

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE GALLETAS DULCES CON HARINA DE ALGARROBO
Y AVENA**

POR:

JESSENIA ASUNTA PEREZ ORTEGA

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

AGOSTO, 2024

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.

Dedicatorias:

A mis adorables padres: Roman Perez Albornoz y Maria Ortega Aguilera por brindarme todo el amor, esfuerzo, paciencia, voluntad, buenos consejos con los que supieron educarme y apoyo incondicional en los malos y buenos momentos.

A mis queridas hermanas Karen Perez Ortega y Kelly Perez Ortega que, con sus consejos y su apoyo constante en el transcurso de mis estudios supieron orientarme y entenderme para seguir adelante y hacer posible este sueño anhelado.

Agradecimientos:

A Dios todo poderoso por guiarme siempre en todo momento de la vida.

A mis padres agradecer infinitamente y hermanas por darme la oportunidad de estudiar y confiar en mí, fueron el pilar fundamental en mis estudios.

A mi docente guía, Ing. Erick Ramírez, por su valiosa orientación, asesoramiento y dedicación. Su experiencia y conocimiento han sido fundamentales para la realización y culminación de este trabajo.

A mis tribunales, Ing. Claudia Sivila, Ing. Marina Ruiz, Ing. Luis Zenteno, por su valioso tiempo, sugerencias y retroalimentación que han enriquecido significativamente este trabajo. Su experiencia y conocimiento han sido de gran ayuda para mejorar y finalizar este proyecto con éxito.

A todos mis amigos que me ayudaron y colaboraron durante el proceso de mi estudio.

“No te esfuerces en tener éxito, sino en ser valioso”.

Albert Einstein

ÍNDICE

CAPÍTULO 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	Objeto de estudio.....	4
1.5	Campo de acción	4
1.6	Planteamiento del problema.....	5
1.7	Formulación de problema.....	5
1.8	Hipótesis.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1	Origen de la galleta dulce.....	6
2.2	Definición de la galleta dulce.....	6
2.3	Clasificación de las galletas en general.....	6
2.4	Propiedades fisicoquímicas de las galletas en general	7
2.5	Valor nutricional de las galletas dulces	8
2.6	Aplicación de la galleta en el ser humano.....	8
2.6.1.1	Materias primas en la elaboración de galletas dulces con harina de algarroba y avena	8
2.6.2	Harina de algarroba	8
2.6.2.1	Composición fisicoquímica de la harina de algarroba	9
2.6.2.2	Valor nutricional de la harina de algarroba	9
2.6.3	Harina de avena.....	10
2.6.3.1	Composición fisicoquímica de la harina de avena	10
2.6.3.2	Valor nutricional de la harina de avena	11

2.6.4	Harina de trigo.....	11
2.6.4.1	Composición fisicoquímica de la harina de trigo.....	11
2.6.4.2	Valor nutricional de la harina de trigo	12
2.7	Caracterización de los insumos utilizados en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	12
2.7.1	Azúcar blanca refinada.....	12
2.7.2	Margarina vegetal.....	13
2.7.3	Polvo de hornear.....	13
2.7.4	Almidón de maíz (maicena).....	13
2.7.5	Huevo de gallina.....	14
2.8	Proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de galletas en general	14
2.8.1	Amasado.....	14
2.8.2	Laminado.....	15
2.8.3	Horneado	15

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1	Desarrollo de la parte experimental	16
3.2	Tipos de intervención experimental	16
3.3	Investigación experimental	16
3.4	Paradigma positivista	17
3.5	Enfoque de investigación	17
3.6	Métodos técnicas e instrumentos.....	17
3.7	Análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos de la harina de algarrobo, avena instantanea, trigo 0000 y galletas dulces	18
3.7.1	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de algarrobo.....	18
3.7.2	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de avena instantanea.....	19
3.7.3	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de trigo 0000	19

3.7.4	Análisis fisicoquímico y microbiológico de galletas dulces de harina con algarrobo y avena instantanea	20
3.8	Equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios de cocina ..	20
3.8.1	Equipos en el proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	20
3.8.2	Instrumentos de laboratorio utilizados en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	21
3.8.3	Material de laboratorio utilizados en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	22
3.8.4	Utensilio de cocina utilizados en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	22
3.9	Materias primas, insumos alimentarios y reactivos químicos.....	23
3.9.1	Materias primas que se utilizaron en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	23
3.9.2	Reactivos químicos de laboratorio	23
3.9.3	Insumos alimenticios que se utilizaron en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	24
3.10	Diagrama del proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	25
3.10.1	Descripción del diagrama de proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	25
3.10.1.1	Premezclado en seco	26
3.10.1.2	Premezclado en húmedo.....	26
3.10.1.3	Mezclado	27
3.10.1.4	Amasado.....	27
3.10.1.5	Reposo	28
3.10.1.6	Laminado.....	28
3.10.1.7	Moldeado.....	29
3.10.1.8	Horneado	29
3.10.1.9	Enfriamiento.....	30
3.10.1.10	Envasado	30
3.11	Análisis sensorial.....	31

3.12	Diseño experimental.....	32
3.12.1	Diseño factorial 2^k	32
3.12.1.1	Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	33
3.12.1.2	Diseño factorial 2^2 en la etapa de horneado de galletas dulces a partir de harina de algarrobo y avena.....	35
3.13	Operacionalización de variables para la elaboración de galletas dulces ...	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Caracterización de la harina de algarrobo, avena instantanea y trigo 0000	37
4.1.1	Análisis fisicoquímico de la harina de algarrobo	37
4.1.2	Análisis microbiológico de la harina de algarrobo.....	37
4.1.3	Análisis fisicoquímico de la harina de avena instantanea	38
4.1.4	Análisis microbiológico de la harina de avena instantanea.....	39
4.1.5	Análisis fisicoquímico de la harina de trigo 0000.....	39
4.1.6	Análisis microbiológico de la harina de trigo 0000	40
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	40
4.2.1	Ensayos preliminares para la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	40
4.2.2	Variación de la dosificación de harinas e insumos en la elaboración de galletas dulces para el ensayo 1.....	42
4.2.3	Variación de la dosificación de harinas e insumos en la elaboración de galletas dulces en el ensayo 2.....	43
4.2.4	Estadístico de caja y bigote para variación de la dosificación de harinas e insumos en la elaboración de galletas dulces en el ensayo 3	44
4.3	Diseño factorial 2^3 en el proceso de dosificación de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	45
4.3.1	Variable respuesta pH en la etapa de dosificación de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	45

4.3.2	Variable respuesta acidez (ácido láctico) en la etapa de dosificación de las galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	48
4.3.3	Variable respuesta humedad en la etapa de dosificación de las galletas dulces con harina de algarrobo y avena	51
4.3.4	Evaluación sensorial en el diseño experimental 2 ³ en la etapa de dosificación en las galletas dulces con harina de algarrobo y avena	54
4.3.4.1	Estadístico de caja y bigote para el nivel inferior del factor C de las galletas dulces con harina de algarrobo y avena	54
4.3.4.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo sabor en el nivel inferior para el factor C.....	55
4.3.4.1.2	Estadístico de Tukey para el atributo textura en el nivel inferior para el factor C.....	55
4.3.4.2	Estadístico de caja y bigote para el nivel superior del factor C de las galletas dulces con harina de algarrobo y avena	56
4.4	Evaluación sensorial para elegir la muestra final de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	57
4.4.1	Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra final del factor C de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	57
4.4.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo sabor del factor C.....	58
4.5	Diseño factorial 2 ² en la etapa de horneado para las galletas dulces con harina de algarrobo y avena	58
4.5.1	Variable respuesta de contenido de humedad en la etapa de horneado	58
4.5.2	Estadístico de caja y bigote en la etapa del horneado	61
4.5.2.1	Estadístico de Tukey para el atributo color en la etapa del horneado	62
4.5.2.2	Estadístico de Tukey para el atributo sabor en la etapa del horneado.....	62
4.5.2.3	Estadístico de Tukey para el atributo textura en la etapa del horneado	63
4.6	Evaluación sensorial para la muestra final del producto de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	63
4.7	Análisis fisicoquímico de la masa húmeda en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	64
4.8	Caracterización del producto terminado	65
4.8.1	Análisis fisicoquímico de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	65

4.8.2	Análisis microbiológico de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	65
4.9	Control de pH, acidez y contenido de humedad en la muestra final de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	66
4.9.1	Control de pH en las galletas dulces con harina de algarrobo y avena	66
4.9.2	Control de acidez (ácido láctico) en galletas dulces con harina de algarrobo y avena durante el almacenamiento	68
4.9.3	Control del contenido de humedad en galletas dulces con harina de algarrobo y avena en el almacenamiento	69
4.10	Balance de materia general para la elaboración de galletas con harina de algarrobo y avena	72
4.10.1	Balance de materia en la etapa de pre mezclado en seco	75
4.10.2	Balance de materia en la etapa de pre mezclado en húmedo	76
4.10.3	Balance de materia en la etapa de mezclado	77
4.10.4	Balance de materia en la etapa de amasado	78
4.10.5	Balance de materia en la etapa de reposo.....	78
4.10.6	Balance de materia en la etapa de laminado	79
4.10.7	Balance de materia en la etapa de moldeado.....	80
4.10.8	Balance de materia en la etapa de horneado	81
4.10.9	Balance de materia en la etapa de enfriado	82
4.10.10	Balance de materia en la etapa de envasado	82
4.11	Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de galletas dulces con harina algarrobo y avena	84
4.12	Balance de energía en la etapa de premezclado en húmedo.....	85
4.13	Balance de energía en la etapa de horneado de las galletas dulces con harina algarrobo y avena	86
4.13.1	Balance de energía para calentar el horno.....	87
4.13.2	Balance de energía para la cocción de la masa de galletas	88
4.14	Balance de energía para determinar la cantidad de calor total necesario para elaborar las galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	90

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	92
5.2	Recomendaciones.....	94
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Propiedades fisicoquímicas de galletas en general.....	7
Tabla 2.2	Composición fisicoquímica de la harina de algarroba.....	9
Tabla 2.3	Valor nutritivo de la harina de algarrobo.....	10
Tabla 2.4	Composición fisicoquímica de la harina de avena.....	10
Tabla 2.5	Valor nutricional de la harina de avena	11
Tabla 2.6	Composición fisicoquímica de la harina de trigo.....	11
Tabla 2.7	Valor nutricional de la harina de trigo	12
Tabla 3.1	Matriz del diseño factorial aplicado en la etapa de dosificación de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	34
Tabla 3.2	Nivel de variación de los factores en la etapa de dosificación.....	34
Tabla 3.3	Disposición matricial de variables en la etapa de horneado	35
Tabla 3.4	Nivel de variación de los factores en la etapa de horneado	35
Tabla 3.5	Operacionalización de variables para la elaboración de galletas dulces con harina de algarroba y avena	36
Tabla 4.1	Análisis fisicoquímico de la harina de algarrobo.....	37
Tabla 4.2	Análisis microbiológico de la harina de algarrobo	38
Tabla 4.3	Análisis fisicoquímico de la harina de avena instantanea.....	38
Tabla 4.4	Análisis microbiológico de la harina de avena instantanea	39
Tabla 4.5	Análisis fisicoquímico de la harina de trigo 0000.....	39
Tabla 4.6	Análisis microbiológico de la harina de trigo 0000	40
Tabla 4.7	Análisis de variación en función de la variable respuesta pH.....	45

Tabla 4.8	Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico)	48
Tabla 4.9	Análisis de varianza en función de la variable respuesta humedad	51
Tabla 4.10	Estadístico Tukey para el atributo sabor en el nivel inferior	55
Tabla 4.11	Estadístico Tukey para el atributo textura en el nivel inferior	56
Tabla 4.12	Estadístico Tukey para el atributo sabor	58
Tabla 4.13	Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad.....	59
Tabla 4.14	Estadístico Tukey para el atributo color en la etapa del horneado.....	62
Tabla 4.15	Estadístico Tukey para el atributo sabor en la etapa del horneado	62
Tabla 4.16	Estadístico Tukey para el atributo textura en la etapa del horneado.....	63
Tabla 4.17	Control fisicoquímico de la masa húmeda en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	64
Tabla 4.18	Análisis fisicoquímico de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	65
Tabla 4.19	Análisis microbiológico de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	66
Tabla 4.20	Variación de pH en el almacenamiento	67
Tabla 4.21	Variación de acidez (ácido láctico) en el almacenamiento	68
Tabla 4.22	Variación de humedad en el almacenamiento.....	70
Tabla 4.23	Calores específicos de componentes alimentarios	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Clasificación de las galletas en general	7
Figura 3.1:	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de algarrobo.....	18
Figura 3.2:	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de avena instantánea	19
Figura 3.3:	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de trigo 0000.....	19
Figura 3.4:	Análisis fisicoquímico y microbiológico de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	20

Figura 3.5: Equipos en el proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	21
Figura 3.6: Instrumentos en el proceso de análisis de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	21
Figura 3.7: Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	23
Figura 3.8: Reactivos químicos.....	23
Figura 3.9: Insumos en el proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	24
Figura 3.10: Diagrama del proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	25
Figura 3.11: Proceso de premezclado en seco	26
Figura 3.12: Proceso de premezclado en húmedo.....	26
Figura 3.13: Proceso de mezclado	27
Figura 3.14: Proceso de amasado.....	27
Figura 3.15: Proceso de reposo	28
Figura 3.16: Proceso de laminado.....	28
Figura 3.17: Proceso de moldeado	29
Figura 3.18: Proceso de horneado.....	29
Figura 3.19: Proceso de enfriamiento	30
Figura 3.20: Proceso de envasado.....	30
Figura 3.21: Evaluaciones sensoriales de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	31
Figura 4.2: Variación de la dosificación en la elaboración de galletas dulces para el ensayo 1	42
Figura 4.3: Valoración subjetiva en la elaboración de galletas dulces para el ensayo 1	42
Figura 4.4: Variación de la dosificación en la elaboración de galletas dulces para el ensayo 2	43
Figura 4.5: Valoración subjetiva en la elaboración de galletas dulces para el ensayo 2	43

Figura 4.6: Caja y bigote para variación de la dosificación en la elaboración de galletas dulces para el ensayo 3	44
Figura 4.7: Efectos principales de la variable respuesta pH	46
Figura 4.8: Interacción de factores de la variable respuesta pH	47
Figura 4.9: Diagrama de Pareto estandarizada para pH	47
Figura 4.10: Efectos principales para la acidez (ácido láctico).....	49
Figura 4.11: Interacción de factores de para acidez (ácido láctico).....	50
Figura 4.12: Diagrama de Pareto estandarizada para la acidez (ácido láctico).....	50
Figura 4.13: Efectos principales para el contenido de humedad.....	52
Figura 4.14: Interacción de factores de para el contenido de humedad	53
Figura 4.15: Diagrama de Pareto estandarizada para el contenido de humedad.....	53
Figura 4.16: Caja y bigote del diseño factorial para el nivel inferior del factor C.....	54
Figura 4.17: Caja y bigote del diseño factorial para el nivel superior del factor C	56
Figura 4.18: Estadístico de caja y bigote para elegir la muestra final de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	57
Figura 4.19: Efectos principales para el contenido de humedad.....	59
Figura 4.20: Interacción de factores de para el contenido de humedad	60
Figura 4.21: Diagrama de Pareto estandarizada para el contenido de humedad.....	61
Figura 4.20: Estadístico de caja y bigote en la etapa del horneado.....	61
Figura 4.23: Caja y bigote para la muestra final de galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	64
Figura 4.24: Control de pH en galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	67
Figura 4.25: Control de acidez (ácido láctico) en galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	69
Figura 4.26: Control de contenido de humedad en galletas dulces con harina de algarrobo y avena.....	70
Figura 4.27: Balance de materia general del proceso de elaboración de galletas con harina de algarrobo y avena	72
Figura 4.28: Etapa de pre mezclado en seco	75
Figura 4.29: Etapa de pre mezclado en húmedo	76
Figura 4.30: Etapa de mezclado	77

Figura 4.31: Etapa de amasado	78
Figura 4.32: Etapa de reposo.....	78
Figura 4.33: Etapa de laminado	80
Figura 4.34: Etapa de moldeado	80
Figura 4.35: Etapa de horneado	81
Figura 4.36: Etapa de enfriado	82
Figura 4.37: Etapa de envasado	83
Figura 4.38: Balance general de materia para el proceso de elaboración de galletas dulces con harina de algarrobo y avena	84
Figura 4.39: Pre mezclado en húmedo.....	85
Figura 4.40: Dimensiones del horno	86