

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA
DE INGENIERÍA QUÍMICA
PROYECTO DE GRADO



EXTRACCION EXPERIMENTAL DE ACEITE VIRGEN DE NUEZ (*Juglans regia L*) CULTIVADA EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA, MEDIANTE PRENSADO EN FRÍO

Por:

LUIS FERNANDO TAPIA RODRIGUEZ

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.

Diciembre de 2021

TARIJA-BOLIVI

V°B°

Ing. Aurelio José Navia Ojeda

DECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

Lic. Deysi Beatriz Arancibia Márquez

VICEDECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Dr. Jorge Erazo Aramayo

Ing. Oscar Loayza Colque

Ing. Aníbal Darío Vega

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esto responsabilidad del

DEDICATORIA

Dedicado a:

Con cariño para las personas que me dieron la vida e hicieron todo para que pudiera lograr mis metas, por motivarme y apoyarme, a ustedes por siempre mi amor y agradecimiento.

Papá y mamá

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme la vida y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por permitirme alcanzar una de las metas de mi vida.

Un agradecimiento muy especial a las dos personas más importantes en mi vida, mis padres, Clemente Tapia y Luisa Ana Rodríguez quienes me enseñaron a luchar en la vida y a esforzarme hasta alcanzar mis objetivos que, a pesar de todas las adversidades, siempre estuvieron presentes para apoyarme en los momentos alegres de mi vida y aún más en los momentos difíciles; por enseñarme que la vida nunca es fácil, pero siempre hay que ser fuertes y salir adelante.

Del mismo modo quiero agradecer a mis grandes amigos y amigas con los que he tenido la suerte de encontrarme a lo largo de mi vida, especialmente aquellos que hice en la etapa universitaria, y hacer de esta; una etapa inolvidable.

iv

A mis docentes Ing. Juan Pablo Herbas, Ing. Ignacio Velásquez e Ing. José Auad, por brindarme todo su conocimiento, colaboración, y tiempo en el desarrollo de este proyecto.

PENSAMIENTO

“El futuro pertenece a aquellos que creen en la belleza de sus sueños”

Eleanor Roosevelt

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

I. ANTECEDENTES	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Producción de aceite de nuez (<i>Juglans regia L</i>) en el mundo.....	2
1.3 Producción de aceite de nuez (<i>Juglans regia L</i>) en Sudamérica.....	3
1.4 Producción de aceite de nuez (<i>Juglans regia L</i>) en Bolivia.....	3
1.5 Usos, aplicaciones y beneficios del Producto	4
1.6 Procesos Tecnológicos empleados.....	5
1.6.1 Prensado en frío.....	6
1.6.2 Extracción por solvente (Soxhlet).....	6
1.7 Producción de nuez (<i>Juglans regia L</i>) en el mundo.....	7
1.8 Producción de nuez (<i>Juglans regia L</i>) en Bolivia.....	8
II. OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo General	9
2.2 Objetivos Específicos.....	9
III. JUSTIFICACIÓN	9
3.1 Justificación Socio-Económico.....	9
3.2 Justificación Tecnológica.....	10
3.3 Justificación Ambiental.....	10

CAPITULO II

MARCO TEORICO

II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Generalidades de los Aceite Vegetales	12
2.1.1 Definición	12
2.1.2 Etapas de acuerdo al proceso que pasan los aceites comestibles y no comestibles 12	
2.1.3 Clasificación de los aceites vegetales	13
2.2 Materia Prima: Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	15
2.2.1 Origen de la Nuez (<i>Juglans regia L</i>).....	15
2.2.2 Taxonomía y morfología de la Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	16
2.2.3 Composición de la nuez (<i>Juglans regia L</i>)	17
2.3 Producto: Aceite de Nuez (<i>Juglans regia L</i>).....	20
2.3.1 Aceite de Nuez (<i>Juglans regia L</i>).....	20
2.3.2 Composición química del Aceite de Nuez (<i>Juglans regia L</i>).....	20
2.3.3 Composición fisicoquímica del Aceite de Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	21
2.4 Leyes y Normas.....	22

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Descripción y análisis de materias primas	24
3.1.1. Características de la materia prima	24
3.1.2. Descripción de la materia prima.....	25
3.2. Diseño experimental.....	26

3.2.1	Diseño experimental 2k.....	27
3.2.2.	Pasos a realizar el análisis del diseño factorial 2k	27
3.2.3.	Factores y niveles de las variables de estudio	27
3.2.4.	Evaluación de la influencia del tiempo, presión y granulometría sobre el rendimiento de extracción.....	30
3.2.5.	Variable respuesta	31
3.3.	Obtención de aceite virgen de nuez (<i>Juglans regia L</i>).....	32
3.3.1.	Recolección de la materia prima	34
3.3.2.	Transporte.....	34
3.3.3.	Recepción y selección de la materia prima.....	34
3.3.4.	Pesado	34
3.3.5.	Descascarado y pelado.....	35
3.3.6.	Trituración.....	36
3.3.7.	Análisis granulométrico de la materia prima.....	36
3.3.8.	Pesaje de la nuez triturada.....	37
3.3.9.	Prensado en frio	38
3.3.10	Filtración.....	38
3.3.11	Producto final y almacenamiento	39
3.4.	Balance de materia y energía en el proceso de extracción.....	40
3.4.1.	Balance de materia	40
3.4.2.	Balance de energía	45
3.5.	Determinación del rendimiento en el proceso de extracción de aceite virgen de nuez (<i>Juglans regia L</i>) cultivada en el departamento de Tarija.	46

3.5.1	Calculo del rendimiento del aceite	46
3.6.	Caracterización fisicoquímica del aceite virgen de nuez (<i>Juglans regia L</i>)	47

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DICUSION

4.1.	Análisis granulométrico de la materia prima	49
4.2.	Características fisicoquímicas de la materia prima: Nuez (<i>Juglans regia L</i>).....	51
4.3.	Análisis estadístico del diseño experimental.....	52
4.3.1	Datos experimentales del proceso de extracción del aceite virgen de nuez (<i>Juglans regia L</i>)	52
4.3.2	Análisis de varianza	54
4.4	Resultados del balance de materia y energía.....	61
4.4.1	Balance de materia	61
3.4.	Caracterización del aceite virgen de nuez (<i>Juglans regia L</i>) cultivado en el departamento de Tarija.	62
3.4.1.	Caracterización Organolépticas	62
3.4.2.	Características fisicoquímicas.....	63
4.5.	Costos de realización del estudio	65

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.	Conclusiones	67
5.1	Recomendaciones.....	70
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

Anexos

Índice de tablas y/o cuadros

Tabla I-1 Mejores marcas de aceite de nuez en el mercado	2
Tabla I-2 Los Principales Países Productores De Nueces en el Mundo	8
Tabla II-1 Taxonomía de la nuez.....	16
Tabla II-2 Composición nutricional de la nuez	18
Tabla II-3 Ácidos grasos del Aceite de Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	21
Tabla II-4 Composición del Aceite de Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	21
Tabla II-5 Propiedades físicas del Aceite de Nuez.....	22
Tabla III-1 Factores y niveles de las variables de estudio	28
Tabla III-2 Matriz de experimentos	29
Tabla III-3 Plan de Experimentación.....	29
Tabla III-4 Parámetros y normas para el análisis de aceite de Nuez.....	47
Tabla IV-1 Análisis granulométrico de las semillas de nuez trituradas	49
Tabla IV-2 Resultados del análisis granulométrico de las semillas de nuez trituradas	50
Tabla IV-3 Características de las propiedades fisicoquímicas de las semillas de nuez	51
Tabla IV-4 Datos experimentales del proceso de extracción del aceite virgen de Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	53
Tabla IV-5 Datos para el análisis de varianza	54
Tabla IV-6 Factores inter-sujetos	55
Tabla IV-7 Análisis de varianza (ANOVA)	56
Tabla IV-8 Variables introducidas/eliminadas	57
Tabla IV-9 Ajustes de datos para el modelo lineal general	57
Tabla IV-10 Análisis de varianza ANOVA.....	57
Tabla IV-11 Coeficientes.....	58
Tabla IV-12 Estadísticos sobre los residuos.....	59
Tabla IV-13 Rendimiento experimental y rendimiento obtenido por el modelo matemático ajustado	60

Tabla IV-14 Resultados del balance de materia	62
Tabla IV-15 Resultados del balance de energía	62
Tabla IV-16 Caracterización fisicoquímica de aceite de Nuez	63
Tabla IV-17 Comparación de ácidos grasos con bibliografías.....	64
Tabla IV-18 Costo total de la investigación	65
Tabla V-1 Parámetros de la materia prima	67
Tabla V-2 Propiedades físico-químicas del aceite virgen de Nuez.....	68
Tabla V-3 Resultados obtenidos de ácidos grasos.....	69
Cuadro III-1 Diagrama de bloques de proceso de extracción de Aceite de Nuez.....	33
Cuadro III-2 Balance de materia	40

Índice de figuras

Figura 1-1 Consumo de aceites vegetales en el mundo desde 2013/14 hasta 2018/2019	3
Figura 1-2 Prensa hidráulica de extracción de aceite	6
Figura 1-3 Extractor Soxhlet	7
Figura 2-1 Estructura de ácidos grasos saturados.....	14
Figura 2-2 Estructura de ácidos grasos Monoinsaturados.....	14
Figura 2-3 Estructura de ácidos grasos poliinsaturados	15
Figura 2-4 Nuez (<i>Juglans regia L</i>)	16
Figura 3-1 Ubicación geográfica Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.....	24
Figura 3-2 Ubicación geográfica de Sella Méndez	25
Figura 3-3 Fruto de nogal	26
Figura 3-4 Selección de la nuez.....	34
Figura 3-5 Pesado de la Nuez	35

Figura 3-6 Descascarado y pelado de Nuez.....	35
Figura 3-7 Trituración manual de la nuez	36
Figura 3-8 Tamizado de la semilla triturada.....	37
Figura 3-9 Pesaje de la Nuez triturada	37
Figura 3-10 Extracción mediante prensado en frio	38
Figura 3-11 Filtración del aceite obtenido.....	39
Figura 3-12 Producto obtenido y almacenamiento.....	39
Figura 4-1 N° de malla vs Porcentaje de rechazo (%).....	50
Figura 4-2 Grafica comparativa del rendimiento experimental y rendimiento modelo matemático.....	61