

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**OBTENCIÓN DE EXTRACTO DE ANTOCIANINAS DE  
FRUTILLA (FRAGARIA ANANASSA)**

**Por:**

**CINTHIA ROSARIO CHOQUE OÑA**

**Proyecto de grado, modalidad (investigación aplicada) presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

**Agosto de 2021**

**TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

---

M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gozalvez  
**DECANO FAC. CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

---

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa  
**VICEDECANA FAC. CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

---

Ing. Ernesto Evaristo Caihuara Alejandro  
**DIRECTOR DPTO. PROCESOS INDUSTRIALES  
BIOTECNOLÓGICOS Y AMBIENTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

---

Ing. Ilsen Patricia Castillo Rocha

---

Ing. Jimena Durán Durán

---

Ing. Raúl Alfredo Mejía Mogrovejo

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

### **Dedicatorias**

A Dios, quien me guarda, protege y guía; porque su gracia y misericordia han rodeado mi vida desde antes de mi nacimiento, el presente "Proyecto de Grado" es prueba de que su mano siempre me ha sostenido.

A mi familia, que me infundieron el amor de Dios; a Paola y Dylan mis sobrinos, que me impulsan a superarme día a día.

### **Agradecimientos**

Gracias infinitas a Dios, su palabra, sabiduría y amor me infundieron aliento en todo momento.

A mi familia, este proyecto es un logro familiar; un sueño que conquistamos juntos.

A mis mejores amigas: Everlyn Aguirre y Paola Céspedes quiénes me enseñaron el valor de la amistad y compartieron aulas conmigo mostrándome su amor, paciencia, perseverancia y sinceridad.

A todos mis docentes de la Carrera de Ing. Química de la UAJMS, que con excelencia y paciencia me brindaron herramientas para ser una profesional competente e íntegra.

Al Servicio Departamental Agrario (SEDAG), en especial al Ing. Edwin Flores e Ing. Rosa Segovia.

**Pensamiento**

El Señor tu Dios está en medio de ti como guerrero victorioso. Se deleitará en ti con gozo, te renovará con su amor, se alegrará por ti con cantos

Sofonías 3:17

## ÍNDICE

	Página
<b>I. CAPÍTULO</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Antecedentes</b> .....	1
<b>1.2. Objetivos</b> .....	4
<b>1.2.1. Objetivo general</b> .....	4
<b>1.2.2. Objetivos específicos</b> .....	4
<b>1.3. Justificación del tema</b> .....	5
<b>II. CAPÍTULO</b> .....	7
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>2.1. Frutilla</b> .....	7
<b>2.1.1. Taxonomía</b> .....	7
<b>2.1.2. Valor nutricional</b> .....	7
<b>2.1.3. Composición química</b> .....	8
<b>2.1.4. Clasificación de la frutilla</b> .....	9
<b>2.1.5. Producción actual de frutilla</b> .....	12
<b>2.1.6. Usos</b> .....	16
<b>2.2. Antocianinas</b> .....	17
<b>2.2.1. Estructura química</b> .....	17
<b>2.2.2. Factores que afectan su estabilidad</b> .....	18
<b>2.3. Métodos de extracción</b> .....	20
<b>2.3.1. Fermentación</b> .....	20

2.3.2.	Extracción sólido-líquido.....	21
2.4.	Métodos de cuantificación .....	22
2.4.1.	Espectrofotometría UV/VIS .....	22
2.4.2.	Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) .....	23
2.4.3.	Espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) .....	23
2.5.	Selección del método de extracción.....	23
2.5.1.	Selección de la técnica de extracción .....	25
2.6.	Selección del solvente .....	25
2.7.1.	Proceso de cuantificación .....	27
III.	CAPÍTULO .....	29
	PARTE EXPERIMENTAL .....	29
3.1.	Metodología de Estudio.....	29
3.1.1.	Descripción de la metodología de estudio .....	29
3.2.	Selección de Variables de proceso.....	30
3.2.1.	pH .....	30
3.2.2.	Proporción de materia prima/solvente.....	30
3.2.3.	Tiempo post cosecha de la materia prima.....	30
3.3.	Diseño Experimental .....	31
3.3.1.	Planteamiento de la hipótesis .....	31
3.3.2.	Modelo del diseño factorial .....	31
3.4.	Diseño del proceso tecnológico experimental seleccionado .....	34
IV.	CAPÍTULO .....	43
	CÁLCULOS .....	43



4.1. Balance de materia .....	43
4.1.2. Etapa de lavado .....	45
4.1.3. Etapa de maceración.....	46
4.1.4. Etapa de centrifugación – filtración .....	51
4.1.5. Etapa de concentración .....	54
4.2. Balance de energía .....	58
V. CAPÍTULO .....	61
ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	61
5.1. Materia Prima.....	61
5.1.1. Análisis de la materia prima, frutilla variedad Albion y San Andreas	
61	
5.2. Extracto obtenido .....	64
5.2.1. Análisis del Extracto de antocianinas obtenido.....	64
5.2.1.1. Antocianinas en el Extracto Obtenido.....	65
5.2.2. Análisis de porcentaje de recuperación de Antocianinas .....	70
5.3. Color del Extracto obtenido .....	82
5.4. Antocianinas presentes en el extracto concentrado.....	84
5.5. Resultados del Balance de Materia y Energía .....	85
5.5.1. Resultados para el balance de materia .....	85
5.5.2. Resultados para el balance de energía .....	87
5.6. Análisis de costos .....	88
5.6.1. Costo del Estudio.....	88
5.6.2. Costo de producción.....	94
VI. CAPÍTULO .....	96

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	96
<b>6.1. Conclusiones</b> .....	96
<b>6.2. Recomendaciones</b> .....	100
<b>VII.BIBLIOGRAFÍA</b> .....	101

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 0-I-1 Características fisicoquímicas del extracto obtenido y materia prima.....	xii
<b>Tabla I-1.1-1 Presencia de antocianinas en frutos y vegetales</b> .....	3
<b>Tabla II-0-1 Composición nutricional de la frutilla, muestra de 100g</b> .....	8
<b>Tabla II-0-2 Composición química de la frutilla</b> .....	8
<b>Tabla II-0-3 Bolivia: Producción de frutilla por departamento (tm /año)</b> .....	13
<b>Tabla II-0-4 Superficie cultivada de frutilla en el Valle Central de Tarija</b> .....	15
<b>Tabla II-0-5 Escala de calificación del método de extracción</b> .....	24
<b>Tabla II-0-6 Matriz de selección del método de extracción</b> .....	24
<b>Tabla II-0-7 Matriz de selección de la técnica de extracción</b> .....	25
<b>Tabla II-0-8 Selección del solvente</b> .....	26
<b>Tabla II-0-9 Selección del proceso de cuantificación</b> .....	27
<b>Tabla III-0-1 Variación de niveles de factores seleccionados</b> .....	32
<b>Tabla III-0-2 Codificaciones de variables seleccionadas</b> .....	32
<b>Tabla III-0-3 Tabla de diseño experimental</b> .....	33
Tabla V-0-1 Análisis fisicoquímico frutilla variedad Albión y San Andreas, tiempo post cosecha, un día.....	61
<b>Tabla V-0-2 Análisis fisicoquímico frutilla variedad Albión y San Andreas, tres días post cosecha</b> .....	62

<b>Tabla V-0-3 Antocianinas presentes en materia prima, frutilla variedad Albión y San Andreas</b> .....	63
<b>Tabla V- 0-4 Resultados de análisis de Extracto concentrado de antocianinas obtenido</b> .....	64
<b>Tabla V-0-5 Resultados de análisis de Antocianinas</b> .....	67
<b>Tabla V-0-6 Rendimiento porcentual de antocianinas en los extractos</b> .....	70
<b>Tabla V-0-7 Variables codificadas para la Regresión</b> .....	75
<b>Tabla V-0-8 Resultado de Recuperación Porcentual de Antocianinas</b> .....	80
<b>Tabla V-0-9 Tinte visible según longitud de onda</b> .....	82
<b>Tabla V-0-10 Longitudes de onda y colores correspondientes aproximados en el espectro visible</b> .....	84
<b>Tabla V-0-11 Resultados del balance de materia</b> .....	85
<b>Tabla V-0-12 Resultados del balance de energía</b> .....	87
<b>Tabla V-0-13 Costos en Materia Prima, solventes y reactivos</b> .....	88
<b>Tabla V-0-14 Costo de materiales</b> .....	89
<b>Tabla V-0-15 Costo de materiales de laboratorio</b> .....	90
<b>Tabla V-0-16 Costos de análisis de materia prima</b> .....	91
<b>Tabla V-0-17 Costo de análisis de producto obtenido</b> .....	92
<b>Tabla V-0-18 Costos en material de apoyo</b> .....	93
<b>Tabla V-0-19 Costos totales del proyecto</b> .....	93
<b>Tabla V-0-20 Consumo energético</b> .....	94
<b>Tabla V-0-21 Requerimiento de material</b> .....	94
<b>Tabla VI-0-1 Análisis fisicoquímico de frutilla, variedad Albion</b> .....	96
<b>Tabla VI-0-2 Análisis fisicoquímico de frutilla variedad San Andreas</b> .....	97

Tabla VI-0-3 Parámetros fisicoquímicos del extracto concentrado de antocianinas .. 99

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	<b>Página</b>
<b>Ilustración II-0-1</b> Frutilla variedad San Andreas .....	10
<b>Ilustración II-0-2</b> Frutilla variedad Albión .....	10
<b>Ilustración II-0-3</b> Frutilla variedad Camarosa.....	11
<b>Ilustración II-0-4</b> Frutilla variedad Chandler .....	12
<b>Ilustración II-5</b> Antocianinas más representativas .....	18
<b>Ilustración III-0-1</b> Metodología del Estudio .....	29
<b>Ilustración III-0-2</b> Diagrama de flujo del proceso experimental.....	35
<b>Ilustración III-0-3</b> Ubicación del lugar proveniente de la frutilla .....	36
<b>Ilustración III-0-4</b> Frutilla seleccionada .....	37
<b>Ilustración III-0-5</b> Frutilla pesada.....	38
<b>Ilustración III-6</b> Mezcla macerada .....	38
<b>Ilustración III-0-7</b> Centrifugado de la mezcla macerada .....	39
<b>Ilustración III-0-8</b> Filtración .....	40
<b>Ilustración III-9</b> Concentración del extracto bruto .....	41
<b>Ilustración III-10</b> Extracto obtenido .....	41
<b>Ilustración III-11</b> Preparado de soluciones buffer .....	42
<b>Ilustración IV-0-1</b> Diagrama de bloques de proceso experimental .....	43
<b>Ilustración IV-2</b> Esquema del balance de materia .....	57
<b>Ilustración V-0-1</b> Determinación de la longitud de onda .....	66