

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**“PROYECTO DE GRADO”**



**EXTRACCIÓN EXPERIMENTAL DE OLEORRESINA DE PIMENTÓN,  
PRODUCIDO EN EL VALLE CENTRAL DE TARIJA**

Por:

**ÁLVARO RODRÍGUEZ MIRANDA**

Proyecto de grado: (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.

**Octubre de 2020**

**TARIJA - BOLIVIA**

V°B°

---

M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gózalvez

DECANO

---

M.Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDEANO

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Erick Ramírez Ruiz

---

Ing. Hernán Carlos León Aparicio

---

Ing. María Estela Sullca de Campero

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

Este proyecto se lo dedico a mis padres  
Fausto y Rosa, y a mi hermano Roger; por  
todo el aguante que me hicieron para que  
pueda formarme y por hacerme lo que soy.

Quiero agradecer a mis padres y a Roger,  
por darme un apoyo incondicional y los  
medios que necesité; a Dios por permitirme  
llegar a esta instancia; a Jessi, a mi flia. del  
Lab. de química, y amistades por el soporte  
cuando todo parecía oscuro.

<b>ÍNDICE</b>	<b>pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Identificación de la idea del proyecto y necesidad a resolver.....	4
1.3 Descripción general del producto: oleorresina de pimentón.....	5
1.4 Mercado: Aspectos generales.....	7
1.5 Procesos Tecnológicos empleados.....	8
1.6 Materia prima: pimiento (capsicum annum l.).....	9
1.6.1 Taxonomía y morfología del pimiento.....	10
1.6.2 El pimiento en Tarija.....	11
1.6.3 Partes del pimiento.....	13
1.7 Objetivos.....	13
1.7.1 Objetivo general.....	13
1.7.2 Objetivos específicos.....	13
1.8 Justificación.....	14
1.8.1 Justificación económica.....	14
1.8.2 Justificación tecnológica.....	14
1.8.3 Justificación social.....	15
1.8.4 Justificación ambiental.....	15
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Oleorresina de pimentón.....	16
2.1.1 Composición de la oleorresina de pimentón.....	16

<b>2.1.2 Ventajas de la oleorresina capsicum (ORP).....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3 Los capsaicinoides: principio activo de la oleorresina de capsicum.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.4 Tratamiento térmico de la capsaicina.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.5 Influencia de la temperatura en los carotenoides.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.6 Influencia de la luz en los carotenoides.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1.7 Influencia del pH en los carotenoides.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.8 Rendimiento y precio de la oleorresina.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.9 Vida útil de la oleorresina.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1.10 Olor y sabor.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Procesos de extracción sólido – líquido.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.1 Técnica de extracción soxhlet.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 Procesado convencional de oleorresina de pimentón.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3 Consideraciones iniciales.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.4 Factores del proceso extractivo.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.5 Rotavapor.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.6 Influencia del escaldado.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3 Importancia del solvente de extracción y su mezcla con agua.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.1 Etanol.....</b>	<b>35</b>
<b>2.4 Selección del método para analizar el producto.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5 Normas que rigen a los aditivos colorantes.....</b>	<b>37</b>
<b>2.5.1 Etiquetado y regulación federal.....</b>	<b>38</b>
<b>2.5.2 Requerimientos de la ORP como aditivo alimentario.....</b>	<b>39</b>

<b>III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Descripción y análisis de materias primas.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2 Selección del solvente a utilizar.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 Diseño del proceso tecnológico seleccionado.....</b>	<b>43</b>
<b>3.3.1 Inicio.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.2 Obtención y selección de la materia prima.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.3 Pretratamiento para desactivación de enzimas.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.4 Cortado.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.5 Secado.....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.6 Molienda.....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.7 Extracción con solvente.....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.8 Separación de la ORP del solvente.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3.9 Envasado.....</b>	<b>47</b>
<b>3.4 Diseño experimental para la extracción de la ORP.....</b>	<b>47</b>
<b>3.5 Procedimientos y técnicas empleados para la obtención de los resultados ...</b>	<b>50</b>
<b>3.5.1 Sustancias/Reactivos empleados.....</b>	<b>50</b>
<b>3.5.2 Materiales/Equipos empleados.....</b>	<b>50</b>
<b>3.6 Análisis del producto a obtener.....</b>	<b>51</b>
<b>IV. PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1 Acondicionamiento de Materiales para el desarrollo del diseño experimental.....</b>	<b>53</b>
<b>4.2 Prueba preliminar.....</b>	<b>54</b>

<b>4.3 Prueba experimental con diseño de experimentos.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4 Rendimiento.....</b>	<b>57</b>
<b>4.5 Balance de materia del proceso.....</b>	<b>62</b>
<b>4.6 Balance de energía del sistema.....</b>	<b>75</b>
<b>4.6.1 Balance energético/económico.....</b>	<b>75</b>
<b>4.6.2 Balance de energía en SoxhleT.....</b>	<b>77</b>
<b>4.7 Análisis de los resultados.....</b>	<b>83</b>
<b>4.8 Resultado de las encuestas.....</b>	<b>89</b>
<b>4.9 Análisis del producto obtenido.....</b>	<b>92</b>
<b>4.10 Control de calidad del producto obtenido.....</b>	<b>92</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>5.1 Conclusiones.....</b>	<b>94</b>
<b>5.2 Recomendaciones.....</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>96</b>
<b>WEBGRAFÍA.....</b>	<b>100</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I-1 Producción de pimiento en Bolivia .....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla I-2 Composición química de pimientos dulces y picantes con base de 100 g.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla I-3 Producción de pimiento en la provincia Avilés, Tarija .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla II-1 Contenido total de carotenoides vs temperatura de secado para la Coroba.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla II-2 Punto de ebullición de solventes para extracción.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla II-3 Resultados del análisis cromatográfico por HPLC a una muestra de oleoresina de pimentón .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla III-1 Matriz de decisión para selección del solvente .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla III-2 Valoración de la escala para la matriz de decisión .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla III-3 Matriz de diseño .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla III-4 Niveles de variación de los factores .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla III-5 Plan de experimentación .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla IV-1 Porcentaje de retención en cada tamiz .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabla IV-2 Cantidades por prueba de pimentón .....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II-1 Tipos de capsaicinoides, abreviatura, porcentaje típico en Chile, pungencia y estructura química .....	19
Cuadro II-2 Ventajas y desventajas del método de extracción Soxhlet.....	28

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1 Influencia del escaldado .....	33
Gráfica 4.1 Rendimiento observado vs obtenido del análisis ANOVA .....	88
Gráfica 4.2 Nivel de aceptación de la oleoresina de pimentón .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 1 Pimiento, en diferentes colores .....	2
Figura 1 2 Principales carotenos presentes en la ORP .....	4
Figura 1 3 Fórmula estructural de la ORP .....	7
Figura 1 4 Estructura interna del fruto de pimiento .....	13
Figura 2-1 Oleoresina de pimentón .....	16
Figura 2-2 Equipo de extracción Soxhlet .....	26
Figura 2-3 Rombo de seguridad y pictograma del etanol .....	35
Figura 3-1 Pimiento fresco producido en el Valle Central de Tarija .....	41
Figura 3-2 Diagrama de bloques del proceso experimental .....	44

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A Análisis Físicoquímico en el Laboratorio CEANID, del pimiento producido en el Valle Central de Tarija.**

**ANEXO B Influencia del escaldado en los pimientos.**

**ANEXO C Acondicionamiento de materiales y control de las constantes del proceso extractivo.**

**ANEXO D Proceso productivo de la ORP; cortado.**

**ANEXO E Proceso productivo de la ORP; secado.**

**ANEXO F Proceso productivo de la ORP; molienda.**

**ANEXO G Proceso productivo de la ORP; extracción con solvente.**

**ANEXO H Proceso productivo de la ORP; separación de la ORP del solvente.**

**ANEXO I Proceso productivo de la ORP; envasado.**

**ANEXO J Análisis Microbiológico de la ORP en el Laboratorio CEANID, obtenida a partir del pimiento producido en el Valle Central de Tarija.**

**ANEXO K Diagrama de flujo del proceso de obtención de oleorresina de pimentón (diseño de experimentos:  $t = 5h$ ; Cetanol = 70%;  $G = 0.5mm$ ).**

**ANEXO L Norma NB 840:1999, “Requisitos de identificación y pureza para aditivos alimentarios - Carótenos de algas y vegetales”.**

**ANEXO M Encuesta sobre propiedades organolépticas de la oleorresina de pimentón.**