

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE CURCUMINA A PARTIR DE CÚRCUMA
(*Curcuma Longa.*) MEDIANTE EL MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR
SOLVENTE**

POR:

ELIDA COLQUE CHUCA

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

TARIJA - BOLIVIA

2025

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

M.Sc. Ing. Fernando Cortez Michel
VICEDECANO a.i.
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz
DIRECTOR
CARRERA INGENIERÍA DE
ALIMENTOS

M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUÍA

Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez
TRIBUNAL

Ing. Carola Mabel Castro Quispe
TRIBUNAL

Ing. Noelia Soledad Ramírez Villa
TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de todo este camino. Gracias por iluminar mi vida, concederme sabiduría y brindarme la perseverancia necesaria para alcanzar esta meta.

A mi mamá, quien ha sido y sigue siendo mi más grande inspiración. Gracias por enseñarme a luchar cada día, por ser ejemplo de valentía y fortaleza, y por estar a mi lado desde el inicio, creyendo en mí incluso cuando yo misma dudaba. No me cansaré de agradecerte todo lo que haces por mí; ninguna palabra será suficiente para expresar mi gratitud. Sin tus sacrificios, dedicación y esfuerzo, nada de esto habría sido posible. Este logro es tan tuyo como mío, porque todo lo que soy es gracias a ti.

De igual manera, me dedico este logro a mí misma, por haber superado muchos obstáculos y momentos difíciles, y por encontrar la fuerza para levantarme y continuar pese a las dificultades.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

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.....	3
1.5 Planteamiento del problema.....	3
1.6 Formulación del problema	4
1.7 Campo de acción.....	4
1.8 Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de la curcumina	5
2.2 Definición del extracto de curcumina	5
2.3 Tipos de extracto de curcumina	5
2.4. Características físicas del extracto de curcumina.....	6
2.4.1 Composición fisicoquímica del extracto de curcumina	6
2.4.2 Propiedades nutricionales de la curcumina	7
2.5 Aplicaciones del extracto de curcumina en las industrias alimentaria y cosmética	7
2.6 Caracterización del rizoma de la cúrcuma (<i>Curcuma Longa</i>)	8

2.6.1 Cúrcuma (<i>Curcuma Longa</i>)	8
2.6.2 Taxonomía de cúrcuma	9
2.6.3 Composición química del rizoma de <i>Curcuma Longa</i>	9
2.6.4 Usos tradicionales y propiedades funcionales de la cúrcuma	9
2.6.5 Aplicaciones de los rizomas de cúrcuma	10
2.7 Caracterización de los reactivos utilizados para el extracto de curcumina	10
2.7.1 Alcohol etílico.....	10
2.7.2 Agua ultra pura.....	11
2.8 Tipos de proceso tecnológico hacer empleado para el extracto de curcumina	12
2.8.1 Factores que intervienen en el extracto de curcumina	12
2.9 Espectrofotometría UV-Visible	14
2.9.1 Fundamento del espectrómetro UV-Visible.....	14
2.9.2 Región UV y región visible en el espectrofotómetro.....	15
2.9.3 Método analítica del espectrofotométrico	15
2.9.4 Absorbancia y transmitancia	16
2.9.5 Ley de Lambert-Beer	17

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental	19
3.2 Tipo de intervención experimental.....	19
3.3 Paradigma investigativo	19
3.3.1 Paradigma positivista	20
3.4 Enfoque de investigación	20
3.5 Métodos, técnicas e instrumentos	20

3.5.1 Análisis físicos de los rizomas de cúrcuma.....	21
3.5.2 Análisis de los micronutrientes de los rizomas de cúrcuma	21
3.5.3 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los rizomas de cúrcuma	22
3.5.4 Caracterización de la técnica espectrofotométrica para el análisis cuantitativo del extracto de curcumina	22
3.6 Equipos, instrumentos, materiales, utensilios y reactivos químicos de laboratorio	24
3.6.1 Equipos de laboratorio	24
3.6.2 Instrumentos de laboratorio.....	24
3.6.3 Material de laboratorio.....	25
3.6.4 Utensilios de cocina	26
3.6.5 Reactivos químicos de laboratorio	26
3.7 Caracterización del procedimiento experimental del extracto de curcumina	26
3.7.1 Procedimiento experimental para determinación de longitud de onda del extracto comercial de curcumina	26
3.7.2 Procedimiento experimental para la determinación de curva patrón del extracto comercial de curcumina	27
3.7.3 Procedimiento experimental para la extracción del extracto de curcumina.....	28
3.7.4 Procedimiento experimental para el análisis cuantitativo del extracto de curcumina.....	29
3.8 Diseño experimental.....	31
3.8.1 Diseño factorial 2^k	31
3.8.2 Diseño factorial 2^3	32
3.9 Operacionalización de las variables para la determinación del rendimiento en ...	34
el extracto de curcumina	34

CAPÍTULO IV

CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 Caracterización de la cúrcuma (<i>Curcuma Lonja</i>)	35
4.1.1 Caracterización física de rizomas de cúrcuma	35
4.1.2 Análisis fisicoquímico de los rizomas de cúrcuma	36
4.1.3 Análisis micronutrientes de los rizomas de cúrcuma	37
4.1.4 Análisis microbiológico de los rizomas de cúrcuma.....	37
4.2 Caracterización de las variables para el extracto de curcumina.....	38
4.2.1 Metodología del análisis cuantitativo para pruebas experimentales del extracto de curcumina.....	38
4.2.2 Determinación de la longitud de onda mediante barrido espectral del extracto comercial de curcumina	40
4.2.3. Determinación de curva patrón del extracto de curcumina comercial	42
4.2.3.1 Curva patrón del extracto comercial de curcumina para el ensayo 1.....	43
4.2.3.2 Curva patrón del extracto comercial de curcumina para el ensayo 2.....	44
4.2.3.3 Curva patrón del extracto comercial de curcumina para el ensayo 3.....	45
4.2.3.4 Selección de la curva patrón del extracto comercial de curcumina	46
4.2.4 Determinación de los niveles de los parámetros del extracto de curcumina.....	47
4.2.4.1 Evaluación de la temperatura de maceración del extracto de curcumina	49
4.2.4.2 Evaluación del tiempo de maceración del extracto de curcumina	51
4.2.4.3 Evaluación de la concentración alcohol etílico de maceración del extracto de curcumina.....	52
4.2.5 Análisis de comparación del extracto de curcumina y curva patrón.....	54
4.2.5.1 Determinación de absorbancia del extracto de curcumina para prueba 1	55
4.2.5.2 Determinación de absorbancia del extracto de curcumina para prueba 2	57

4.2.5.3 Determinación de absorbancia del extracto de curcumina para prueba 3.....	59
4.2.5.4 Comparación de curva patrón y pruebas experimentales del extracto de curcumina.....	61
4.2.6 Determinación de rendimiento del extracto de curcumina a partir de transmitancia	62
4.2.6.1 Determinación de rendimiento del extracto comercial de curcumina para curva patrón.....	62
4.2.6.2 Determinación del rendimiento del extracto de curcumina para prueba 1.....	64
4.2.6.3 Determinación del rendimiento del extracto de curcumina para prueba 2.....	65
4.2.6.4 Determinación del rendimiento del extracto de curcumina para prueba 3.....	67
4.2.6.5 Comparación de rendimiento para curva patrón y pruebas experimentales del extracto de curcumina	68
4.3. Diseño factorial 2^3 del extracto de curcumina	70
4.3.1.1 Análisis de varianza del diseño factorial para las muestras del extracto de curcumina.....	70
4.3.1.2 Coeficiente de regresión para el porcentaje de rendimiento del extracto de curcumina.....	74
4.3.1.3 Optimización del rendimiento para las muestras del extracto de curcumina..	74
5.1 Conclusiones	76
5.2 Recomendaciones.....	77

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Campos de acción del presente trabajo de investigación.....	4
Figura 2.1	Tipos de extracto de curcumina	6
Figura 2.2	Características físicas del extracto de curcumina	6
Figura 2.3	Aplicaciones del extracto de curcumina	8
Figura 2.4	Taxonomía de la cúrcuma.....	9
Figura 2.5	Tipos de proceso para el extracto de curcumina.....	12
Figura 2.6	Regiones de la espectrofotometría.....	15
Figura 2.7	Análisis espectrofotométrico	15
Figura 2.8	Espectros de absorción	16
Figura 3.1	Análisis físicos de los rizomas de cúrcuma	21
Figura 3.2	Técnica y métodos para determinar los análisis de micronutrientes de los rizomas de cúrcuma.....	22
Figura 3.3	Técnica y métodos para determinar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los rizomas de cúrcuma	22
Figura 3.4	Técnica espectrofotométrica para el análisis cuantitativo	23
Figura 3.5	Especificaciones técnicas de los equipos de laboratorio	24
Figura 3.6	Especificaciones técnicas de instrumentos de laboratorio	25
Figura 3.7	Procedimiento experimental para determinar longitud de onda del extracto comercial de curcumina	27
Figura 3.8	Procedimiento para determinar de la curva patrón del extracto comercial de curcumina	28
Figura 3.9	Procedimiento experimental para la extracción del extracto de curcumina	29

Figura 3.10 Procedimiento de caracterización del extracto de curcumina.....	30
Figura 4.1 Muestras de rizomas de cúrcuma	35
Figura 4.2 Metodología del análisis cuantitativo del extracto de curcumina.....	39
Figura 4.3 Determinación de longitud de onda	40
Figura 4.4 Barrido espectral del extracto comercial de curcumina.....	41
Figura 4.5 Determinación de la curva patrón del extracto de curcumina	42
Figura 4.6 Ajuste de linealidad del ensayo 1	43
Figura 4.7 Ajuste de linealidad del ensayo 2	45
Figura 4.8 Ajuste de linealidad del ensayo 3	46
Figura 4.9 Selección de curva patrón del extracto comercial de curcumina.....	47
Figura 4.10 Rendimiento en función de la temperatura del extracto de curcumina ...	50
Figura 4.11 Rendimiento en función del tiempo del extracto de curcumina	51
Figura 4.12 Rendimiento en función de la concentración del alcohol etílico del extracto de curcumina	52
Figura 4.13 Tratamiento de pruebas preliminares.....	53
Figura 4.14 Evaluación del extracto experimental en función de la curva patrón	54
Figura 4.15 Muestras del extracto de curcumina para la prueba 1.....	55
Figura 4.16 Diluciones del extracto de curcumina para la prueba 1	55
Figura 4.17 Comparación de extracto comercial y prueba 1	56
Figura 4.18 Muestras del extracto de curcumina para la prueba 2.....	57
Figura 4.19 Diluciones del extracto de curcumina para la prueba 2	57
Figura 4.20 Comparación de extracto comercial y prueba 2	58
Figura 4.21 Muestras del extracto de curcumina para la prueba 3.....	59
Figura 4.22 Diluciones del extracto de curcumina para la prueba 3	59

Figura 4.23	Comparación de extracto comercial y prueba 3	60
Figura 4.24	Comparación de curva patrón y pruebas experimentales	61
Figura 4.25	Curva patrón para el extracto de curcumina comercial	63
Figura 4.26	Determinación de rendimiento del extracto de curcumina prueba 1	65
Figura 4.27	Determinación de rendimiento del extracto de curcumina prueba 2	66
Figura 4.28	Determinación de rendimiento del extracto de curcumina prueba 3	68
Figura 4.29	Comparación del rendimiento del extracto de curcumina	69
Figura 4.30	Efectos principales para el rendimiento del extracto de curcumina	72
Figura 4.31	Interacción de los factores para el rendimiento del extracto de curcumina	72
Figura 4.32	Diagrama de Pareto estandarizado para el rendimiento de extracto de curcumina.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Propiedades fisicoquímicas del extracto de curcumina	7
Tabla 3.1	Material de laboratorio.....	25
Tabla 3.2	Utensilios de cocina	26
Tabla 3.3	Descripción de reactivos químicos	26
Tabla 3.4	Matriz experimental para determinar el rendimiento.....	34
Tabla 3.5	Niveles de variación de los factores para el extracto de curcumina	34
Tabla 3.6	Operacionalización de variables para el extracto de curcumina	35
Tabla 4.1	Parámetros físicos de rizomas de cúrcuma	36
Tabla 4.2	Análisis fisicoquímico de rizomas de cúrcuma.....	36
Tabla 4.3	Análisis micronutrientes de rizomas de cúrcuma	37
Tabla 4.4	Análisis microbiológico de rizomas de cúrcuma	37
Tabla 4.5	Determinación de longitud de onda	41
Tabla 4.6	Concentración en función de absorbancia para el ensayo 1.....	43
Tabla 4.7	Concentración en función de absorbancia para el ensayo 2.....	44
Tabla 4.8	Concentración en función de absorbancia para el ensayo 3.....	45
Tabla 4.9	Parámetros experimentales para el extracto de curcumina	48
Tabla 4.10	Tratamientos preliminares del extracto de curcumina	49
Tabla 4.11	Rendimiento promedio en función de la temperatura.....	50
Tabla 4.12	Rendimiento promedio en función del tiempo.....	51
Tabla 4.13	Rendimiento promedio en función de concentración alcohol etílico.....	52
Tabla 4.14	Concentración en función de absorbancia curva patrón y prueba 1	56
Tabla 4.15	Concentración en función de absorbancia curva patrón y prueba 2	58

Tabla 4.16	Concentración en función de absorbancia para curva patrón y prueba 3	60
Tabla 4.17	Transmitancia en función de la concentración de curva patrón.....	63
Tabla 4.18	Concentración en función de transmitancia para prueba 1	64
Tabla 4.19	Concentración en función de transmitancia para prueba 2	66
Tabla 4.20	Concentración en función de transmitancia para prueba 3	67
Tabla 4.21	Rendimiento de las muestras del extracto de curcumina	70
Tabla 4.22	Análisis de varianza en función del rendimiento	71
Tabla 4.23	Optimización de variables respuestas	74
Tabla 4.24	Valores óptimos para maximizar el rendimiento de extracto de curcumina	75