

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



ELABORACIÓN DE PAN HAMBURGUESA TIPO AMERICANO

Por:

JUAN MIGUEL ARECO ARECO

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.

SEMESTRE II – 2023

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

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

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

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

M. Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUÍA

Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez
TRIBUNAL

Ing. Carola Mabel Castro Quispe
TRIBUNAL

Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez
TRIBUNAL

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

DEDICATORIA

El presente trabajo final de grado me otorga una gran satisfacción al cumplir un logro muy importante en mi vida. Está dedicado con muchísimo amor a mis seres queridos que me apoyaron, por siempre fortalecer mi corazón e iluminar mi mente. ¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por que, gracias a él, todo lo que te propones en la vida con amor es posible.

Agradezco a todos mis docentes y amigos por todo el conocimiento adquirido en estos años.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general.....	2
1.3.2	Objetivos específicos.....	3
1.4	Objeto de estudio.....	3
1.5	Campo de acción	3
1.6	Planteamiento del problema.....	4
1.7	Formulación del problema.....	4
1.8	Hipótesis	4

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del pan.....	5
2.2	Definición del pan	5
2.3	Clasificación del pan	5
2.4	Tipos de pan.....	6
2.4.1	Pan común.....	6
2.4.1.1	Pan bregado.....	6
2.4.1.2	Pan de flama.....	6
2.4.2	Pan especial.....	7
2.4.2.1	Pan integral	7
2.4.2.2	Pan de Viena	7
2.4.2.3	Pan americano	7
2.4.2.4	Pan de cereales	8

2.4.2.5	Pan de leche	8
2.5	Pan hamburguesa tipo americano.....	8
2.6	Propiedades nutricionales del pan hamburguesa tipo americano.....	8
2.7	Características físicas del pan hamburguesa tipo americano.....	8
2.8	Aplicaciones del pan hamburguesa tipo americano.....	9
2.9	Caracterización de las harinas de trigo, garbanzo y amaranto para la elaboración del pan de hamburguesa tipo americano.....	9
2.9.1	Harina de trigo	9
2.9.1.1	Composición química de la harina de trigo	10
2.9.1.2	Propiedades nutricionales de la harina de trigo	11
2.9.2	Harina de garbanzo.....	11
2.9.2.1	Composición química de la harina de garbanzo	11
2.9.2.2	Propiedades nutricionales de la harina de garbanzo.....	12
2.9.3	Harina de amaranto	12
2.9.3.1	Composición química de la harina de amaranto	13
2.9.3.2	Propiedades nutricionales de la harina de amaranto	13
2.10	Caracterización de los insumos utilizados en la elaboración del pan hamburguesa tipo americano	13
2.10.1	Azúcar refinada granulada.....	14
2.10.2	Sal fina yodada.....	14
2.10.3	Manteca vegetal	14
2.10.4	Levadura seca.....	15
2.10.5	Agua	15
2.11	Operaciones en el proceso de elaboración de productos panificados	16
2.11.1	Amasado	16
2.11.2	Fermentación panaria	16
2.11.2.1	Fermentación alcohólica del pan.....	17
2.11.2.2	Fermentación láctica del pan	17
2.11.3	Factores que influyen en la fermentación del pan.....	17

2.11.3.1	Factores referidos a las materias primas e insumos en la elaboración del pan hamburguesa tipo americano	17
2.11.3.2	Factores propios de la masa en la elaboración del pan hamburguesa tipo americano.....	18
2.11.3.3	Factores externos en la fermentación en la elaboración del pan hamburguesa tipo americano.....	19
2.12.	Factores importantes durante el proceso de elaboración del pan hamburguesa tipo americano	20
2.12.1	El gluten.....	20
2.12.2	Hidratación.....	20
2.12.3	Extensibilidad.....	20
2.12.4	Elasticidad.....	21
2.12.5	Tenacidad.....	21

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	21
3.2	Tipo de intervención experimental.....	21
3.3	Paradigma investigativo	21
3.4	Enfoque de investigación.....	22
3.5	Método – técnica e instrumentos.....	22
3.5.1	Análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de trigo, garbanzo y amaranto	22
3.5.2	Análisis fisicoquímico, minerales y microbiológico del pan hamburguesa tipo americano	23
3.6	Equipos, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios de cocina.....	24
3.6.1	Equipos	24
3.6.2	Instrumentos de laboratorio	25
3.6.3	Materiales de laboratorio	25
3.6.4	Utensilio de cocina	26

3.7	Descripción de los insumos, aditivo alimentario y reactivo químico	26
3.7.1	Insumos y aditivo alimentario.....	26
3.7.2	Reactivo químico.....	26
3.8	Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano	26
3.8.1	Descripción del diagrama del proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano	28
3.9	Análisis sensorial de los alimentos.....	31
3.10	Diseño experimental.....	33
3.10.1	Diseño factorial 2 ³ en la etapa de dosificación del pan hamburguesa tipo americano.....	33
3.11	Operacionalización de variables en el proceso de elaboración del pan hamburguesa tipo americano.....	35

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Características de las harinas de trigo, garbanzo y amaranto	36
4.1.1	Análisis fisicoquímico de la harina de trigo	36
4.1.2	Análisis microbiológico de la harina de trigo	36
4.1.3	Análisis fisicoquímico de la harina de garbanzo.....	37
4.1.4	Análisis microbiológico de la harina de garbanzo	38
4.1.5	Análisis fisicoquímico de la harina de amaranto	38
4.1.6	Análisis microbiológico de la harina de amaranto	39
4.2	Caracterización de las variables en el proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano.....	39
4.2.1	Desarrollo de pruebas preliminares para la elaboración de pan común	39
4.2.2	Elaboración de pan común para las pruebas preliminares 1	41
4.2.3	Elaboración de pan común para las pruebas preliminares 2	43
4.2.3.1	Estadístico caja y bigote de pan común de las pruebas preliminares 2	43

4.2.4	Selección de las muestras de pan común de pruebas preliminares 3	44
4.2.4.1	Estadístico caja y bigote de pan común de pruebas preliminares 3	45
4.2.5	Incorporación de harina de garbanzo en pan común en pruebas preliminares 4.....	46
4.2.5.1	Estadístico caja y bigote incorporando harina de garbanzo en pan común de pruebas preliminares 4.....	47
4.2.6	Incorporación de harina de amaranto en pan hamburguesa tipo americano en pruebas preliminares 5	48
4.2.6.1	Estadístico caja y bigote para la incorporación de harina de amaranto en pan hamburguesa tipo americano de pruebas preliminares 5.....	50
4.2.7	Selección de la muestra final de pan hamburguesa tipo americano para las pruebas preliminares 6.....	50
4.2.7.1	Estadístico de caja y bigote para selección de la muestra final de pan hamburguesa tipo americano de pruebas preliminares 6.....	51
4.2.7.1.1	Estadístico de Tukey para atributo sabor para la muestra final de pan hamburguesa tipo americano	52
4.2.7.2	Control de humedad, acidez y pH en las pruebas finales de pan hamburguesa tipo americano	52
4.3	Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación para la elaboración de pan hamburguesa tipo americano	53
4.3.1	Variable respuesta del pH en la etapa de dosificación de pan hamburguesa tipo americano	53
4.3.2	Variable respuesta del porcentaje de acidez en la etapa de dosificación del pan hamburguesa tipo americano	57
4.3.3	Variable respuesta del porcentaje de contenido humedad en el pan hamburguesa tipo americano	60
4.4	Selección de la muestra de pan hamburguesa tipo americano en función de la dosificación del diseño factorial 2^3	63
4.4.1	Selección de la muestra de pan hamburguesa tipo americano del nivel inferior del diseño factorial	64
4.4.1.1	Estadístico de caja y bigote de pan hamburguesa tipo americano del nivel inferior del diseño factorial	64
4.4.2	Selección de la muestra de pan hamburguesa tipo americano del nivel superior del diseño factorial	65

4.4.2.1	Estadístico de caja y bigote de pan hamburguesa tipo americano del nivel superior del diseño factorial	66
4.5	Selección del producto final de pan hamburguesa tipo americano	67
4.5.1	Estadístico de caja y bigote para comparar muestra experimental e ideal de pan hamburguesa tipo americano.....	67
4.6	Evaluación sensorial para la muestra final de pan hamburguesa tipo americano.....	68
4.7	Caracterización del producto terminado.....	69
4.7.1	Análisis fisicoquímico del pan hamburguesa tipo americano	69
4.7.2	Análisis de minerales del pan hamburguesa tipo americano	70
4.7.3	Análisis microbiológico en el pan hamburguesa tipo americano	70
4.8	Control de acidez, pH y humedad en el pan hamburguesa tipo americano durante el almacenamiento	71
4.8.1	Control de acidez en el pan hamburguesa tipo americano durante el almacenamiento	71
4.8.2	Control de pH en el pan hamburguesa tipo americano durante el almacenamiento	72
4.8.3	Control de humedad en el pan hamburguesa tipo americano durante el almacenamiento.....	74
4.9	Balance de materia en el proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano	75
4.9.1	Balance de materia para activación de la levadura	78
4.9.2	Balance de materia en la etapa de pre - mezclado.....	79
4.9.3	Balance de materia en la etapa de mezclado.....	80
4.9.4	Balance de materia en la etapa de amasado	81
4.9.5	Balance de materia parcial en la etapa de horneado.....	81
4.9.6	Balance de materia en la etapa de enfriado.....	83
4.9.7	Balance de materia en la etapa de envasado	84
4.10	Resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano	85
4.11	Balance de energía para la etapa de fermentación de la masa del pan hamburguesa tipo americano.....	86

4.12	Balance de energía para el horneado del pan hamburguesa tipo americano.....	88
4.12.1	Balance de energía para calentar el horno	88
4.12.2	Balance de energía para calentar los aros del pan hamburguesa tipo americano.....	90
4.12.3	Balance de energía para calentar la bandeja del horno.....	90
4.12.4	Balance de energía para hornear la masa de pan hamburguesa	91
4.12.5	Balance de energía para evaporar el agua de la masa del pan hamburguesa tipo americano	93
4.13	Balance de energía para determinar la cantidad de calor total necesario en la elaboración de pan hamburguesa tipo americano	93

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	94
5.2	Recomendaciones.....	96

Bibliografía

Anexos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición química de la harina de trigo	10
Tabla 2.2	Composición química de la harina de garbanzo	12
Tabla 2.3	Composición química de la harina de amaranto	13
Tabla 3.1	Matriz de diseño factorial 2 ³ en la etapa de dosificación	34
Tabla 3.2	Niveles de variación de las variables en la etapa de dosificación.....	34
Tabla 4.1	Análisis fisicoquímicos de la harina de trigo	36
Tabla 4.2	Análisis microbiológico de la harina de trigo	37
Tabla 4.3	Análisis fisicoquímicos de la harina de garbanzo	37
Tabla 4.4	Análisis microbiológico de la harina de garbanzo	38
Tabla 4.5	Análisis fisicoquímicos de la harina de amaranto	38

Tabla 4.6	Análisis microbiológico de la harina de amaranto	39
Tabla 4.7	Variación en la dosificación de pan común para la prueba preliminar 1	41
Tabla 4.8	Variación en la dosificación de pan común incorporando harina de garbanzo	46
Tabla 4.9	Variación en la dosificación de harina de trigo y amaranto	49
Tabla 4.10	Estadístico de Tukey para el atributo de sabor de pruebas finales de pan hamburguesa tipo americano.....	52
Tabla 4.11	Resultado del contenido de humedad, acidez y pH en pan hamburguesa tipo americano	53
Tabla 4.12	Análisis de varianza de la variable respuesta del pH	54
Tabla 4.13	Análisis de varianza de la variable respuesta contenido de acidez	58
Tabla 4.14	Análisis de varianza de la variable respuesta de contenido humedad	61
Tabla 4.15	Análisis fisicoquímicos del pan hamburguesa tipo americano	69
Tabla 4.16	Análisis de minerales en el pan hamburguesa tipo americano.....	72
Tabla 4.17	Análisis microbiológico del pan hamburguesa tipo americano	70
Tabla 4.18	Control de acidez en el pan hamburguesa tipo americano	71
Tabla 4.19	Variación del pH en el pan hamburguesa tipo americano	73
Tabla 4.20	Variación del contenido de humedad en el pan hamburguesa tipo americano	74
Tabla 4.21	Calor específico de componentes alimentarios	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1:	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la harina de trigo, garbanzo y amaranto.....	23
Figura 3.2:	Análisis fisicoquímico, minerales y microbiológico del pan hamburguesa tipo americano.....	24
Figura 3.3:	Equipo para la elaboración de pan hamburguesa tipo americano.....	24
Figura 3.4:	Instrumentos de laboratorio	25

Figura 3.5: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano.....	27
Figura 3.6: Dosificación.....	28
Figura 3.7: Pre - mezclado	28
Figura 3.8: Mezclado	29
Figura 3.9: Amasado.....	29
Figura 3.10: Fermentación 1	29
Figura 3.11: Boleado.....	30
Figura 3.12: Moldeado.....	30
Figura 3.13: Fermentación 2	30
Figura 3.14: Horneado	31
Figura 3.15: Enfriado.....	31
Figura 3.16: Envasado.....	31
Figura 3.17: Pruebas preliminares de pan hamburguesa tipo americano.....	32
Figura 4.1: Pruebas preliminares para obtener la muestra ideal del pan hamburguesa tipo americano.....	40
Figura 4.2: Elaboración de pan común para las pruebas preliminares 1	42
Figura 4.3: Variación en la formulación de pan común para pruebas preliminares 2.....	43
Figura 4.4: Caja y Bigote de pan común de las pruebas preliminares 2.....	44
Figura: 4.5: Variación en la dosificación de pan común de pruebas preliminares 3.....	45
Figura 4.6: Caja y bigote de pan común para las pruebas preliminares 3.....	45
Figura 4.7: Dosificación de la harina de garbanzo en pan común de pruebas preliminares 4.....	47
Figura 4.8: Caja y Bigote incorporando harina de garbanzo en pruebas preliminares 4.....	48
Figura 4.9: Incorporación porcentual de harina de amaranto en pan de garbanzo	49
Figura 4.10: Caja y bigote para la incorporación de harina de amaranto en el pan hamburguesa tipo americano.....	50

Figura 4.11: Formulación de pan hamburguesa tipo americano	51
Figura 4.12: Caja y bigote para selección de la muestra final de pan hamburguesa tipo americano de pruebas preliminares 6	51
Figura 4.13: Efectos principales para el pH	55
Figura 4.14: Interacción de factores para el pH	56
Figura 4.15: Diagrama de Pareto estandarizado par el pH.....	57
Figura 4.16: Efectos principales para el contenido acidez	59
Figura 4.17: Interacción de factores para el contenido acidez	59
Figura 4.18: Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de acidez	60
Figura 4.19: Efectos principales para el contenido de humedad	62
Figura 4.20: Interacción de factores para el contenido de humedad	62
Figura 4.21: Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad	63
Figura 4.22: Pan hamburguesa del nivel inferior	64
Figura 4.23: Caja y bigote del pan hamburguesa tipo americano del nivel inferior.....	65
Figura 4.24: Pan hamburguesa del nivel superior	66
Figura 4.25: Caja y bigote de pan hamburguesa tipo americano del nivel superior	66
Figura 4.26: Caja y bigote para elegir la muestra de pan hamburguesa tipo americano	67
Figura 4.27: Torta estadística de valoración final de pan hamburguesa tipo americano	68
Figura 4.28: Control de acidez en el pan hamburguesa durante el almacenamiento	72
Figura 4.29: Control de pH en el pan hamburguesa durante el almacenamiento	73
Figura 4.30: Control de contenido humedad en el pan hamburguesa.....	74
Figura 4.31: Balance de materia general en el proceso de elaboración de pan hamburguesa tipo americano	76
Figura 4.32: Balance de materia para activación de la levadura	78
Figura 4.34: Balance de materia en la etapa de mezclado	80

Figura 4.35: Balance de materia en la etapa de amasado.....	81
Figura 4.36: Horneado	82
Figura 4.37: Enfriado	83
Figura 4.38: Envasado.....	84
Figura 4.39: Resumen de resultados obtenidos del balance general de materia para la elaboración de pan hamburguesa tipo americano.	86
Figura 4.39: Fermentación	87
Figura 4.40: Horneado	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Operacionalización de variables para la elaboración de pan hamburguesa tipo americano.....	35
--	----

