

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS A PARTIR DE COL
MORADA (*Brassica oleracea*) EN LA PROVINCIA CERCADO DE
TARIJA**

POR:

DANIA SARIXA PASTRANA VEGA

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

NOVIEMBRE, 2025

TARIJA-BOLIVIA

.....
M. Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA**

.....
M. Sc. Ing. Fernando Cortez Michel

VICEDECANO a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA**

.....
M. Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

DIRECTOR

**CARRERA INGENIERIA DE
ALIMENTOS**

.....
M. Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

DOCENTE GUIA

.....
Ing. Weimar Torrejón Aguirre

TRIBUNAL

.....
Ing. Beatriz Margot Sossa Márquez

TRIBUNAL

.....
Ing. María Estela Mancilla Orosco

TRIBUNAL

DEDICATORIA:

El presente trabajo de grado va dedicado especialmente:

A mis padres

Areli Vega y Freddy Pastrana, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, siempre me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis hermanas

Ariana Pastrana y Yazmín Pastrana, por su apoyo, cariño y por acompañarme en cada etapa de mi vida. Su presencia ha sido un impulso fundamental para seguir adelante.

INDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivo general	3
1.3.1 Objetivos específicos	4
1.4 Planteamiento del problema.....	4
1.5 Formulación del problema	4
1.6 Objeto de estudio.....	5
1.7 Campo de acción.....	5
1.8 Planteamiento de la hipótesis	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de las antocianinas	6
2.2 Definición de extracto de antocianinas como aditivo alimentario	6
2.3 Clasificación de las antocianinas	6
2.3.1 Tipos de antocianinas	7
2.4 Color y estabilidad de las antocianinas	8
2.5 Factores que afectan la estabilidad de las antocianinas.....	8
2.6 Aplicaciones del extracto de antocianina en el ser humano.....	8
2.7 Caracterización de la col morada	9
2.7.1 Composición fisicoquímica de la col morada	10
2.7.2 Propiedades nutricionales de la col morada	10
2.8 Caracterización de reactivos utilizados para el extracto de antocianina	11
2.9 Tipo de proceso a ser utilizado para el extracto de antocianina.....	11
2.9.1 Eficiencia de maceración en frío.....	12
2.10 Espectrofotometría	12
2.10.1 Fundamento.....	12
2.10.2 Equipo (espectrofotómetro UV-visible).....	13
2.10.3 Región UV y región visible.....	13

2.10.5 Absorbancia.....	14
2.10.6 Transmitancia.....	14
2.10.7 Ley de Lambert - Beer	15

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental	16
3.2 Tipo de intervención experimental.....	16
3.3 Paradigma de la investigación.....	16
3.3.1 Paradigma positivista	17
3.4 Enfoque de la investigación	17
3.5 Métodos, técnicas e instrumentos	17
3.5.1 Análisis físico de la col morada	18
3.5.2 Análisis fisicoquímicos de la col morada.....	19
3.5.3 Análisis microbiológico de la col morada.....	19
3.5.4 Caracterización de la técnica espectrofotométrica del análisis cuantitativo del extracto de antocianina.....	20
3.6 Equipos de laboratorio, instrumentos, material de laboratorio y utensilios	21
3.6.1 Equipos de laboratorio	21
3.6.2 Instrumentos de laboratorio.....	21
3.6.3 Material de laboratorio	22
3.6.4 Utensilios de cocina	23
3.6.5 Reactivos químicos	23
3.7 Caracterización del procedimiento experimental del extracto de antocianina	23
3.7.1 Procedimiento experimental para la determinación de longitud de onda máxima del extracto de antocianina comercial	24
3.7.2 Procedimiento experimental para la determinación de curva patrón del extracto de antocianina comercial.....	25
3.7.3 Procedimiento experimental para la extracción de extracto de antocianinas.....	26
3.7.4 Procedimiento experimental para el análisis cuantitativo de extractos de antocianinas.....	27
3.8 Diseño experimental.....	28
3.8.1 Diseño factorial	28

3.9 Operacionalización de variables para el extracto de antocianinas	30
--	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Caracterización de la col morada	32
4.1.1 Caracterización física de la col morada	32
4.1.2 Análisis fisicoquímico de col morada.....	33
4.1.3 Análisis microbiológico de la col morada.....	34
4.2 Caracterización de variables para el extracto de antocianina de col morada	34
4.2.1 Metodología de análisis cuantitativo para las pruebas experimentales del extracto de antocianina.....	34
4.2.2 Determinación de la longitud de onda máxima del extracto de antocianina comercial.....	35
4.2.3 Determinación de la curva patrón para el extracto de antocianina comercial....	37
4.2.4 Factores experimentales para determinar niveles del extracto de antocianina en col morada.....	45
4.2.5 Análisis de comparación del extracto de antocianina y curva patrón	51
4.2.6 Determinación de rendimiento del extracto de antocianina a partir de transmitancia	59
4.3 Diseño factorial 2 ³ del extracto de antocianinas	66
4.3.1 Análisis de varianza para el rendimiento del extracto de antocianinas de col morada.....	67
4.3.2 Coeficiente de regresión para el porcentaje de rendimiento del extracto de antocianina	71
4.3.3 Optimización del rendimiento del extracto de antocianina.....	71

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	74
5.2 Recomendaciones.....	76

Bibliografía

Anexos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Campo de acción.....	5
Figura 2.1	Clasificación de las antocianinas	6
Figura 2.2	Tipos de antocianinas y color	7
Figura 2.3	Factores que afectan la estabilidad de las antocianinas	8
Figura 2.4	Aplicación de antocianinas en el ser humano.....	9
Figura 2.5	Características físicas de la col morada.....	9
Figura 2.5	Insumos utilizados para el extracto de antocianina	11
Figura 2.6	Proceso en el extracto de antocianina.....	12
Figura 3.1	Análisis físicos de la col morada	18
Figura 3.2	Análisis fisicoquímicos de la col morada	19
Figura 3.3	Análisis microbiológicos de la col morada.....	19
Figura 3.4	Técnica de análisis cuantitativo del extracto de antocianinas	20
Figura 3.5	Especificaciones técnicas de los equipos de laboratorio	21
Figura 3.6	Especificaciones técnicas de los instrumentos de laboratorio	22
Figura 3.7	Procedimiento para determinación de longitud de onda máxima del extracto de antocianina comercial.....	24
Figura 3.8	Procedimiento de determinación de curva patrón de extracto comercial	25
Figura 3.9	Procedimiento para la obtención de extracto de antocianinas	26
Figura 3.10	Procedimiento de caracterización de extracto de antocianinas.....	27
Figura 4.1	Muestras de col morada	32
Figura 4.2	Metodología experimental aplicada del extracto de antocianinas	35
Figura 4.3	Disoluciones de solución madre	36
Figura 4.4	Barrido espectral de extracto de antocianina comercial	37
Figura 4.5	Diluciones para el extracto de antocianina comercial	37
Figura 4.6	Ajuste de linealidad para el ensayo 1	39
Figura 4.7	Ajuste de linealidad para el ensayo 2	40
Figura 4.8	Ajuste de linealidad para el ensayo 3	42
Figura 4.9	Ajuste de linealidad para el ensayo 4	43
Figura 4.10	Comparación del coeficiente de correlación de los cuatro ensayos	44
Figura 4.11	Rendimiento en función del tiempo de maceración	48

Figura 4.12	Rendimiento en función de la temperatura de evaporación.....	49
Figura 4.13	Rendimiento en función del pH.....	50
Figura 4.14	Tratamientos de pruebas experimentales del extracto de antocianina ...	51
Figura 4.15	Cuantificación de extractos concentrados de antocianinas.....	52
Figura 4.16	Muestras de extracto de antocianinas para la prueba 1.....	53
Figura 4.17	Muestras de extracto de antocianinas diluidas para la prueba 1.....	53
Figura 4.18	Comparación de extracto comercial y prueba 1	54
Figura 4.19	Muestras de extracto de antocianinas para la prueba 2.....	55
Figura 4.20	Muestras de extracto de antocianinas diluidas para la prueba 2	55
Figura 4.21	Comparación de extracto comercial y prueba 2	56
Figura 4.22	Muestras de extracto de antocianinas para la prueba 3.....	57
Figura 4.23	Muestras de extracto de antocianinas diluidas para la prueba 3	57
Figura 4.24	Comparación de extracto comercial y prueba 3	58
Figura 4.25	Ajuste de linealidad de las tres pruebas	59
Figura 4.26	Ajuste de linealidad para transmitancia	61
Figura 4.27	Comparación de curva de transmitancia y prueba 1	62
Figura 4.28	Comparación de curva de transmitancia y prueba 2	64
Figura 4.29	Comparación de curva de transmitancia y prueba 3.....	65
Figura 4.30	Ajuste de linealidad de transmitancia de las tres pruebas.....	66
Figura 4.31	Efectos principales para rendimiento.....	70
Figura 4.32	Interacción para rendimiento	70
Figura 4.33	Diagrama de Pareto estandarizada para rendimiento.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Producción de hortalizas (repollo)	1
Tabla 1.2	Producción Municipal (Tarija) de hortalizas (repollo)	2
Tabla 2.1	Parámetros fisicoquímicos de la hoja de col morada brassica oleracea....	10
Tabla 2.2	Composición nutricional de la col morada	11
Tabla 2.3	Rangos de longitud de onda y su colorimetría	13
Tabla 3.1	Material de laboratorio.....	22
Tabla 3.2	Utensilios de cocina	23
Tabla 3.3	Características de reactivos químicos	23
Tabla 3.4	Matriz experimental para el extracto de antocianinas.....	30
Tabla 3.5	Niveles de variación de los factores para el extracto de antocianinas	30
Tabla 3.6	Operacionalización de las variables para la obtención de extracto de antocianinas.....	31
Tabla 4.1	Parámetros físicos de la col morada.....	33
Tabla 4.2	Parámetros fisicoquímicos de la col morada.....	33
Tabla 4.3	Propiedades microbiológicas de la col morada.....	34
Tabla 4.4	Determinación de longitud de onda	36
Tabla 4.5	Concentración en función de la absorbancia para el ensayo 1	38
Tabla 4.6	Concentración en función de la absorbancia para el ensayo 2.....	40
Tabla 4.7	Concentración en función de la absorbancia para el ensayo 3.....	41
Tabla 4.8	Concentración en función de la absorbancia para el ensayo 4.....	43
Tabla 4.9	Factores y niveles del extracto de antocianina.....	46
Tabla 4.10	Pruebas preliminares de extracto de antocianina	47
Tabla 4.11	Rendimiento promedio en función del tiempo de maceración	48
Tabla 4.12	Rendimiento promedio en función de la temperatura de evaporación....	49
Tabla 4.13	Rendimiento promedio en función del pH.....	50
Tabla 4.14	Niveles de factores del extracto de antocianina	51
Tabla 4.15	Concentración y absorbancia de curva patrón y prueba 1	53
Tabla 4.16	Concentración y absorbancia de curva patrón y prueba 2	55
Tabla 4.17	Concentración y absorbancia de curva patrón y prueba 3	57
Tabla 4.18	Concentración y transmitancia de curva patrón.....	60

Tabla 4.19	Concentración y transmitancia de curva patrón y prueba 1	62
Tabla 4.20	Concentración y transmitancia de curva patrón y prueba 2	63
Tabla 4.21	Concentración y transmitancia de curva patrón y prueba 3	65
Tabla 4.22	Rendimiento de las muestras de extracto de antocianina.....	68
Tabla 4.23	Análisis de varianza para el rendimiento de extracto de antocianina	69
Tabla 4.24	Optimización del rendimiento del extracto de antocianina.....	72
Tabla 4.25	Valores óptimos para maximizar el rendimiento del extracto de antocianinas.....	73