

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**OBTENCIÓN DE CURCUMINA EN POLVO A PARTIR DE**  
**CÚRCUMA LONGA, POR EXTRACCIÓN EN AGUA**

**Por:**

**NELLY PAOLA RODRÍGUEZ OCAMPO**

Modalidad de graduación Investigación Aplicada;; presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

**Marzo de 2018**

**Tarija – Bolivia**

## **DEDICATORIA**

Con todo el cariño y amor que mi corazón puede emanar, para Dios y para las personas que eligió como mis ángeles en la tierra, por hacer todo en la vida para hacer que yo pudiera lograr mis sueños, motivarme, ayudarme, formarme con buenos sentimientos, hábitos, valores y darme la mano cuando el camino se ponía difícil.

## ÍNDICE

|                      |     |
|----------------------|-----|
| ADVERTENCIA.....     | ii  |
| AGRADECIMIENTOS..... | iv  |
| DEDICATORIA.....     | iii |
| PENSAMIENTO.....     | v   |
| RESUMEN.....         | vi  |

## INTRODUCCIÓN

|                            |   |
|----------------------------|---|
| ANTECEDENTES.....          | 1 |
| OBJETIVO GENERAL.....      | 6 |
| OBJETIVOS.....             | 6 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 6 |
| JUSTIFICACIÓN.....         | 7 |

## CAPÍTULO I

### PARTE EXPERIMENTAL

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1.1     | MATERIA PRIMA : CÚRCUMA LONGA.....                 | 11 |
| 1.1.1   | ORIGEN DE LA CÚRCUMA LONGA.....                    | 11 |
| 1.1.2   | TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA.....                        | 12 |
| 1.1.3   | EXIGENCIAS ECOLÓGICAS .....                        | 13 |
| 1.2     | CURCUMINOIDES .....                                | 14 |
| 1.3     | CURCUMINA .....                                    | 15 |
| 1.3.1   | CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS.....                | 16 |
| 1.4     | PRODUCCIÓN DE LA CÚRCUMA LONGA.....                | 16 |
| 1.4.1   | PRODUCCIÓN DE CÚRCUMA LONGA EN BOLIVIA .....       | 16 |
| 1.5     | MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE CURCUMINA.....            | 19 |
| 1.5.1   | EXTRACCIÓN POR SOXHLET .....                       | 19 |
| 1.5.2   | EXTRACCIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS (EAM) .....     | 19 |
| 1.5.3   | EXTRACCIÓN POR FLUIDOS SUPERCRÍTICOS.....          | 20 |
| 1.5.4   | EXTRACCIÓN POR MACERACIÓN EN AGUA .....            | 20 |
| 1.5.4.1 | MACERACIÓN EN FRÍO .....                           | 21 |
| 1.5.4.2 | MACERACIÓN CON CALOR .....                         | 21 |
| 1.5.4.3 | MACERACIÓN EN CALIENTE.....                        | 22 |
| 1.5.5   | SECADO POR ASPERSIÓN .....                         | 22 |
| 1.6     | PATENTE LIBERADA.....                              | 24 |
| 1.6.1   | DESCRIPCIÓN.....                                   | 24 |
| 1.6.1.1 | CAMPO TECNICO DE LA INVENCION .....                | 24 |
| 1.6.2   | DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION.....         | 25 |
| 1.6.3   | PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE EXTRACTOS ..... | 25 |
| 1.7     | PASTILLAS DE CÚRCUMA LONGA .....                   | 27 |
| 1.7.1   | COMPOSICIÓN .....                                  | 27 |

## CAPÍTULO II

### PARTE EXPERIMENTAL

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.1     | DESCRIPCIÓN Y ANALISIS DE MATERIA PRIMA.....  | 29 |
| 2.2     | CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA .....   | 29 |
| 2.2.1   | CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MATERIA PRIMA.....                                 | 31 |
| 2.3     | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....   | 32 |
| 2.3.1   | RECEPCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....  | 34 |
| 2.3.2   | LAVADO .....  | 34 |
| 2.3.3   | SECADO AMBIENTAL.....   | 34 |
| 2.3.4   | MOLIENDA.....   | 34 |
| 2.3.5   | TAMIZADO.....   | 35 |
| 2.3.6   | MACERACIÓN .....  | 36 |
| 2.3.7   | FILTRACIÓN .....  | 37 |
| 2.3.8   | SECADO .....  | 37 |
| 2.4     | PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS EMPLEADOS PARA LA.....  |    |
|         | OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS .....   | 38 |
| 2.4.1   | DISEÑO EXPERIMENTAL.....  | 38 |
| 2.4.2   | DISEÑO EXPERIMENTAL FACTORIAL $2^k$ .....   | 38 |
| 2.4.3   | DISEÑO $3^1 \times 2^1$ PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CURCUMINA<br>.....             | 38 |
| 2.4.4   | VARIABLES.....  | 39 |
| 2.4.5   | MATRIZ DE EXPERIMENTOS .....  | 40 |
| 2.5     | EQUIPOS E INSTRUMENTOS NECESARIOS PARA LA OBTENCIÓN .....                               |    |
|         | DE LOS RESULTADOS .....   | 41 |
| 2.5.1   | MATERIA PRIMA Y ADITIVOS E INSUMOS .....  | 41 |
| 2.6     | REQUERIMIENTO, DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS, MATERIALES DE ...<br>LABORATORIO UTILIZADOS..... | 43 |
| 2.6.1   | EQUIPOS DE LABORATORIO .....  | 43 |
| 2.6.1.1 | BALANZA ANALÍTICA DIGITAL.....  | 43 |
| 2.6.1.2 | ESTUFA DE CONVECCIÓN NATURAL .....  | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.1.3 MOLINO DE DISCO.....                             | 46 |
| 2.6.1.4 TAMIZ VIBRATORIO.....                            | 46 |
| 2.6.1.5 EQUIPO DE BAÑO MARÍA.....                        | 48 |
| 2.6.1.6 BALANZA DIGITAL.....                             | 49 |
| 2.6.1.7 ANALIZADOR INFRARROJO SARTORIUS .....            | 51 |
| 2.6.2 MATERIALES DE LABORATORIO.....                     | 52 |
| 2.7 COMPARACIONES FISICOQUÍMICAS DE LA CÚRCUMA LONGA.... | 53 |

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|   |    |
|---|----|
| 3.1 LOS ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.....                                     | 53 |
| 3.1.1 PRESENTACIÓN ORDENADA Y SISTEMÁTICA DE LOS<br>RESULTADOS OBTENIDOS..... | 53 |
| 3.2 RENDIMIENTOS DE PRODUCTOS .....   | 70 |
| 3.2.1 RENDIMIENTO PARA EL DIÁMETRO DE 0,25 MM .....                           | 70 |
| 3.2.2 RENDIMIENTO PARA EL DIÁMETRO DE 1 MM .....                              | 72 |
| 3.3 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.....   | 74 |
| 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO FACTORIAL .....                           | 81 |
| 3.4.1 RENDIMIENTO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL .....                               | 82 |
| 3.5. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DE LA CURCUMINA .....                      | 84 |
| 3.5.1 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS .....                                    | 84 |
| 3.6 BALANCE DE MATERIA.....   | 87 |
| 3.6.1 BALANCE DE MATERIA EN LA RECEPCIÓN Y CLASIFICACIÓN.....                 | 90 |
| 3.6.2 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE LAVADO .....                        | 91 |
| 3.6.3 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE SECADO AMBIENTAL                    | 93 |
| 3.6.4 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MOLIENDA.....                       | 94 |
| 3.6.5 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE TAMIZADO.....                       | 95 |
| 3.6.6 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MACERACIÓN .....                    | 96 |
| 3.6.7 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE FILTRADO .....                      | 97 |

|  |     |
|--|-----|
| 3.6.8 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE SECADO .....     | 99  |
| 3.7 BALANCE DE ENERGIA .....                               | 101 |
| 3.7.1 BALANCE DE ENERGIA EN EL PROCESO DE MACERACIÓN ..... | 101 |
| 3.7.2 BALANCE DE ENERGIA EN EL PROCESO DE SECADO .....     | 103 |
| 3.8 ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL .....       | 105 |
| 3.9 PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE CURCUMINA   | 106 |

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 4.1 CONCLUSIONES.....     | 107 |
| 4.2 RECOMENDACIONES ..... | 109 |
| BIBLIOGRAFÍA .....        | 110 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla I – 1 Características Organolépticas de la Curcumina .....                   | 16 |
| Tabla II – 1 Datos Fisicoquímicos de “Cúrcuma longa.....                           | 31 |
| Tabla II – 2 Variables independientes involucradas en el proceso.....              | 39 |
| Tabla II – 3 Variables dependientes involucradas en el proceso .....               | 39 |
| Tabla II – 4 Matriz de experimentos, plan de experimentación .....                 | 40 |
| Tabla II – 5 Equipos e instrumentos utilizados .....                               | 41 |
| Tabla II – 6 Especificaciones técnicas de la balanza analítica digital .....       | 44 |
| Tabla II – 7 Especificaciones técnicas de la estufa de convección natural .....    | 45 |
| Tabla II – 8 Especificaciones técnicas del tamiz vibratorio .....                  | 47 |
| Tabla II – 9 Especificaciones técnicas del equipo de baño maría .....              | 49 |
| Tabla II - 10Especificaciones técnicas de la balanza digital .....                 | 50 |
| Tabla II –11Materiales de laboratorio .....  | 52 |
| Tabla II –12Comparaciones de datos fisicoquímicas de la Cúrcuma longa.....         | 53 |
| Tabla III - 1 Filtración para la determinación de Curcumina, con T = 40 °C y ..... |    |
| D= 1mm.....  | 54 |
| Tabla III–2 Filtración para la determinación de Curcumina, con T= 40 °C y .....    |    |
| D =0,25 mm .....   | 55 |
| Tabla III – 3 Rendimiento para T = 40 °C.....                                      | 56 |
| Tabla III – 4 Filtración para la determinación de Curcumina, con T = 40°C y .....  |    |
| D = 1mm.Replica.....   | 57 |
| Tabla III– 5 Filtración para la determinación de Curcumina, con T = 40°C y.....    |    |
| D= 0,25 mm.Replica.....  | 58 |
| Tabla III - 6 Rendimiento para T = 40 °C. Replica .....                            | 59 |
| Tabla III –7 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 50 °C y ..... |    |
| D = 1mm.....   | 59 |
| Tabla III–8 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 50 °C y .....  |    |
| D = 0,25 mm .....  | 60 |
| Tabla III–9 Rendimiento para T = 50°C.....   | 61 |



|  |    |
|--|----|
| Tabla III–10 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 50°C y .....    |    |
| D = 1mm.Replica.....   | 62 |
| Tabla III – 11 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 50°C y.....   |    |
| D = 0,25mm .Replica.....   | 63 |
| Tabla III – 12 Rendimiento para T = 50°C. Replica .....                              | 63 |
| Tabla III – 13 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 60°C y.....   |    |
| D = 1 mm .....   | 65 |
| Tabla III – 14 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 60°C y .....  |    |
| D = 0,25 mm.....   | 66 |
| Tabla III – 15 Rendimiento para T = 60°C.....  | 66 |
| Tabla III – 16 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 60°C y .....  |    |
| D = 1 mm. Replica .....  | 68 |
| Tabla III – 17 Filtración para la determinación de Curcumina, para T = 60°C y.....   |    |
| D = 0,25 mm. Replica .....   | 69 |
| Tabla III - 18 Rendimiento para T = 60°C. Replica .....                              | 69 |
| Tabla III - 19 Rendimientos de productos para D = 0,25 mm.....                       | 70 |
| Tabla III – 20 Rendimientos de productos para D= 1mm .....                           | 72 |
| Tabla III – 21 Variación del porcentaje de humedad a temperatura 40 °C y diámetro .. |    |
| 0,25 mm.....   | 74 |
| Tabla III – 22 Variación del porcentaje de humedad a temperatura 40 °C y diámetro .. |    |
| 1mm.....   | 75 |
| Tabla III – 23 Variación del porcentaje de humedad a temperatura 50 °C y diámetro .  |    |
| 0,25 mm.....   | 76 |
| Tabla III - 24 Variación del porcentaje de humedad a temperatura 50 °C y diámetro .. |    |
| 1 mm.....  | 77 |
| Tabla III - 25 Variación del porcentaje de humedad a temperatura 60 °C y diámetro .. |    |
| 0,25 mm.....   | 78 |
| Tabla III - 26 Variación del porcentaje de humedad a temperatura 60 °C y diámetro... |    |
| 1 mm.....  | 80 |
| Tabla III - 27 Rendimiento en el proceso de Obtención de Curcumina .....             | 82 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla III-28 Datos experimentales del proceso de extracción de Curcumina .....       | 83  |
| Tabla III-29 Comparación de las características organolépticas de la Curcumina ..... |     |
| en polvo .....   | 84  |
| Tabla III-30 Datos del mejor rendimiento con una temperatura de 60 °C y diámetro...  |     |
| de 0,25 mm .....   | 86  |
| Tabla III-31 Análisis fisicoquímico del producto Curcumina.....                      | 105 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| Figura i - 1   | Cúrcuma longa, en Colombia .....  | 2   |
| Figura i - 2   | Cúrcuma Longa .....   | 5   |
| Figura i- 3    | La Curcumina .....  | 7   |
| Figura i – 4   | Planta, raíz y polvo de Cúrcuma longa .....   | 10  |
| Figura I – 1   | Cúrcuma longa l. en la Provincia de Pastaza, Ecuador .....  | 11  |
| Figura I - 2   | Planta de la Cúrcuma longa .....  | 13  |
| Figura I - 3   | Curcuminoides del Extracto de Cúrcuma longa l.....  | 14  |
| Figura I - 4   | Estructura de la Curcumina .....  | 15  |
| Figura I – 5   | Mapa de Bolivia de Producción de Cúrcuma longa .....  | 17  |
| Figura I – 6   | Comercialización de Cúrcuma longa fresca en el Mercado Campesino  | 18  |
| Figura I – 7   | Pastillas de Cúrcuma longa.....   | 28  |
| Figura II –1   | Cúrcuma longa, utilizada para la parte Experimental .....   | 30  |
| Figura II – 2  | Proceso de Obtención de Curcumina en polvo a partir de Cúrcuma.....<br>Longa, por extracción en agua..... | 33  |
| Figura II – 3  | Cúrcuma Longa Seca.....   | 42  |
| Figura II – 4  | Balanza Analítica.....  | 43  |
| Figura II – 5  | Estufa de convección natural.....   | 45  |
| Figura II – 6  | Molino de disco .....   | 46  |
| Figura II – 7  | Tamiz vibratorio .....  | 47  |
| Figura II – 8  | Equipo de baño maria.....   | 48  |
| Figura II – 9  | Blanza digital.....   | 50  |
| Figura II – 10 | Analizador infrarrojo Sartorius Ma 100 .....  | 51  |
| Figura III -1  | Diagrama de bloque para el balance de materia .....   | 88  |
| Figura III- 2  | Resumen general para el balance de materia .....  | 100 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro III – 1 Influencia del tamaño de partícula a $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....             | 56 |
| Cuadro III – 2 Influencia del tamaño de partícula a $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....             | 61 |
| Cuadro III – 3 Influencia del tamaño de partícula a $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Replica.....    | 64 |
| Cuadro III – 4 Influencia del tamaño de partícula, $T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....              | 67 |
| Cuadro III – 5 Influencia de la temperatura y masa de producto, para $D = 0,25\text{ mm}$ . 70         |    |
| Cuadro III – 6 Influencia de la temperatura y rendimientos de productos, para .....                    |    |
| $D = 0,25\text{ mm}$ .....   | 71 |
| Cuadro III – 7 Influencia de la temperatura y masa de productos, para $D = 1\text{ mm}$ ...            | 72 |
| Cuadro III – 8 Influencia de la temperatura y rendimientos de productos, para .....                    |    |
| $D = 1\text{ mm}$ .....  | 73 |
| Cuadro III - 9 Curva de humedad para $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diámetro $0,25\text{mm}$ ..... | 75 |
| Cuadro III – 10 Curva de humedad para $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diámetro $1\text{mm}$ .....       | 76 |
| Cuadro III - 11 Curva de humedad para $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diámetro $0,25\text{mm}$ .....    | 77 |
| Cuadro III - 12 Curva de humedad para $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diámetro $1\text{ mm}$ .....      | 78 |
| Cuadro III - 13 Curva de humedad para $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diámetro $0,25\text{mm}$ .....    | 79 |
| Cuadro III - 14 Curva de humedad para $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y diámetro $1\text{mm}$ .....       | 81 |