

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



OBTENCIÓN DE ANTOCIANINAS POR MÉTODO DE EXTRACCIÓN A PARTIR DE LA FRAMBUESA (*Rubus idaeus* L.), PRODUCIDA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA

Por:

GUSTAVO MORENO FLORES

Modalidad de graduación: Proyecto de Grado Investigación Aplicada presentado

a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL

SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en

Ingeniería Química.

Julio de 2022

TARIJA – BOLIVIA

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.

Dedicatorias

El presente trabajo va dedicado A Dios y la Virgen, quienes me protegen, bendicen y estuvieron presente guiándome hasta llegar al camino que me encuentro hoy y estarán para cumplir con más objetivos de mi vida.

A mi familia, quienes estuvieron en todo momento brindándome su apoyo incondicional, para que pueda cumplir con esta meta, con este sueño, por su esfuerzo el cual hace que pueda cumplir con mis objetivos.

Agradecimientos

Doy gracias a Dios y la Virgen por bendecir mi vida y la de mi familia, por ser Luz en tiempos de dificultad personal.

A mis padres, Gustavo Moreno y Teresa Flores, agradecerles por la paciencia y confianza vertida en mí, agradecerles por ser mi ejemplo, por demostrarme el esfuerzo de superarse cada día, a ellos quienes hicieron esto posible, a mi hermano Diego, quien siempre hizo que mantenga los pies en la Tierra.

A mis mejores amigos y compañeros, quiénes siempre me demostraron una amistad sincera y fidelidad, con quienes pasé la mayor parte de tiempo en la Universidad.

A todos mis docentes de la Carrera de Ing. Química de la UAJMS, quienes me apoyaron y vieron salir adelante, que me brindaron sus conocimientos a lo largo de la Carrera, ayudándome en mi formación como persona e ingeniero.

Pensamiento

Camino lento, pero nunca camino
hacia atrás.

Abraham Lincoln

ÍNDICE

Dedicatorias	ii
Agradecimientos	iii
Pensamiento	iv
I. CAPÍTULO	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Objetivo general	5
1.1.2. Objetivos específicos	5
1.2. Justificación del tema	6
II. CAPÍTULO	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1. Frambuesa	9
2.1.1. Taxonomía	9
2.1.2. Composición química	10
2.2. Producción actual de Frambuesa en el País.	11
2.2.1. Producción actual de Frambuesa en Tarija	12
2.2.2. Clasificación de la Frambuesa	13
2.2.2.1. Cultivo y plantación	13
2.3. Antocianinas	14
2.3.1. Estructura Química	15
2.3.2. Principales factores que afectan la estabilidad de las antocianinas	16
2.3.2.1. El pH	16
2.3.2.2. Temperatura	17
2.3.2.3. El agua	17
2.3.2.4. Oxígeno	17

2.3.3. Beneficio de las antocianinas.....	18
2.3.3.1. Propiedades anticancerígenas	18
2.3.3.2. Propiedades antioxidantes	18
2.3.3.3. Propiedades oculares	19
2.3.3.4. Propiedades neuronales	19
24. Extracción	20
2.4.1. Extracción de antocianinas	20
2.4.1.1. Extracción sólido – líquido.....	20
2.4.1.2. Extracción por fermentación.....	21
2.4.1.3. Extracción por agitación magnética.....	21
2.4.2. Solvente.....	21
2.4.3. Cuantificación de antocianinas, método de Espectroscopia UV/VIS.....	21
2.4.4. Conservación de las antocianinas en extracto.....	22
3.1. Metodología del Estudio.....	23
3.1.1. Esquema de la metodología a seguir.....	23
3.2. Selección del método de Extracción	24
3.3. Selección del solvente	24
3.4. Selección del proceso de cuantificación	26
3.5. Selección de las variables del proceso	27
3.5.1. pH.....	27
3.5.2. Tiempo de concentración.....	27
3.5.3. Temperatura de concentración.....	27
3.6. Diseño Experimental	28
3.6.1. Planteamiento de la hipótesis.....	28
3.6.2. Modelo del diseño factorial	28
3.7. Diseño del proceso tecnológico seleccionado para la extracción de antocianinas...31	

3.7.1.	Recepción de la materia prima (frambuesa).....	32
3.7.2.	Selección de materia prima y lavado	32
3.7.3.	Pesado de materia prima.....	32
3.7.4.	Triturado.....	33
3.7.5.	Fuente: Elaboración Propia, 2022Centrifugado	33
3.7.6.	Filtración al vacío	34
3.7.7.	Concentración.....	34
3.7.8.	Almacenamiento.....	35
3.7.9.	Análisis cuantitativo de antocianinas.....	35
3.7.9.1.	Preparación de solución buffer	35
3.7.9.2.	Uso del espectrofotómetro	36
3.7.9.3.	Lectura de absorbancias.....	36
IV.	CAPÍTULO	37
	CÁLCULOS	37
4.1.	Balance de materia	37
	Ilustración IV-0-1 Diagrama de bloques de proceso experimental	37
4.1.1.	Etapa de Corte	39
4.1.2.	Etapa de lavado	39
4.1.3.	Etapa de triturado	40
4.1.4.	Etapa de centrifugación – filtración.....	43
4.1.5.	Etapa de concentración.....	45
	Ilustración IV-2 Esquema del balance de materia	46
4.2.	Balance de energía.....	47
V.	CAPÍTULO	50
	ANÁLISIS Y RESULTADOS	50
5.1.	Materia Prima.....	50

5.1.1. Análisis de Materia Prima (frambuesa)	50
5.2. Extracto Obtenido	51
5.2.1. Análisis Físicoquímico del Extracto Obtenido	51
5.2.2. Antocianinas presentes en el Extracto Obtenido.....	52
5.2.2.1. Método de pH diferencial	52
5.2.2.2. Cuantificación	52
5.2.2.3. Cuantificación total de antocianinas	52
5.3. Rendimiento del proceso	54
5.3.1. Rendimiento de antocianinas obtenido	54
5.3.2. Rendimiento Teórico	56
5.3.2.1. Análisis de Varianza Univariante	56
5.4. Color del Extracto	63
5.5. Antocianinas en el Extracto	65
5.5.1. Efecto de la temperatura	65
5.6. Resultados del Balance de Materia y Energía.....	66
5.6.1. Balance de Materia	66
5.6.2. Resultado de balance de energía	68
5.7. Análisis de Costos	69
5.7.1. Costo del Proyecto.....	69
5.7.2. Costo de Producción del Extracto de Antocianinas	72
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
6.1. Conclusiones	74
6.2. Recomendaciones.....	74
Bibliografía	76
ANEXOS	
ANEXO I.....	81

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	81
ANEXO II.....	84
ESPECIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	84
Fuente: LOU – UAJMS, 2022.....	85
Extractora.....	86
Centrífuga	86
.....	86
Rota-evaporador.....	87
ANEXO III	88
GALERIA DE FOTOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Antocianinas presentes en frutos y vegetales.....	4
Tabla II-1 Taxonomía de la frambuesa.....	9
Tabla II-2 Composición nutricional de la frambuesa, muestra de 100g	10
Tabla II-3 Composición química de la frutilla.....	10
Tabla II-4 Clasificación de la frambuesa	13
Tabla III-1 Variación de niveles de factores seleccionados	295
Tabla III-2 Codificación de variables de proceso	296
Tabla III-3 Tabla de diseño experimental.....	29
Tabla III-4 Diagrama de flujo del proceso experimental.....	29
Tabla III-5 Resultados de análisis físicoquímico a la materia prima.....	29
Tabla V-1 Análisis de materia prima.....	510
Tabla V-2 Antocianinas totales presentes en la frambuesa	51

Tabla V-3 Analisis Fisicoquímicos del extracto obtenido.....	531
Tabla V-4 Resultado del análisis de Antocianinas	553
Tabla V-5 Rendimiento observado	585
Tabla V-6 Codificación de Variables	58
Tabla V-7 Resultado de Rendimiento.....	642
Tabla V-8 Tinte visible según longitud de onda.....	664
Tabla V-9 Resultados de Balance de Materia.....	686
Tabla V-10 Balance de Energía.....	68
Tabla V-11 Costo de materia prima y solventes.....	69
Tabla V-12 Costo de materiales.....	70
Tabla V-13 Costo de análisis.....	70
Tabla V-14 Costo material de apoyo	71
Tabla V-15 Costo total del proyecto.....	71
Tabla V-16 Consumo Energético	72
Tabla V-17 Requerimiento de material	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración II-1 Frambuesa, variedad Rubius Idaeus L.....	11
Ilustración II-2 Estructura básica de las antocianinas.....	16
Ilustración III-1 Metodología de Estudio.....	23
Ilustración III-2 Escala de calificación para seleccionar método de extracción	24
Ilustración III-3 Frambuesa utilizada en el proyecto	32
Ilustración III-4 Pesado de muestra de frambuesa.....	32

Ilustración III-5 Mezcla triturada.....	33
Ilustración III-6 Centrifugado de la mezcla triturada	33
Ilustración III-7 Filtración de la mezcla	34
Ilustración III-8 Concentrado de la mezcla bruta	35
Ilustración IV-1 Diagrama de bloques de proceso experimental.....	37
Ilustración IV-2 Esquema Balance de Materia	46
Ilustración V-1 Gráfica de cuantificación de las antocianinas.....	52
Ilustración V-2 Factores Inter-Sujeto	56
Ilustración V-3 Pruebas de efectos inter sujetos.....	57
Ilustración V-4 Resumen del modelo matemático del rendimiento.....	59
Ilustración V-5 Resultados de Análisis de Varianza	59
Ilustración V-6 Coeficientes del modelo matemático.....	60
Ilustración V-7 Gráfico del modelo matemático	61
Ilustración V-8 Gráfica del rendimiento del modelo, porcentual y obtenido	63
Ilustración V-9 Gráfica del error	63
Ilustración V-10 Extracto obtenido.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Ilustración V-1 Gráfica de cuantificación de las antocianinas.....	52
Ilustración V-7 Gráfico del modelo matemático	61
Ilustración V-8 Gráfica del rendimiento del modelo, porcentual y obtenido	63
Ilustración V-9 Gráfica del error	63