulación de la galleta del tercer grupo para el atributo sabor.....	52
4.2.4.3	Análisis de varianza en la formulación de la galleta del tercer grupo del tercer grupo para el atributo textura	53
4.2.5	Variación del contenido de goma xantana y carboximetilcelulosa en la formulación de la galleta del cuarto grupo	53
4.2.5.1	Estadístico caja y bigote de goma xantana y carboximetilcelulosa en la formulación de la galleta del cuarto grupo	54
4.2.5.2	Estadístico Tukey de goma xantana y carboximetilcelulosa de la galleta del cuarto grupo para el atributo color.....	55
4.2.5.3	Estadístico Tukey de goma xantana y carboximetilcelulosa de la galleta del cuarto grupo para el atributo apariencia.....	55
4.2.5.4	Análisis de varianza en la formulación de la galleta del cuarto para el atributo sabor, aroma y textura.....	56
4.3	Diseño factorial para el proceso de dosificación de la galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	56
4.4	Comparación de la muestra ideal y muestra del diseño experimental...	57
4.4.1	Estadístico caja y bigote de comparación de la muestra ideal y muestra del diseño experimental	58
4.4.2	Estadístico Tukey de la muestra ideal y muestra del diseño experimental para el atributo textura.....	59
4.4.3	Estadístico Tukey de la muestra ideal y muestra del diseño experimental para el atributo consistencia.....	59
4.5	Selección de la forma de la galleta con harina de coco y algarrobo	60
4.6	Caracterización del producto terminado.....	60
4.7	Análisis fisicoquímicos del producto terminado.....	61
4.7.1	Análisis de macronutrientes del producto terminado.....	61
4.7.2	Análisis de micronutrientes del producto terminado	62
4.8	Análisis microbiológicos del producto terminado	62
4.9	Selección de tipo de envase para el producto terminado.....	63

4.10	Balance de materia en el proceso de elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	64
4.10.1	Balance en la etapa de mezclado de la materia prima e insumos	67
4.10.2	Balance de materia en la etapa de amasado.....	68
4.10.3	Balance de materia en la etapa de laminado.....	70
4.10.4	Balance de materia en la etapa de cortado	72
4.10.5	Balance de materia en la etapa de horneado de la masa	73
4.10.6	Balance de materia en la etapa de enfriado	75
4.10.7	Balance de materia en la etapa de envasado.....	76
4.11	Resumen general del balance de materia del proceso de elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	78
4.12	Balance de energía en el proceso de horneado de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	80

CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

		Pág.
5.1	Conclusiones.....	88
5.2	Recomendaciones	90

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Clasificación de galletas	6
Tabla 2.2	Composición fisicoquímica de la galleta común.....	6
Tabla 2.3	Composición fisicoquímica de la galleta de arroz sin gluten.....	7
Tabla 2.4	Productos y alimentos aptos para celíacos.....	8
Tabla 2.5	Propiedades fisicoquímicas de la harina de algarrobo	9
Tabla 2.6	Composición fisicoquímica de la harina de coco	10

Tabla 2.7	Aplicaciones del almidón de yuca	12
Tabla 2.8	Composición fisicoquímica del almidón de yuca	13
Tabla 2.9	Composición fisicoquímica de la maicena	14
Tabla 2.10	Composición fisicoquímica de margarina	15
Tabla 2.11	Composición fisicoquímica del azúcar	16
Tabla 2.12	Dosificación básica de polvo para hornear	17
Tabla 2.13	Composición fisicoquímica de carboximetilcelulosa	18
Tabla 2.14	Composición fisicoquímica de goma xantana.....	19
Tabla 2.15	Composición fisicoquímica del huevo	20
Tabla 2.16	Requisitos físicos y organolépticos del agua potable	21
Tabla 3.1	Material de laboratorio en el proceso de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	28
Tabla 3.2	Material de cocina.....	28
Tabla 3.3	Materias primas	29
Tabla 3.4	Aditivos químicos de grado alimentario	29
Tabla 3.5	Insumos alimentarios para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	29
Tabla 3.6	Análisis de macronutrientes de la harina de coco	33
Tabla 3.7	Análisis de micronutrientes de la harina de coco.....	34
Tabla 3.8	Parámetros y métodos de macronutrientes de la harina de algarrobo.....	34
Tabla 3.9	Parámetros y métodos de micronutrientes de la harina de algarrobo.....	34
Tabla 3.10	Parámetros de la caracterización física del producto terminado	35
Tabla 3.11	Parámetros fisicoquímicos del producto terminado.....	35
Tabla 3.12	Parámetros y métodos macronutrientes del producto terminado.....	36
Tabla 3.13	Análisis de parámetros de micronutrientes del producto terminado ..	36
Tabla 3.14	Parámetros y métodos microbiológicos del producto terminado.....	36

Tabla 3.16 Matriz del diseño factorial para la dosificación de la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	39
Tabla 4.1 Análisis de macronutrientes de la harina de coco	40
Tabla 4.2 Análisis de micronutrientes de la harina de coco.....	40
Tabla 4.3 Análisis de macronutrientes de la harina de algarrobo	41
Tabla 4.4 Análisis de micronutrientes de la harina de algarrobo.....	41
Tabla 4.5 Formulación base de galleta con harina de soya y arroz	42
Tabla 4.6 Formulación 1 para la galleta con harina de coco y algarrobo.....	43
Tabla 4.7 Formulación 2 de galleta del primer y segundo grupo.....	43
Tabla 4.8 Variación en la formulación de la galleta del primer grupo.....	45
Tabla 4.9 Estadístico Tukey del primer grupo para el atributo sabor	46
Tabla 4.10 Estadístico Tukey del primer grupo para el atributo textura	47
Tabla 4.11 Estadístico de Tukey del primer grupo para el atributo apariencia	47
Tabla 4.12 Variación en la formulación de la galleta del segundo grupo	49
Tabla 4.13 Variación en la formulación de la galleta del tercer grupo.....	51
Tabla 4.14 Estadístico Tukey del tercer grupo para el atributo sabor	52
Tabla 4.15 Variación de goma xantana y carboximetilcelulosa de la galleta del cuarto grupo.....	54
Tabla 4.16 Estadístico Tukey del cuarto grupo para el atributo color	55
Tabla 4.17 Estadístico Tukey del cuarto grupo para el atributo apariencia.....	55
Tabla 4.18 Análisis de varianza para el diseño experimental de la galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	57
Tabla 4.19 Valores de carboximetilcelulosa para muestra final de la galleta	58
Tabla 4.20 Estadístico Tukey de la muestra ideal y diseño experimental para el atributo textura	59
Tabla 4.21 Estadístico Tukey de la muestra ideal y diseño experimental para el atributo consistencia	59
Tabla 4.22 Caracterización del producto terminado	61

Tabla 4.23 Análisis fisicoquímicos del producto terminado	61
Tabla 4.24 Análisis de macronutrientes del producto terminado.....	62
Tabla 4.25 Análisis de micronutrientes del producto terminado	62
Tabla 4.26 Análisis microbiológicos del producto terminado	63
Tabla 4.27 Propiedades psicométricas del aire en el proceso del horneado	80

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de galleta	22
Figura 3.1 Horno semi industrial	25
Figura 3.2 Laminador.....	26
Figura 3.3 Balanza digital	26
Figura 3.4 Selladora manual	27
Figura 3.5 Balanza de humedad a infrarrojo.....	27
Figura 3.6 Diagrama de flujo para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	30
Figura 3.7 Evaluaciones sensoriales para la galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	37
Figura 4.1 Pruebas preliminares a nivel experimental para la elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	44
Figura 4.2 Estadístico caja y bigote en la formulación para la galleta del primer grupo	45
Figura 4.3 Galletas con xantana y carboximetilcelulosa	48
Figura 4.4 Estadístico caja y bigote en la formulación para la galleta del segundo grupo.....	49
Figura 4.5 Masa de galleta con xantana y carboximetilcelulosa	50
Figura 4.6 Estadístico caja y bigote para la formulación de la galleta del tercer grupo	52

Figura 4.7	Influencia de margarina en masa de la galleta	53
Figura 4.8	Estadístico caja y bigote de goma xantana y carboximetilcelulosa de la galleta del cuarto grupo	54
Figura 4.9	Masas de galletas con xantana y carboximetilcelulosa	56
Figura 4.10	Estadístico caja y bigote de la muestra ideal y muestra del diseño experimental	58
Figura 4.11	Distribución de porcentaje de la forma de la galleta	60
Figura 4.12	Selección de tipo de envase para el producto terminado	63
Figura 4.13	Balance de materia en el proceso de elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	65
Figura 4.14	Etapa de mezclado	67
Figura 4.15	Etapa de amasado	68
Figura 4.16	Etapa de laminado	70
Figura 4.17	Etapa de cortado de la masa de la galleta	72
Figura 4.18	Etapa de horneado de la masa de galleta	74
Figura 4.19	Etapa de enfriamiento	75
Figura 4.20	Etapa de envasado	77
Figura 4.21	Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	79
Figura 4.22	Balance de energía en el proceso de horneado de galleta con harina de coco y algarrobo para celíacos	80