

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO DE GRADO



**OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE COLORANTE NATURAL
(ANTOCIANINAS) DE MORA (*Robus ulmifolius*) CULTIVADA EN
EL DEPARTAMENTO DE TARIJA**

Por:

CARMEN LISSET CUEVAS MERCADO

**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 2021

TARIJA-BOLIVIA

Dedicatoria

El presente proyecto de grado va dedicado especialmente a mi abuela Fidelina Ríos, a mi madre Neddy Mercado y a mi hermana Viviana Cuevas quienes siempre mostraron su apoyo incondicional en todos estos años, que me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más.

ÍNDICE.....	Pág
-------------	-----

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Usos y aplicaciones del colorante natural	3
1.3 Aspectos del Mercado	4
1.3.1 Oferta de colorantes naturales	4
1.3.2 Demanda de colorantes naturales.....	5
1.3.2 Precios de Antocianinas	7
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo General.....	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
1.5 Justificación	9
1.5.1 Justificación Económica	9
1.5.2 Justificación Tecnológica	9
1.5.3 Justificación Social	10
1.5.4 Justificación Ambiental.....	10

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Caracterización de la materia prima	11
2.1.1 Descripción Botánica de la Mora	11
2.1.1.1 Rubus ulmifolius.	11
2.1.2 Caracterización fisicoquímica de la materia prima	12
2.1.3 Propiedades de la mora	14
2.1.4 Disponibilidad Regional de Mora	15
2.2 Definición de Colorante	15
2.3 Clasificación de los Principales Colorantes Naturales	16
2.3.1 Carotenoides	16
2.3.2 Anticancerígenos	16

2.3.3 Flavonoides	17
2.3.4 Betalaínicos	17
2.3.5 Insectos	17
2.3.6 Organismos marinos	18
2.4 Definición de Antocianinas	18
2.4.1 Estructura de las Antocianinas	20
2.4.2 Biosíntesis de las Antocianinas.....	21
2.4.3 Factores que Afectan la Estabilidad de las Antocianinas	24
2.4.3.1 Temperatura	24
2.4.3.2 Iones metálicos	24
2.4.3.3 pH	24
2.4.3.4 Copigmentación	25
2.4.3.5 Agua	27
2.4.4 Determinación de las Antocianinas	27
2.4.4.1 Determinación de antocianinas de forma total	27
2.4.4.2 Ley de Lambert-Beer	28
2.4.4.3 Espectrofotometría	29
2.5 Métodos empleados para la Extracción de Colorante Natural (Antocianinas)	30
2.5.1 Extracción sólido-líquido	30
2.5.1.1 Extracción solido liquido por extractor Soxhlet	31
2.5.1.2 Extracción sólido líquido por maceración	32
2.5.1.3 Extracción sólido líquido con agitación	33
2.5.1.4 Extracción por cocciones	34
2.5.2 Extracción por compresión	34
2.6 Antecedentes de investigación respecto a extracción de colorantes naturales (Antocianinas)	34
2.7 Conservación del Extracto de Antocianinas	37
2.7.1 Encapsulación	37
2.7.2 Conservación de antocianinas en estado líquido	37

CAPÍTULO III
PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Descripción de la Metodología general del Estudio	37
3.2 Selección del Método a utilizar	38
3.3 Selección del solvente para la extracción de Colorante Natural	41
3.4 Selección de las variables del proceso de extracción de colorante natural (antocianinas)	42
3.4.1 Temperatura	42
3.4.2 Relación soluto-solvente	42
3.4.3 pH	43
3.4.4 Granulometría	43
3.4.5 Variable respuesta: Rendimiento	44
3.5 Diseño experimental para la obtención de colorante natural (Antocianinas)	44
3.5.1 Modelo del diseño factorial	44
3.6 Equipos materiales y reactivos necesarios	48
3.6.1 Equipos	48
3.6.2 Materiales de Laboratorio	48
3.6.3 Sustancias Reactivos empleados	50
3.7 Diseño del proceso experimental	50
3.7.1 Descripción del proceso	52
3.7.1.1 Recepción de materia prima.	52
3.7.1.2 Selección y lavado de la materia prima	52
3.7.1.3 Pesado	53
3.7.1.4 Triturado	53
3.7.1.5 Extracción	54
3.7.1.6 Filtración	55
3.7.1.7 Concentración.....	57
3.7.1.8 Almacenamiento	57
3.7.1.9 Cuantificación de antocianinas	57
3.7.2 Balance de Materia y Energía	58

3.7.2.1 Balance de Materia	58
3.7.2.1.1 Balance de materia en la etapa de lavado	64
3.7.2.1.2 Balance de materia en la etapa triturado	65
3.7.2.1.3 Balance de materia en la etapa de extracción y filtración	67
3.7.2.1.4 Balance de materia en la etapa de concentración	70
3.7.2.2 Balance de Energía	75
3.7.2.2.1 Balance de Energía Rota Evaporador	75
3.7.2.2.2 Balance de energía en el condensador	78

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de la materia prima	79
4.2 Análisis de Antocianinas en la materia prima	79
4.3 Datos y resultados de los extractos	80
4.4 Análisis de extracto de antocianinas de mora	82
4.5 Determinación de la Máxima Absorbancia	83
4.6 Análisis de la concentración de antocianinas	83
4.6.1 Método pH Diferencial	83
4.7 Rendimiento de Antocianinas	87
4.8 Análisis estadístico del diseño experimental	89
4.8.1 Análisis de varianza	90
4.8.2 Determinación del rendimiento de antocianinas y modelo matemático para diseño factorial 2 ⁴	91
4.8.3 Diagrama de pareto	93
4.9 Costos	94
4.10. Costo de producción	96

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	99
5.2 Recomendaciones	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I- 1 Contenido de Antocianinas en Fuentes Naturales.....	3
Tabla I- 2 Precios de Antocianinas.....	7
Tabla II- 1 Clasificación taxonómica de la mora.....	12
Tabla II- 2 Características Organolépticas de la Mora.....	12
Tabla II- 3 Composición Química de la mora.....	13
Tabla II- 4 Superficie cultivada de Mora.....	15
Tabla II- 5 Principales colorantes naturales.....	18
Tabla II- 6 Sustituyentes de las Antocianinas.....	21
Tabla III- 1 Escala de Puntuación de 1 a 5.....	38
Tabla III- 2 Criterios y ponderación.....	39
Tabla III- 3 Matriz de decisión para la selección del método de extracción de colorante natural (Antocianinas).....	40
Tabla III- 4 Ventajas y desventajas de los solventes para la Extracción de colorante natural	41
Tabla III- 5 Factores y niveles.....	45
Tabla III- 6 Codificación de variables.....	46
Tabla III- 7 Matriz de diseño.....	46
Tabla III- 8 Plan de experimentación.....	47
Tabla III- 9 Material de Laboratorio.....	49
Tabla III- 10 Datos para el Balance de Materia y Energía.....	58
Tabla III- 11 Especificaciones de las corrientes.....	61
Tabla III- 12 Especificaciones Corriente másica.....	62

Tabla III- 13 Datos de Análisis fisicoquímicos de la materia prima y producto necesarios para el Balance de materia.....	63
Tabla III- 14 Resumen de balance de materia.....	74
Tabla IV- 1 Caracterización de la materia prima.....	79
Tabla IV- 2 Tabla análisis de antocianinas en la materia prima.....	80
Tabla IV- 3 Datos y resultados de los extractos.....	81
Tabla IV- 4 Características del extracto de antocianinas.....	82
Tabla IV- 5 Resultado de análisis de antocianinas en los extractos.....	86
Tabla IV- 6 Rendimiento de Antocianinas en los Extractos.....	88
Tabla IV- 7 Resumen del diseño.....	89
Tabla IV- 8 Análisis de varianza (ANOVA).....	90
Tabla IV- 9 Resumen del modelo variable respuesta.....	91
Tabla IV- 10 Variables para la relación.....	92
Tabla IV- 11 Costos Principales.....	94
Tabla IV- 12 Costo de materiales.....	95
Tabla IV- 13 Costo de análisis.....	95
Tabla IV- 14 Otros costos.....	96
Tabla IV- 15 Resumen -Costos total.....	96
Tabla IV- 16 Costo de funcionamiento de equipos.....	97
Tabla IV- 17 Costos materia prima e insumos.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- 1 Oferta de colorantes naturales.....	5
Figura 1- 2 Consumo Global de colorantes naturales.....	6
Figura 2- 1 Fruto de mora.....	13
Figura 2- 2 Estructura del 2-fenil benzopirilio y Antocianinas.....	19
Figura 2- 3 Estructura de las antocianinas.....	20
Figura 2- 4 Biosíntesis de las Antocianinas.....	23
Figura 2- 5 Estructura de antocianinas a diferentes pH.....	25
Figura 2- 6 Interacciones de Antocianinas.....	26
Figura 2- 7 Extracción Solido-Líquido por agitación y posterior reposo.....	31
Figura 2- 8 Extracción con equipo soxhlet.....	32
Figura 2- 9 Extracción por maceración.....	33
Figura 3- 1 Descripción de la Metodología del Estudio para la obtención de colorante natural (Antocianinas).....	37
Figura 3- 2 Esquema del proceso de obtención de colorante natural (antocianinas de mora).....	51
Figura 3-3 Balance de materia para la extracción de antocianinas de mora.....	60
Figura 3- 4 Resumen Balance de materia.....	73
Figura 4- 1 Determinación de máxima absorbancia.....	83
Figura 4- 2 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.....	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1- 1 Antocianinas.....	8
Fotografía 2- 1 Anatomía de la mora.....	14
Fotografía 3- 2 Selección y lavado de la mora.....	52
Fotografía 3- 3 Pesado de la mora.....	53
Fotografía 3- 4 Triturado de la materia prima.....	54
Fotografía 3- 5 Extracción del colorante natural, mediante agitación.....	55
Fotografía 3- 6 Filtración al vacío.....	55
Fotografía 3- 7 Residuos primera y segunda Extracción.....	56
Fotografía 3- 8 Concentración del extracto.....	57