

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE BIXINA DE LAS SEMILLAS DE ACHIOTE
EN EL MUNICIPIO DE BERMEJO**

Por:

YANETH ALEJANDRA MEDINA COLQUE

**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 2018

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO
Facultad de Ciencias y Tecnología

Msc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
VIDECANA
Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. José Ernesto Auad A.

Ing. Jorge Luis Tejerina Oller

Ing. Roberto Siles

Advertencia

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.

Dedicatoria

Dedico mi trabajo a Dios que me ha dado las fuerzas para seguir adelante y ha guiado mi camino. A mis padres por la paciencia y comprensión. A mis docentes por su tiempo, apoyo y por haberme brindado sus conocimientos para mi formación.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme dado la capacidad de lograr mis metas. Agradezco a mis padres que siempre estuvieron apoyándome en todo. Agradezco a mis Tribunales Ing. José Ernesto Auad, Ing. Jorge Luis Tejerina e Ing. Roberto Siles, por haberme guiado en el desarrollo de mi proyecto brindándome su sabiduría y paciencia.

ÍNDICE

Página

Advertencia.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen	iv

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Breve reseña histórica.....	2
El achiote en la actualidad.....	4
Mercado Nacional del Achiote (Bolivia)	5
Disponibilidad de materia prima (Achiote).....	8
Objetivos.....	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Justificación.....	10
Aspecto del Mercado	11
Aspecto Tecnológico	12
Aspecto Económico-Social	12
Aspecto Ambiental	12

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. El Achiote (Bixa Orellana).....	13
Generalidades	13
1.2 Clasificación Taxonómica.....	13
1.3 Características Morfológicas del Achiote	14
1.4. Variedades de Achiote.....	19
1.5. Bixina (Colorante Natural).....	24
1.5.1. Características de los colorantes.....	24
1.5.2.1. Bixina	26

1.5.2.2. Norbixina.....	27
1.5.2.3. Características fisicoquímicas de la Bixina y Norbixina.....	28
1.5.3. Características del producto Extraído (Bixina)	28
1.5.4. Características de los Carotenoides	29
1.5.4.1. Estructura básica	29
1.5.4.2. Propiedades	31
1.6. Usos de la Bixina.....	32
1.6.1. En la industria de alimentos:	32
1.6.2. En la industria cosmética:.....	33
1.6.3. En la industria farmacéutica:	34
1.6.4. En general:.....	34
1.6.5. Aplicación según la forma del producto.....	35
1.7. Métodos de extracción de Bixina	36
1.8. Selección del Proceso Experimental	39
1.8.1. Selección del Proceso de Extracción.....	39

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Descripción del método de investigación.....	40
2.1.1 Proceso de Obtención de Bixina.....	41
Diagrama de Bloques	41
Desarrollo del Proceso.....	44
2.1.1.1 Limpieza.....	44
2.1.1.2 Pesado.....	45
2.1.1.3 Extracción.....	45
2.1.1.4 Precipitación	46
2.1.1.5 Filtrado y lavado.....	47
2.1.1.6 Secado.....	48
2.1.1.7 Molido y envasado	49
2.2. Diseño factorial	50
2.2.1 Construcción de un diseño factorial completo 2^k	51
2.3. Procedimientos y técnicas empleados para la obtención de los resultados	54
2.4 Balance de Materia y Energía del Proceso	57
2.4.1 Balance de Materia	57

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de la Materia Prima	60
3.2 Análisis estadístico del diseño experimental.....	60
3.3 Selección de variables de operación para extracción de Bixina.....	64
3.3.1 Identificación de las Variables a ser estudiadas	64
3.3.2 Variables seleccionadas.....	67
3.4 Rendimiento del Proceso de Extracción.....	67
3.5 Características fisicoquímicas de la Bixina.....	68
3.6 Balance de materia	69
3.6.1 Balance en el proceso de Extracción de la Bixina.....	69
3.6.2 Balance en el proceso de Precipitación	70
3.6.3 Balance en el proceso de Filtrado.....	70
3.6.4 Balance en el proceso de Secado.....	71
3.6.5 Balance en el proceso de Molido.....	71

CAPÍTULO IV
EVALUACION FINANCIERA DEL PROYECTO

4.1 Costos del Proyecto	75
4.1.1 Costo Materia prima y solventes	75
4.1.2 Costos de materiales y equipos.....	75
4.1.3 Costos de análisis y pruebas de laboratorio.....	76
4.1.4 Costo Mano de Obra.....	76
4.1.5 Costos Material de Escritorio y otros	76
4.1.6 Resumen de costo total del proyecto	77
4.1.7 Cálculo del costo por gramo de colorante	77

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	79
5.2 Recomendaciones.....	80

BIBLIOGRAFÍA.....	82
-------------------	----

Índice de Cuadros y/o Tablas

Cuadros	Página
Cuadro I-1: Ventajas y desventajas del método de Extracción con solvente	39
Cuadro II-1: Diseño factorial de la matriz de variables para el proceso de extracción.....	53
Cuadro II-1a: Diseño factorial con la relacion de variables para el proceso de Extracción.	54
Cuadro III-1 Algoritmo de yates para un diseño 2^k	61
Cuadro III-2 Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño factorial 2^3	62
Cuadro III-3 Arreglo matricial y resultado del diseño factorial en el proceso de extracció	62
Cuadro III-4 Matriz de algoritmo de yates y resultados.....	63
Cuadro III-5 (ANOVA) para el diseño factorial 2^3	64
Cuadro III-6 Rendimiento de la Bixina	68
Cuadro IV-1: Detalle de costos Materia Prima y Solventes.....	75
Cuadro IV-2 Detalle de costos materiales y equipos.....	75
Cuadro IV-3: Detalle de costos análisis Semillas de Achiote.....	76
Cuadro IV-4: Detalle de costos Mano de Obra.....	76
Cuadro IV-5: Detalle de costos Material de Escritorio.....	76
Cuadro IV-6: Resumen de costos.....	77

Tablas	Página
Tabla A: BOLIVIA: Producción Agrícola, Según cultivo (En Toneladas Métricas).....	6
Tabla B: BOLIVIA:Superficie Cultivada, por año Agrícola, Según cultivo (En Hectáreas).....	7
Tabla C: BOLIVIA:Rendimiento Agrícola, Según cultivo (En Kilogramos por Hectáreas).....	7
Tabla D: Precio de Productos en Bolivia 2013	8
Tabla I-1: Clasificación Taxonómica del achiote.....	13
Tabla I-2: Composición Química de la semilla del achiote	22

Tabla I-3: Composición Nutricional de la semilla del achiote	22
Tabla I-4: Composición del pigmento del achiote	22
Tabla I-5: Principales mercados de Bolivia para semillas de achiote, Año 2007	23
Tabla I-6: Principales mercados de Bolivia: achiote en polvo, Año 2007	23
Tabla I-7: Características fisicoquímicas de la Bixina y de la norbixina	28
Tabla II-1: Materiales de Laboratorio	42
Tabla II-2: Equipos de Laboratorio	43
Tabla II-3: Materia Prima y Reactivos	44
Tabla II-4: Niveles de variación de los factores	52
Tabla II-5: Corrientes del Proceso	59
Tabla III-1: Propiedades físicas y químicas de las semillas de achiote (Bixa Orellana)	60
Tabla III-2 Selección de variables	66
Tabla III-3: Niveles de variación de los factores	67
Tabla III-4: Propiedades físicas y químicas del Colorante Natural en polvo (Bixina)	69
Tabla III-5: Resultados del Balance de Materia	72

Índice de Figuras

	Página
Figura: Estructura química de la Bixina.....	2
Figura: Estructura química de la norbixina	2
Figura 1-1: Planta o arbusto del achiote	14
Figura 1-2: Hojas del achiote	15
Figura 1-3: Flor del achiote	16
Figura 1-4: Fruto del achiote	17
Figura 1-5: Fruto abierto del achiote	17
Figura 1-6: Semillas de achiote	18
Figura 1-7: Colorantes naturales	25
Figura 1-8: Colorantes artificiales	26
Figura 1-9: Colorantes del achiote	26
Figura 1-10: Estructura química de la Bixina.....	27
Figura 1-11: Estructura química de la norbixina.....	27
Figura 1-12: Estructura de los principales Carotenos.....	30
Figura 1-13: Colorante del achiote.....	33
Figura 1-14: Achiote en polvo.....	33
Figura 1-15: Bixina (Colorante natural).....	34
Figura 1-16: Aplicaciones del Colorante de Achiote	35
Figura 2-1: Semillas de achiote	44
Figura 2-2: Pesado de las semillas de achiote	45
Figura 2-3: Etapa de Extracción.....	46
Figura 2-4: Precipitación de la Solución Rojiza.....	47
Figura 2-5: Etapa de Filtrado y lavado	48
Figura 2-6: Etapa de Secado.....	48
Figura 2-7: Etapa de Molido.....	49

Nómina de anexos

ANEXO 1

FOTOGRAFIAS DEL ACHIOTE EN BERMEJO

ANEXO 2

ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS SEMILLAS DE ACHIOTE

ANEXO 3

TAXONOMIA DE LAS SEMILLAS DE ACHIOTE

ANEXO 4

MATERIALES Y EQUIPOS USADOS

ANEXO 5

PROCESO DE OBTENCION DE BIXINA

ANEXO 6

ANALISIS DEL COLORANTE (BIXINA)

ANEXO 7

TABLA DE FISHER

NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA

°C	Grados Celsius
cm	centímetro
m	metro
Ha	Hectáreas
Ton	Toneladas
mg	miligramo
g	gramo
kg	kilogramo
ml	mililitros
l	litros
T	Temperatura
min	minutos
rpm	revoluciones por minuto
nm	nanómetros
UV	Ultravioleta

Nº	Número de experimentos
PH	Unidad de medida para el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
NaOH	Hidróxido de Sodio
GL	Grados de libertad
SC	Suma de cuadrados
FV	Fuente de variación
CM	Cuadrados medios
ANOVA	Análisis de Varianza
SPSS	Statistical Package for the social sciences
IBCE	Instituto Boliviano de Comercio Exterior
INE	Instituto Nacional de Estadística
CIQ	Centro de Investigaciones Químicas
CEANID	Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo