

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LOS
ALIMENTOS
CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE PAN DE CAMPO CON MASA MADRE SABORIZADO
CON AJO Y ORÉGANO**

POR:

ARACELI TAVERA KOEGLER

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar al grado Académico de Licenciatura de Ingeniería de Alimentos.

OCTUBRE, 2023

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatoria:

Llena de regocijo, de amor y todo mi esfuerzo, dedico esta tesis a mi madre Silvia Koegler, a mi padre Franklin Moisés Tavera y a mi hermano Fernando Tavera quienes han sido siempre mi apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

“Nunca desistas de un sueño.

Solo trata de ver las señales que te llevan a él.”

- El Alquimista

Agradecimientos:

Agradecer a Dios por acompañarme, protegerme y guiarme en cada etapa y brindarme cada oportunidad de fortaleza en mi vida.

A mi madre por ser mi motor de vida y mi padre por ser mi inspiración y ejemplo a seguir, gracias a su amor paciencia y valores inculcados que hoy definen mi vida.

A mi docente guía Ing. Erick Ramírez Ruiz, por su paciencia, perseverancia y a sus conocimientos que me orientaron durante todo mi trabajo.

A mis docentes por sus enseñanzas para desarrollarme profesionalmente y brindarme todos sus conocimientos en especial a mi tribunal. Ing. Never Avendaño, Ing. Marcela Terán y sobre todo al Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez, por sus consejos que fueron importantes a lo largo de mi vida universitaria y la culminación de la misma.

Agradecer a mis futuros colegas y amigos, en especial a Maira Jurado y Alexis Cuenca, por su apoyo incondicional en todo el desarrollo del trabajo y su sincera amistad.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

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

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del pan de masa madre.....	6
2.2	Definición de pan	6
2.3	Definición de masa madre	6
2.4	Tipos de masa madre.....	6
2.5	Clasificación de los tipos de pan elaborados con masa madre	7

2.5.1	Pan de campo con masa madre	8
2.5.2	Pan básico con masa madre	8
2.5.3	Pan básico con masa madre saborizado.....	8
2.5.4	Composición fisicoquímica del pan de masa madre	9
2.5.5	Composición microbiológica del pan de masa madre.....	9
2.6	Caracterización de harina de trigo y harina integral para la elaboración	10
2.6.1	Harina de trigo	10
2.6.2	Harina de trigo integral.....	12
2.7	Caracterización de insumos alimentarios	13
2.7.1	Ajo blanco crudo.....	13
2.7.2	Hojas de orégano mediterráneo en polvo	14
2.7.3	Manzana roja.....	14
2.7.4	Pasas de uva negra sin semillas.....	15
2.7.5	Miel de abeja.....	15
2.7.6	Agua potable para la hidratación de la masa madre.....	15
2.7.7	Aceite de oliva	16
2.7.8	Sal fina de mesa.....	16
2.8	Descripción del método de preparación para la elaboración de pan.....	16
2.8.1	Fermentación.....	16
2.8.2	Autólisis	19
2.8.3	Amasado	19
2.8.4	Horneado con bolsa de asar	20
2.9	Importancia del vapor de agua en la cocción.....	21

2.10	Efecto del uso de masa madre en la conservación	21
------	---	----

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	22
3.2	Tipo de intervención experimental.....	22
3.3	Tipo de investigación	22
3.4	Paradigma	23
3.5	Tipo de enfoque.....	23
3.6	Métodos, técnicas, equipos e instrumentos.....	23
3.6.1	Métodos y técnicas para análisis físico de la manzana roja	24
3.6.2	Métodos y técnicas para el análisis de la pasa de uva.....	24
3.6.3	Métodos y técnicas para el análisis para la harina de trigo.....	25
3.6.4	Métodos y técnicas para el análisis para pan de campo con masa madre....	26
3.6.5	Métodos y técnicas en el control en las soluciones madres.....	26
3.6.6	Métodos y técnicas en el control de la variable en la masa madre	27
3.6.7	Métodos y técnicas en el control del pan de campo de masa madre.....	27
3.6.8	Equipos utilizados en la elaboración de pan.....	28
3.6.9	Material de laboratorio utilizados en el proceso de pan.....	28
3.6.10	Instrumentos de laboratorio e utensilios de cocina utilizados	29
3.6.11	Reactivos químicos.....	30
3.6.12	Insumos alimentarios.....	31
3.6.13	Software exclusivo aplicado para la resolución de datos.....	31

3.7	Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de pan.....	31
3.7.1	Descripción del diagrama de flujo del proceso de elaboración de pan.....	32
3.7.1.1	Preparación de la solución	34
3.7.1.2	Filtración de la solución madre.....	34
3.7.1.3	Preparación de la masa madre.....	34
3.7.1.4	Mezclado.....	34
3.7.1.5	Reposo	35
3.7.1.6	Amasado	35
3.7.1.7	Primera Fermentación	35
3.7.1.8	Formado.....	36
3.7.1.9	Segunda fermentación	36
3.7.1.9	Horneado.....	37
3.8	Análisis sensorial de alimentos	38
3.9	Diseño experimental.....	41
3.9.1	Diseño factorial	41
3.10	Diseño factorial 2^k	41
3.10.1	Diseño factorial 2^3	41
3.10.2	Diseño factorial 2^3 en la dosificación y tiempo de fermentación.....	42
3.12.	Operalización de las variables para la elaboración de pan	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Caracterización de la manzana roja, pasa de uva y harina de trigo.....	45
4.1.1	Caracterización de la manzana roja.....	45
4.1.2.	Caracterización de la harina de trigo.....	49
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración del pan.....	50
4.2.1	Formulación de soluciones madres para la elaboración de pan de campo ...	50
4.2.2.	Preparación de las masas madres según el tipo de fermento	54
4.2.3	Pruebas subjetivas para la elaboración de pan de masa madre.....	57
4.2.4	Prueba preliminar de pan con masa madre	59
4.2.5	Pruebas preliminar pan con masa madre del ensayo 1	63
4.2.6	Selección final de muestra preliminar de con masa madre del ensayo 2	65
4.2.8	Control de PH, acidez y humedad en el proceso de pan con masa madre ...	75
4.3	Diseño experimental en las etapas de elaboración	81
4.3.1	Variable respuesta de contenido de humedad.....	81
4.3.2	Variable respuesta de pH del pan de campo saborizado	85
4.3.3	Variable respuesta de contenido de acidez del pan de campo saborizado....	89
4.3.4.	Evaluación sensorial para el factor porcentaje de agua en la dosificación...	92
4.4.1	Estadístico de caja y bigote para la muestra final de pan de campo	95
4.5	Caracterización del pan de campo de masa madre.....	97
4.5.1	Análisis fisicoquímico del pan de campo de masa madre	97
4.5.2	Análisis microbiológico de pan de campo de masa madre.....	98
4.5.3	Valoración del producto final	98

4.6	Control de pH, acidez y contenido de humedad en el almacenamiento	99
4.6.1	Control de contenido de humedad en el pan de masa madre.....	100
4.6.2	Control del pH en el pan de campo con masa madre.....	102
4.6.3	Control de acidez (ácido láctico) en el pan de masa madre.....	103
4.7	Balance de materia para el proceso de elaboración de pan.....	105
4.7.1	Balance de materia en la etapa de preparación de la solución madre	107
4.7.2	Balance de materia en la etapa de filtración.....	109
4.7.3	Balance de materia en la preparación del cultivo madre	111
4.7.4	Balance de materia en la etapa de mezclado.....	112
4.7.5	.Balance de materia en la etapa de amasado	118
4.7.6	Balance de materia en la etapa de formado	118
4.7.7	Balance de materia en la segunda fermentación	121
4.7.8	Balance de materia en la etapa de horneado	122
4.7.9	Balance de materia en la etapa de enfriamiento.....	123
4.7.10	Balance de materia en la etapa de envasado	124
4.8	Resumen del balance de materia para el proceso de elaboración de pan	125
4.9	Balance de energía para el proceso de fermentación y horneado de pan	127
4.10	Balance de energía para el proceso de horneado en pan	129
4.10.1	Balance de energía para calentar el horno	129
4.10.2	Balance de energía para calentar la bandeja del pan.....	131
4.10.3	Balance de energía para hornear la masa de pan de masa madre	131
4.10.4	Balance de energía para evaporar el agua de la masa de pan de campo	133
4.11	Balance de energía para calcular la cantidad de calor total	135

CÁPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	135
5.2	Recomendaciones.....	138

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición fisicoquímica de pan de masa madre y pan común.....	9
Tabla 2.2	Composición microbiológica del pan de masa madre	10
Tabla 2.3	Composición fisicoquímica de la harina de trigo.....	11
Tabla 2.4	Composición fisicoquímica y nutricional de la harina de trigo integral	13
Tabla 2.5	Composición nutricional ajo blanco crudo	13
Tabla 2.6	Composición fisicoquímica de la manzana roja.....	15
Tabla 3.1	Nivel de variación de los factores en el proceso dosificación	43
Tabla 3.2	Matriz experimental de las variables en la etapa	43
Tabla 4.1	Análisis físico de la manzana variedad roja.....	46
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímicos de manzana variedad roja	47
Tabla 4.3	Análisis microbiológico de la manzana roja.....	47
Tabla 4.4	Análisis fisicoquímico de la pasa de uva negra flame seedles.....	48
Tabla 4.5	Análisis microbiológico de la pasa de uva negra flame seedles	48
Tabla 4.6	Análisis fisicoquímico de la harina de trigo.....	49
Tabla 4.7	Análisis microbiológico de la harina de trigo	50
Tabla 4.8	Parámetros de control de la solución madre de manzana roja	53
Tabla 4.9	Parámetros de control de la solución madre de pasas de uva	54
Tabla 4.10	Control de pH en la masa madre con solución madre	55
Tabla 4.11	Control de pH en la masa madre con solución madre de pasas de uva ..	55
Tabla 4.12	Control de parámetros de la masa madre con agua.....	56
Tabla 4.13	Variación de la dosificación para elaboración de pan	58

Tabla 4.14	Estadístico de Tukey para el atributo aroma de prueba preliminar.....	61
Tabla 4.15	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de prueba preliminar.....	61
Tabla 4.16	Estadístico de Tukey para el atributo textura prueba preliminar	62
Tabla 4.17	Estadístico de Tukey para el atributo acidez prueba preliminar	62
Tabla 4.18	Estadístico de tukey para el atributo acidez de prueba preliminar	65
Tabla 4.19	Estadístico de Tukey para el atributo miga de pan con masa madre.....	66
Tabla 4.20	Dosificación y parámetros de proceso de muestra preliminar final	68
Tabla 4.21	Estadístico de Tukey atributo sabor de pan de campo	72
Tabla 4.22	Estadístico de Tukey atributo olor para pan de campo.....	73
Tabla 4.23	Formulación del pan de campo dulce y salado	74
Tabla 4.24	Control de proceso de elaboración de pan de campo con masa madre ..	74
Tabla 4.25	Variación de humedad en muestras de pan de campo con masa madre .	76
Tabla 4.26	Variación de pH en muestras de pan de campo con masa madre	78
Tabla 4.27	Variación de acidez (ácido láctico) en muestras de pan.....	79
Tabla 4.28	Análisis de varianza en función de la variable respuesta humedad	82
Tabla 4.29	Análisis de varianza en función de la variable respuesta pH	86
Tabla 4.30	Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez	89
Tabla 4.31	Análisis fisicoquímicos de pan de campo con masa madre.....	97
Tabla 4.32	Análisis microbiológico pan de campo de masa madre	98
Tabla 4.33	Control de contenido de humedad en el pan de campo.....	100
Tabla 4.34	Control de pH en el pan de campo con masa madre	102
Tabla 4.35	Control de acidez (ácido láctico) en el pan de campo de masa madre	103

Tabla 4.36	Calores específicos de componentes alimentarios	132
------------	---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Clasificación de masa madre según su elaboración.	7
Figura 2.2:	Tipos de panes elaborados a partir de masa madre.....	8
Figura 2.3:	Factores referidos a la composición del medio.....	18
Figura 3.1.	Métodos y técnicas realizados en la manzana roja.....	24
Figura 3.2:	Métodos y técnicas realizados en la pasa de uva negra sin semilla. ...	25
Figura 3.3:	Métodos y técnicas realizados en la harina de trigo.....	25
Figura 3.4:	Métodos y técnicas para el pan.....	26
Figura 3.5:	Métodos y técnicas de control en soluciones madres.....	27
Figura 3.6:	Métodos y técnicas en el control de la masa madre	27
Figura 3.7: ...	Métodos y técnicas para el control de las variables.....	28
Figura 3.8:	Equipos de proceso de elaboración de pan de campo saborizado	28
Figura 3.9:	Instrumentos de laboratorio.	30
Figura 3.10:	Insumos alimentarios para la elaboración.	31
Figura 3.11:	Diagrama del flujo del proceso para la elaboración del pan.....	32
Figura 3.14:	Preparación de la masa madre.....	34
Figura 3.15:	Mezclado	34
Figura 3.17:	Técnica de amasado	35
Figura 3.18:	Masa en la incubadora de laboratorio	36
Figura 3.18:	Primera fermentación	36
Figura 3.21:	Proceso de horneado.....	37
Figura 3.22:	Enfriado de pan de campo con masa madre.	38
Figura 3.24.	Evaluación sensorial para la elaboración de pan.....	40

Figura 4.1:	Esquema de determinación del análisis físico.	45
Figura 4.2:	Esquema de aplicación para la metodología experimental.....	52
Figura 4.3:	Proceso de elaboración masa madre con solución de agua	56
Figura 4.4:	Pruebas subjetivas de pan con masa madre.	58
Figura 4.5:	Prueba preliminar de pan con masa madre.	59
Figura 4.6:	Caja y bigote para la prueba preliminar de pan con masa madre.	60
Figura 4.7:	Dosificación de prueba preliminar del ensayo 1.....	63
Figura 4.8:	Caja y bigote prueba preliminar de pan del ensayo 1.	64
Figura 4.9:	Dosificación final pan con masa madre de ensayo 2.	66
Figura 4.10:	Caja y bigote para selección final de pan del ensayo 2.....	67
Figura 4.11:	Esquema para obtener la muestra final de pan de campo saborizado.	69
Figura 4.12:	Dosificación y valoración de las saborizaciones de pan de campo....	70
Figura 4.13:	Dosificación de muestras dulces y saladas.	71
Figura 4.14:	Caja y bigote para de pan de campo saborizado de la prueba 1	72
Figura 4.15:	Caja y bigote para la saborización final de pan de masa madre	75
Figura 4.16:	Variación de humedad en función del tiempo.....	77
Figura 4.17:	Variación de pH en función a las etapas del proceso	78
Figura 4.18:	Variación del contenido de acidez en función al proceso.....	80
Figura 4.19:	Efectos principales para el contenido de humedad.	83
Figura 4.20:	Interacción de factores para contenido de humedad.	84
Figura 4.21:	Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad....	85
Figura 4.22:	Efectos principales para el contenido de pH.....	87
Figura 4.23:	Interacción de factores para pH.	87

Figura 4.24:	Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de pH.	88
Figura 4.25:	Efectos principales para el contenido de acidez.....	90
Figura 4.26:	Interacción de factores para el contenido de acidez.....	91
Figura 4.27:	Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de acidez.	92
Figura 4.28:	Caja y bigote de pan de campo saborizado para el nivel superior.	93
Figura 4.29:	Caja y bigote de pan de campo saborizado para el nivel inferior	94
Figura 4.30:	Caja y bigote para la muestra final de pan de campo saborizado	96
Figura 4.31:	Tortas estadísticas de valoración final	99
Figura 4.32:	Control de contenido de humedad en el almacenamiento.....	101
Figura 4.33:	Control de contenido de pH en el almacenamiento.....	102
Figura 4.34:	Control de acidez (ácido láctico) en el almacenamiento	104
Figura 4.35:	Balance de materia para el proceso de elaboración.....	105
Figura 4.36:	Balance de materia en la preparación de solución madre.....	108
Figura 4.37:	Balance de materia en la etapa de filtración	110
Figura 4.38:	Balance de materia la etapa de preparación cultivo madre.....	112
Figura 4.39:	Balance de materia general en el mezclado	113
Figura 4.40:	Balance de materia en la pre activación	113
Figura 4.41:	Balance de materia en la pre-mezcla de harinas.	115
Figura 4.42:	Balance de materia en la etapa de mezclado.....	117
Figura 4.43:	Balance de materia en la etapa de amasado.....	118
Figura 4.44:	Balance de materia en la etapa de formado	119
Figura 4.45:	Balance de materia en la etapa de fermentación.	121
Figura 4.46:	Balance de materia en la etapa de horneado	122

Figura 4.47:	Balance de materia en la etapa de enfriamiento.....	124
Figura 4.48:	Balance de materia en la etapa de envasado	125
Figura 4.49:	Resumen del balance de materia en la elaboración.....	126
Figura 4.50:	Incubadora de laboratorio para fermentación total.	127
Figura 4.51:	Dimensiones de horno	129