

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE COLORANTE NATURAL EN POLVO
A PARTIR DE TEGUMENTO DE MANÍ (*Arachis hypogaea*)”**

Por:

MERIBET CIBELE ORDOÑEZ FIDEL

**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.**

Octubre del 2019

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

M.Sc.Ing.Ernesto Álvarez Gozalvez

DECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

M.Sc.Lic.Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA

Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Jorge Luis Tejerina Oller

Ing. Cecilia Calderón Pérez

Ing. Juan Carlos Vega Knez

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.

Dedicatoria

Dedicada con mucho amor a mi madre:

Inés Fidel Fernández

Agradecimientos

A Dios por haberme dado fuerzas y escuchado en los momentos más difíciles.

A mis padres, quienes me han brindado su amor y paciencia a lo largo de mis estudios.

A mis tribunales, quienes dedicaron su tiempo a la revisión de este proyecto

A mis hermanos por darme su cariño y su apoyo incondicional.

ÍNDICE

Página.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	5
1.2.1 Justificación Económica.....	5
1.2.2 Justificación Tecnológica.....	6
1.2.3 Justificación Social	6
1.2.1 Justificación Ambiental.....	7
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivo Específicos.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del maní.....	8
2.1.1 Descripción taxonómica y Morfología.....	9
2.1.2 Variedades que se conocen en Bolivia.....	9
2.1.3 Estructura del fruto del maní.....	11
2.1.4 Producción en Bolivia.....	11
2.1.5 Consumo de maní en Bolivia y aplicaciones.....	12
2.2 Colorantes.....	13
2.2.1. Colorantes como aditivos alimentarios... ..	14

2.2.2 Factores que afectan la estabilidad de los Colorantes.....	14
2.2.3 Clasificación de los Colorantes.....	16
2.2.3.1 Colorantes Sintéticos.....	17
2.2.3.2 Colorantes Naturales.....	18
2.2.4 Normativa de los Colorantes.....	21
2.3. Procesos Tecnológicos empleados para la extracción de colorantes naturales	22
2.3.1 Métodos experimentales para la obtención de colorantes naturales en polvo	23
2.3.1.1 Extracción.....	23
2.3.1.1.1 Extracción con Equipo Soxhlet.....	23
2.3.1.1.2 Extracción con Fluidos Supercríticos.....	25
2.3.1.1.3 Extracción acuosa en medio alcalino por agitación	26
2.3.1.1.4 Extracción asistida por microondas	26
2.3.1.1.5 Extracción por degradación de enzimas	27
2.4 Selección del Método a utilizar.....	28
2.5 Análisis y Selección del Proceso de extracción.....	31

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Descripción y análisis de la materia prima: tegumento de maní.....	35
3.1.1 Caracterización física y química de la materia prima: tegumento de maní.....	37
3.1.1.1 Compuestos Fenólicos.....	37
3.1.1.1.1 Ácidos Fenólicos.....	38
3.1.1.1.2 Flavonoides.....	38
3.1.1.1.3 Resveratrol.....	40

3.1.2 Evaluación fisicoquímica de la materia prima: tegumento de maní (<i>Arachis hypogaea</i>).....	40
3.1.1.2.1 Determinación del Peso.....	41
3.1.1.2.2 Determinación de la Humedad.....	42
3.1.1.2.3 Determinación de los Sólidos solubles (°Brix)	42
3.1.1.2.4 Análisis en Laboratorio del tegumento de maní.....	43
3.1.3 Descripción del método de investigación.....	43
3.1.3.1 Métodos y Materiales.....	44
3.1.3.1.1 Reactivos empleados durante el proyecto.....	44
3.1.3.1.2 Materiales y Equipos empleados	44
3.1.4. Diseño experimental.....	48
3.1.4.1 Diseño Factorial 2^k	48
3.1.4.2 Factores que afectan al proceso de extracción de colorante natural de tegumento de maní.....	48
3.1.4.3 Variable respuesta.....	49
3.1.4.4 Número de combinaciones.....	49
3.1.5 Caracterización del Producto: Colorante natural en polvo del tegumento de maní (<i>Arachis hypogaea</i>).....	52
3.1.5.1 Proceso de obtención del colorante natural de tegumento de maní	52
3.1.5.2 Descripción del proceso para la obtención del colorante natural en polvo.....	54

3.1.5.2.1 Recepción de materia prima.....	54
3.1.5.2.2 Molienda	54
3.1.5.2.3 Tamizado.....	54
3.1.5.2.4 Pesado.....	56
3.1.5.2.5 Mezcla.....	56
3.1.5.2.6 Agitación.....	57
3.1.5.2.7 Prensado.....	57
3.1.5.2.8 Primera Filtración	58
3.1.5.2.9 Precipitación.....	58
3.1.5.2.10 Segunda Filtración.....	58
3.1.5.2.11 Secado.....	59
3.1.5.2.12 Molienda del colorante.....	60
3.1.5.2.13 Producto final.....	61
3.1.5.3 Análisis del Producto obtenido: colorante natural de tegumento de maní.....	61
3.1.5.3.1 Secado.....	61
3.1.5.3.2 Determinación de la humedad en el producto final: colorante de tegumento de maní.....	61
3.1.5.3.3 Ensayos físico-químicos.....	62
3.1.5.3.3.1 Análisis en Laboratorio del Colorante.....	62
3.1.5.3.4 Ensayos para su identificación.....	62

3.1.5.3.4.1 Análisis Espectrofotométrico de Fenoles totales.....	63
3.1.5.3.5 Control de calidad del producto obtenido: Colorante de tegumento de maní.64	
3.1.5.3.5.1 Determinación de los máximos de absorbancia del colorante por Espectroscopia Ultravioleta Visible.	65
3.1.5.3.5.2. Análisis granulométrico del colorante.....	66

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos.....	68
4.1.1 Resultados de la evaluación fisicoquímica de la materia prima: tegumento de maní (<i>Arachis hypogaea</i>)	68
4.1.1.1 Determinación del Peso.....	68
4.1.1.2 Determinación de la Humedad.....	68
4.1.1.3 Determinación de los Sólidos solubles (°Brix)	68
4.1.1.4 Análisis de Laboratorio.....	71
4.1.2 Técnicas Empleadas en la obtención del colorante natural de tegumento de maní.....	72
4.1.2.1 Resultados del Tamizado de la materia prima: tegumento de maní.....	72
4.1.3 Análisis del Producto obtenido: colorante natural de tegumento de maní	74
4.1.3.1 Secado.....	74
4.1.3.2 Resultados de humedad en el producto final: colorante de tegumento de maní	80
4.1.3.3 Resultados de los Análisis en Laboratorio del Producto: colorante natural de tegumento de maní	80

4.1.3.4 Resultados del Control de Calidad del Producto obtenido.....	82
4.1.3.4.1 Características del Colorante.....	82
4.1.3.4.2 Resultados del Análisis Espectrofotométrico.....	83
4.1.3.4. Resultados de la granulometría del producto.....	84
4.1.4 Resultados del diseño experimental para el proceso de obtención del colorante.	85
4.1.4.1 Análisis y discusión de resultados del diseño experimental.....	86
4.1.4.1.1 Análisis de varianza para el diseño factorial 2^3 en el proceso de obtención del colorante natural.....	86
4.1.4.1.2 Análisis de la desviación mediante el error	87
4.1.4.1.3. Análisis del colorante de tegumento de maní con respecto al rendimiento...89	
4.1.5 Balances y cálculos realizados en el proceso de obtención del colorante de tegumento de maní.....	89
4.1.6. Costos.....	94
4.1.6.1 Costos de la materia prima, solventes y materiales	94
4.1.6.2 Costos de servicios de análisis físicos y químicos.....	95
4.1.6.3 Costos de mano de obra y material de escritorio.....	96
4.1.6.4. Resumen de costos.....	96

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	98
5.2 Recomendaciones.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	100

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Página

Cuadro II-1 Taxonomía del maní.....	9
Tabla II-1 Ventajas y Desventajas de Métodos de extracción sólido – líquido.....	28
Tabla II-2 Criterios de evaluación del proceso.....	29
Tabla II-3 Matriz de selección del proceso de extracción sólido- líquido para la obtención de colorante natural de tegumento de maní.....	30
Tabla III-1 Composición química del Tegumento de Maní (%).....	36
Tabla III -2 Reactivos empleados.....	44
Tabla III-3 Requerimiento de equipos y materiales.....	45
Tabla III-4 Factores y Niveles del experimento.....	50
Tabla III-5 Plan de experimentación para cada repetición.....	51
Tabla III-6 Matriz de diseño para cada repetición.....	52
Tabla III-7 Máximos característicos de los distintos grupos de flavonoides.....	63
Tabla III-8 Control de Calidad de Colorantes Naturales.....	65
Tabla IV-1 Representación del peso de tegumento de maní en función al peso total del fruto (%).....	68

Tabla IV-2 Resultados de la prueba de Humedad en el tegumento de maní.....	69
Tabla IV-3 Evaluación de los sólidos solubles en la piel de maní.....	70
Tabla IV-4 Análisis Fisicoquímicos de la Materia Prima: Tegumento de maní.....	71
Tabla IV- 5 Clasificación del tegumento de maní por tamaños.....	72
Tabla IV-6 Resultados de las pérdidas de peso en el colorante húmedo.....	75
TablaIV-7 Método de los tres puntos.....	77
Tabla IV-8 Resultados de % de humedad en el colorante obtenido.....	80
Tabla IV-9 Análisis Físicos y químicos del Producto.....	80
Tabla IV-10 Comparación de las características Físicas-Químicas del Colorante de tegumento de maní	82
Tabla IV-11 Granulometría del Producto.....	84
Tabla IV–12 Cantidad de colorante obtenido por masa de tegumento de maní.....	86
Tabla IV-13 Pruebas de los efectos inter-sujetos.....	86
Tabla IV-14 Resumen del modelo ^b	88
Tabla IV-15 Lista de equipos.....	91
Tabla IV-16 Corrientes del proceso.....	91
Tabla IV-17 Detalle de costos de materia prima, reactivos y materiales.....	94
Tabla IV-18 Detalle de costos de servicios de evaluación física y química.....	95
Tabla IV-19 Detalle de costos de material de escritorio.....	96

Tabla IV–20 Resumen de Costos.....	97
------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1-1 Participación de los principales Importadores de Materias Colorantes de origen vegetal o animal.....	3
Figura 1-2 Tegumento del maní.....	4
Figura 2-1 Planta de Maní	8
Figura 2-2 Principales variedades de maní en Bolivia.....	10
Figura 2-3 Partes del fruto del maní.....	11
Figura 2-4 Departamentos Productores de Maní en Bolivia en Porcentajes de la producción nacional.....	12
Figura 2-5 Clasificación de los colorantes.....	16
Figura 2-6 Extracción con Soxhlet.....	24
Figura 2-7 Extracción con fluidos críticos.....	26
Figura 2-8 Equipo utilizado para la extracción asistida por microondas.....	27
Figura 2-9 Diagrama de bloques del método de extracción solido- líquido para la obtención del colorante natural de tegumento de maní.....	34
Figura 3-1 Obtención de la piel de maní.....	36
Figura 3-2 Ácidos Fenólicos.....	38
Figura 3-3 Estructura de los flavonoides.....	39
Figura 3-4 Esquema del proceso para determinar el peso del tegumento de maní.....	41
Figura 3-5 Esquema del proceso de determinación de humedad.....	42
Figura 3-6 Esquema del proceso para determinar de los Sólidos Solubles.....	43

Figura 3-7 Diagrama de bloques del proceso de extracción solido- líquido para la obtención del colorante natural de tegumento de maní.....	53
Figura 3-8 Tegumento de maní obtenido de la peladora.....	54
Figura 3-9 Juego de tamices usado en la determinación de la materia prima.....	55
Figura 3-10 Mezcla obtenida.....	57
Figura 3-11 Solución coloreada.....	59
Figura 3-12 Torta de filtración obtenida.....	59
Figura 3- 13 Equipo utilizado para secar el colorante.....	60
Figura 3- 14 Colorante obtenido.....	60
Figura 3-15 Analizador de Humedad infrarrojo.....	62
Figura 4- 1 Tamaño de partícula vs Masa retenida de la materia prima	74
Figura 4- 2 Curva de secado colorante natural de tegumento de maní.....	76
Figura 4-3 dX/dt vs. X	78
Figura 4- 4 Longitud de Onda vs Absorbancia.....	83
Figura 4- 5 Tamaño de partícula vs Masa retenida del Producto final	84
Figura 4-6 Desviación del colorante.....	87
Figura 4-7 Diagrama del proceso.....	87

NÓMINA DE ANEXOS

ANEXO 1 FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL COLORANTE DE TEGUMENTO DE MANÍ

ANEXO 2 ANÁLISIS REALIZADOS EN LABORATORIO

ANEXO 3 TEÑIDO DE FIBRAS

ANEXO 4 CÁLCULOS REALIZADOS EN LA PRÁCTICA