

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



“ELABORACIÓN DE LICOR DE QACHA DE MEMBRILLO”

POR:

WILLY LEONARDO BUDIA ESCALIER

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.

TARIJA – BOLIVIA

2026

Dedicatoria

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente:

A Dios que ha sido mi guía y fortaleza para continuar en este proceso de obtener una de las metas más importantes en mi vida.

A mis padres Leonardo Budia y Marycel Escalier por todo su apoyo, amor, sacrificios y sus consejos, por enseñarme a no rendirme ante los obstáculos de la vida.

A mi hermano Rodrigo y tíos Javier y Christa por estar presente, acompañándome y su apoyo moral que me brindaron durante esta etapa.

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	Planteamiento del problema.....	4
1.5	Formulación del problema.....	4
1.6	Objeto de estudio.....	4
1.7	Campo de acción.....	5
1.8	Hipótesis.....	5
 CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO		 Pág
2.1	Origen de los licores.....	6
2.2	Definición de los licores.....	6
2.3	Clasificación de los licores.....	6
2.4	Tipos de los licores.....	7
2.5	Caracterización de la qacha de membrillo y alcohol etílico (C ₂ H ₆ O).....	8
2.5.1	Caracterización de la qacha de membrillo.....	8
2.5.1.1	Propiedades fisicoquímicas de la qacha de membrillo.....	9
2.5.1.2	Propiedades nutricionales de la qacha de membrillo.....	9
2.5.2	Caracterización del alcohol etílico.....	9
2.5.2.1	Especificaciones técnicas del alcohol etílico.....	10
2.6	Caracterización de los insumos para la elaboración de licor de qacha de membrillo.....	10
2.6.1	Azúcar blanca.....	10
2.6.2	Agua destilada.....	11
2.6.3	Bentonita en polvo.....	11
2.7	Descripción del tipo de proceso tecnológico.....	12
2.7.1	Maceración alcohólica.....	12
2.7.2	Tipos de maceración alcohólica.....	12
2.8	Características de los factores que influyen en la maceración alcohólica.....	13

2.8.1	Descripción de los factores que influyen en la maceración alcohólica	13
2.8.1.1	Tiempo de maceración	13
2.8.1.2	Temperatura de maceración	13
2.8.1.3	Alcohol etílico	14
2.8.1.4	pH	14
2.8.1.5	Acidez	14
2.8.1.6	Porcentaje de fruta	14

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

Pág

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	15
3.2	Tipos de intervención experimental.....	15
3.3	Paradigma de investigación.....	15
3.3.1	Paradigma positivista.....	16
3.4	Enfoque de la investigación.....	16
3.5	Métodos, técnicas e instrumentos.....	16
3.5.1	Análisis físico de la qacha de membrillo	17
3.5.2	Análisis fisicoquímicos de la qacha de membrillo	17
3.5.3	Análisis microbiológico de la qacha de membrillo	18
3.5.4	Análisis fisicoquímico del licor de la qacha de membrillo.....	18
3.5.5	Análisis microbiológico del licor de la qacha de membrillo	19
3.6	Equipos, instrumentos, material de laboratorio y utensilios	20
3.6.1	Equipos.....	20
3.6.2	Instrumentos	20
3.6.3	Material de laboratorio	21
3.6.4	Utensilios de cocina	21
3.6.5	Reactivos alimentarios	22
3.6.6	Insumos alimentarios	22
3.7	Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de licor de qacha de membrillo.....	23
3.7.1	Descripción del diagrama de proceso de licor de qacha de membrillo.....	24
3.7.1.1	Qacha de membrillo	24

3.7.1.2	Selección	24
3.7.1.3	Cortado	25
3.7.1.4	Lavado	25
3.7.1.5	Hidratación	26
3.7.1.6	Escurrido	26
3.7.1.7	Maceración	26
3.7.1.8	Filtración I	27
3.7.1.9	Mezclado	27
3.7.1.10	Solución de jarabe.....	28
3.7.1.11	Clarificado.....	28
3.7.1.12	Filtración II.....	29
3.7.1.13	Envasado.....	29
3.8	Evaluación sensorial.....	30
3.8.1	Evaluación sensorial para la valoración del licor de qacha de membrillo obtenido.....	30
3.9	Diseño experimental.....	31
3.10	Diseño factorial 2 ^k	31
3.10.1	Diseño factorial 2 ³ en el proceso de maceración alcohólica	32
3.11	Operacionalización de variables para el proceso de elaboración de licor de qacha de membrillo	35

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Pág
4.1	Caracterización de la qacha de membrillo 36
4.1.1	Propiedades físicas de la qacha de membrillo 36
4.1.2	Propiedades fisicoquímicas de la qacha de membrillo 37
4.1.3	Análisis microbiológico de la qacha de membrillo 38
4.1.4	Análisis de micronutrientes de la qacha de membrillo 39
4.1.5	Propiedades fisicoquímicas del alcohol etílico 39
4.2	Caracterización de las variables del proceso de elaboración de licor de qacha de membrillo 40
4.2.1	Pruebas iniciales para la elaboración de licor de qacha de membrillo 40
4.2.1.1	Variación en la dosificación de insumos de licor de qacha de membrillo para las muestras iniciales 41

4.2.1.2	Variación en la dosificación de insumos del licor de qacha de membrillo para muestras preliminares (grupo 1).....	43
4.2.1.3	Estadístico de caja y bigote de las muestras preliminares del (grupo 1) de licor de qacha de membrillo	44
4.2.1.4	Control de parámetros fisicoquímicos para las pruebas preliminares (grupo 1) de licor de qacha de membrillo.....	46
4.2.1.5	Control de pH en las muestras preliminares (grupo 1).....	46
4.2.1.6	Control de grado de acidez en muestras preliminares (grupo 1).....	48
4.2.1.7	Control de grado de alcohólico en las muestras preliminares (grupo 1).....	49
4.2.2	Variación en la dosificación de insumos de licor de qacha de membrillo para las muestras preliminares (grupo 2).....	50
4.2.2.1	Estadístico de caja y bigote de las muestras preliminares del (grupo 2) de licor de qacha de membrillo	51
4.2.2.2	Control de parámetros fisicoquímicos en las muestras preliminares (grupo 2) de licor de qacha de membrillo	52
4.2.2.3	Control de pH en las muestras preliminares (grupo 2).....	53
4.2.2.4	Control de grado de acidez en muestras preliminares (grupo 2).....	53
4.2.2.5	Control de grado de alcohólico de las muestras preliminares (grupo 2).....	54
4.3	Diseño factorial 2^3 en la etapa de maceración alcohólica de licor de qacha de membrillo.....	55
4.3.1	Variable pH en el licor de qacha de membrillo.....	56
4.3.2	Variable acidez en el licor de qacha de membrillo.....	59
4.3.3	Variable porcentaje de alcohol en el licor de qacha de membrillo.....	63
4.4	Evaluación sensorial de muestras experimentales de licor de qacha de membrillo.....	66
4.4.1	Estadístico de caja y bigote de las muestras experimentales nivel inferior de licor de qacha de membrillo.....	66
4.4.2	Estadístico de caja y bigote de las muestras experimentales nivel superior de licor de qacha de membrillo.....	67
4.5	Evaluación sensorial de las muestras experimentales del nivel inferior, superior y muestra ideal de licor de qacha de membrillo.....	68

4.5.1	Estadístico caja y bigote de muestras del diseño experimental del nivel superior e inferior y muestra ideal de licor de qacha.....	68
4.5.1.1	Estadístico de Tukey para el atributo color de licor de qacha de membrillo.....	69
4.5.1.2	Estadístico de Tukey para el atributo sabor de licor de qacha de membrillo.....	69
4.5.1.3	Estadístico de Tukey para el atributo aroma de licor de qacha de membrillo.....	70
4.5.1.4	Estadístico de Tukey para el atributo grado alcohólico de licor de qacha de membrillo.....	70
4.6	Caracterización del producto terminado.....	71
4.6.1	Análisis fisicoquímico de licor de qacha.....	71
4.6.2	Análisis microbiológico de licor de qacha de membrillo.....	72
4.7	Control de pH y acidez del licor de qacha de membrillo durante el almacenamiento.....	73
4.7.1	Control de (pH) en el licor de qacha durante el almacenamiento.....	73
4.7.2	Control de porcentaje de acidez del licor de qacha de membrillo durante el almacenamiento.....	74
4.8	Balance general para la elaboración de licor de qacha de membrillo.....	76
4.8.1	Balance de materia en la etapa de selección de qacha membrillo.....	80
4.8.2	Balance de materia en la etapa de lavado de qacha de membrillo.....	80
4.8.3	Balance de materia en la etapa de hidratación y escurrido de qacha de membrillo.....	81
4.8.4	Balance de materia en la etapa maceración.....	83
4.8.5	Balance de materia en la etapa de filtración I de licor madre qacha.....	84
4.8.6	Balance de materia en la etapa de preparación de almíbar.....	85
4.8.7	Balance de materia en la etapa de mezclado.....	86
4.8.8	Balance de materia en la etapa de clarificado.....	87
4.8.9	Balance de materia en la etapa de filtración II de licor qacha.....	87
4.9	Balance de energía en el calentamiento del agua para el jarabe.....	90

CAPITULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

		Pág
5.1	Conclusiones.....	93
5.2	Recomendaciones.....	95

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

		Pág
Tabla 2.1	Propiedades fisicoquímicas de la qacha de membrillo.....	8
Tabla 2.2	Valores nutricionales de la qacha de membrillo.....	9
Tabla 2.3	Especificaciones técnicas del alcohol etílico.....	10
Tabla 2.4	Factores que influyen en la maceración alcohólica.....	13
Tabla 3.1	Parámetros físicos de la qacha de membrillo.....	17
Tabla 3.2	Parámetros fisicoquímicos de la qacha de membrillo.....	18
Tabla 3.3	Parámetros microbiológicos de la qacha de membrillo.....	18
Tabla 3.4	Parámetros fisicoquímicos del licor de la qacha de membrillo.....	19
Tabla 3.5	Parámetros microbiológicos del licor de la qacha de membrillo	19
Tabla 3.6	Materiales de laboratorio para la elaboración de licor de qacha de membrillo	21
Tabla 3.7	Utensilios para la elaboración de licor de qacha de membrillo	22
Tabla 3.8	Reactivos alimentarios para la elaboración de licor de qacha de membrillo	22
Tabla 3.9	Insumos alimentarios para la elaboración de licor de qacha de membrillo.....	22
Tabla 3.10	Matriz de diseño factorial en la etapa de maceración.....	33

Tabla 3.11	Nivel de variación de los factores en la etapa de maceración.....	34 37
Tabla 4.1	Propiedades físicas de la qacha de membrillo.....	38
Tabla 4.2	Propiedades fisicoquímicas de la qacha de membrillo.....	38
Tabla 4.3	Análisis microbiológico de la qacha de membrillo.....	39
Tabla 4.4	Análisis de micronutrientes de la qacha de membrillo.....	39
Tabla 4.5	Propiedades fisicoquímicas de alcohol etílico.....	
Tabla 4.6	Variación en la dosificación de insumos para pruebas preliminares.....	41 45
Tabla 4.7	Estadístico de Tukey para atributo color.....	45
Tabla 4.8	Estadístico de Tukey para atributo sabor.....	47
Tabla 4.9	Estadístico de Tukey para atributo aroma.....	47
Tabla 4.10	Control de pH en las muestras preliminares (grupo 1).....	48
Tabla 4.11	Control de acidez en las pruebas preliminares (grupo 1)....	
Tabla 4.12	Control de grado alcohólico en las muestras preliminares (grupo 1).....	49 52
Tabla 4.13	Control de pH en las muestras preliminares (grupo 2).....	53
Tabla 4.14	Control de acidez en las muestras preliminares (grupo 2)...	
Tabla 4.15	Control de grado alcohólico en las muestras preliminares (grupo 2).....	54 55
Tabla 4.16	Dosificación de la muestra ideal C2.....	
Tabla 4.17	Dosificación de las muestras para el factor concentración de alcohol.....	56
Tabla 4.18	Análisis de Varianza de pH en la etapa de maceración alcohólica.....	56
Tabla 4.19	Análisis de Varianza de acidez en la etapa de maceración alcohólica.....	60 63
Tabla 4.20	Análisis de Varianza de porcentaje de alcohol.....	69
Tabla 4.21	Estadístico de Tukey para atributo color.....	69
Tabla 4.22	Estadístico de Tukey para atributo sabor.....	70
Tabla 4.23	Estadístico de Tukey para atributo aroma.....	70
Tabla 4.24	Estadístico de Tukey para atributo grado alcohólico.....	71
Tabla 4.25	Análisis fisicoquímico de licor de qacha.....	72
Tabla 4.26	Análisis microbiológico de licor de qacha de membrillo.....	
Tabla 4.27	Análisis de micronutrientes de licor de qacha de membrillo.....	72
Tabla 4.28	Control de pH de licor de qacha durante el almacenamiento.....	73
Tabla 4.29		74

Control de porcentaje de acidez de licor de qacha durante el almacenamiento.....

ÍNDICE DE FIGURAS		Pág
Figura 2.1	Clasificación de los licores	7
Figura 2.2	Tipos de licores	7
Figura 2.3	Tipos de maceración	12
Figura 3.1	Equipos para la elaboración de licor de qacha de membrillo	20
Figura 3.2	Instrumentos para la elaboración de licor de qacha de membrillo	21
Figura 3.3	Diagrama de flujo de elaboración de licor de qacha de membrillo.....	24
Figura 3.4	Qacha de membrillo	25
Figura 3.5	Selección	25
Figura 3.6	Cortado	26
Figura 3.7	Lavado	26
Figura 3.8	Hidratación.....	27
Figura 3.9	Escurrido.....	27
Figura 3.10	Maceración.....	27
Figura 3.11	Filtración I.....	28
Figura 3.12	Mezclado.....	28
Figura 3.13	Solución de jarabe.....	29
Figura 3.14	Clarificado.....	29
Figura 3.15	Filtración II.....	30
Figura 3.16	Envasado.....	30
Figura 3.17	Evaluaciones sensoriales del licor de qacha de membrillo.....	31
Figura 4.1	Muestras de qacha de membrillo.....	36
Figura 4.2	Pruebas iniciales para la obtención de licor de qacha de membrillo.....	40
Figura 4.3	Valoración subjetiva para pruebas iniciales de licor de qacha de membrillo.....	42
Figura 4.4	Dosificación de insumos para las muestras preliminares (grupo 1).....	43
Figura 4.5	Caja y bigote para muestras preliminares (grupo 1) de licor de qacha de membrillo.....	

Figura 4.6	Control de pH en las muestras preliminares (grupo 1).....	44
Figura 4.7	Control de acidez en las muestras preliminares (grupo 1)...	47
Figura 4.8	Control de contenido de alcohol en las muestras preliminares (grupo 1).....	48
Figura 4.9	Dosificación de insumos para las muestras preliminares (grupo 2).....	49
Figura 4.10	Caja y bigote para muestras preliminares (grupo 2) de licor de licor de qacha de membrillo.....	50
Figura 4.11	Control de pH en las muestras preliminares (grupo 2).....	51
Figura 4.12	Control de acidez en las muestras preliminares (grupo 2)...	53
Figura 4.13	Control de grado alcohólico muestras preliminares (grupo 2).....	54
Figura 4.14	Efectos principales de los factores para pH.....	55
Figura 4.15	Interacciones de factores para pH.....	57
Figura 4.16	Diagrama de Pareto estandarizado para pH.....	58
Figura 4.17	Efectos principales de los factores acidez.....	59
Figura 4.18	Gráfica de interacciones acidez.....	61
Figura 4.19	Diagrama de Pareto Estandarizado acidez.....	61
Figura 4.20	Efectos principales de los factores porcentaje de alcohol...	62
Figura 4.21	Grafica de interacciones porcentaje de alcohol.....	64
Figura 4.22	Diagrama de Pareto Estandarizado porcentaje de alcohol.....	64
Figura 4.23	Caja y bigote de las muestras experimentales nivel inferior de licor de qacha de membrillo.....	65
Figura 4.24	Caja y bigote de las muestras experimentales nivel superior de licor de qacha de membrillo.....	66
Figura 4.25	Caja y bigote pruebas experimentales de licor de qacha nivel inferior, superior y muestra ideal.....	67
Figura 4.26	Control de pH.....	68
Figura 4.27	Control de porcentaje de acidez.....	74
Figura 4.28	Balance general de materia en la elaboración de licor de qacha de membrillo.....	75
Figura 4.29	Balance de materia en la etapa de selección.....	76
Figura 4.30	Balance de materia en la etapa de lavado.....	80
Figura 4.31	Balance de materia en la etapa de hidratación y escurrido.....	81
Figura 4.32	Balance de materia en la etapa de maceración.....	82
Figura 4.33	Balance de materia en la etapa de filtración I.....	83
Figura 4.34	Balance de materia en la etapa de solución de jarabe.....	84

Figura 4.35	Balance de materia en la etapa de mezclado.....	85
Figura 4.36	Balance de materia en la etapa de clarificado.....	87
Figura 4.37	Balance de materia en la etapa de filtración II.....	87
Figura 4.38	Resumen de balance de materia.....	89
Figura 4.39	Calentamiento del agua.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

Pág

Cuadro 3.1	Operacionalización de las variables para la elaboración de de licor de qacha de membrillo.....	35
------------	---	----