



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

TEMA

**“OBTENCIÓN DE UN ALELOPÁTICO PARA USO
VETERINARIO A PARTIR DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE
ALMENDRÓN (*Terminalia catappa*)”**

AUTORES

Buenaño García José Raúl

León Quiroz Gianella Mabel

DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Q.F. Luis Felipe Zalamea Molina, MSc.

Guayaquil

Diciembre de 2016

DEDICATORIA

Le dedico éste trabajo a Dios por tenerme aún en vida y poder realizar con esfuerzo y dedicación este proyecto de titulación, el cual me acerca un paso más a alcanzar mi meta de superación que es poder ser ingeniero. También a mi familia que son un pilar fundamental en mi vida, pues supieron cultivar en mí las mejores virtudes y valores, me inculcaron el respeto, la honestidad, la responsabilidad, el amor, y por ellos he podido obtener las herramientas necesarias para luchar en la vida.

Autor: José Raúl Buenaño García

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico con todo amor a Dios en primer lugar, por prestarme salud y vida para poder iniciar y culminar con éxito mi carrera profesional. De manera muy especial a mis padres Víctor León Cabello y Anabell Quiroz Laje quienes con mucho amor me han brindado sus consejos y su apoyo incondicional en cada etapa importante de mi vida.

A mi hermano y a mi pequeña sobrina Emma. Familia ustedes son mi motor principal para seguir adelante sin desmayar, espero ser merecedora de su orgullo y admiración.

Autora: Gianella Mabel León Quiroz

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la bendición de poder terminar una de las metas más importantes trazadas por mí mismo que es poder ejercer como profesional, también a mi familia por todo el apoyo diario y sus consejos de siempre continuar y seguir adelante por difícil que el camino sea.

Mi grato agradecimiento al director de este proyecto de titulación Q.F. Luis Felipe Zalamea Molina, Msc., por su incondicional tiempo y apoyo, por compartir con nosotros los conocimientos oportunos que nos ayudaron a culminar con éxito este proyecto.

También agradezco a los demás maestros que tuve a lo largo de la carrera, de los cuales aprendí mucho, los conocimientos impartidos me han llevado a terminar con esfuerzo la carrera.

A mis compañeros y amigos por haber hecho más ameno estos años de estudio, gracias por sus consejos y los gratos momentos compartidos. Finalmente a mi novia por brindarme su amor y consejos y apoyarme siempre en cada etapa de mi vida.

Autor: José Raúl Buenaño García

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme sabiduría y paciencia para tomar las decisiones correctas y afrontar cada reto que se presente en mi camino, sin él ningún propósito se haría realidad. Gracias señor por cada una de las bendiciones recibidas.

A mi familia y en especial a mis padres por todos los esfuerzos y sacrificios que han realizado para darme la mejor herencia que puedo recibir, la educación. Cada logro que consiga no solo será mío sino también de ustedes.

A mis compañeros y amigos por las experiencias vividas a lo largo de nuestra vida universitaria, siempre tendrán un lugar especial en mi corazón.

A mi mejor amiga Ana Rubio, por brindarme su amistad incondicional y apoyarme siempre.

Mi sincero agradecimiento al director de este proyecto de titulación Q.F. Luis Felipe Zalamea Molina, Msc., gracias por la orientación y apoyo prestados para que este proyecto se haga realidad.

Autora: Gianella Mabel León Quiroz

DERECHOS DE AUTORIA

José Raúl Buenaño García y Gianella Mabel León Quiroz, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la **UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

José Raúl Buenaño García

No° C.I. 0924823412

Gianella Mabel León Quiroz

No° C.I. 0930708748

CERTIFICACION DE TUTOR

Q.F. Luis Felipe Zalamea Molina, Msc. Certifico haber tutelado la tesis “**Obtención de un alelopático para uso veterinario a partir del aceite de la semilla de almendrón (*Terminalia catappa*)**”. Que ha sido desarrollada por **José Raúl Buenaño García y Gianella Mabel León Quiroz** previa la obtención del título de ingeniero en Química, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACION DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA.**

Q.F. Luis Felipe Zalamea Molina, Msc.

No. C.I. 0904190055

RESUMEN

La semilla de almendrón (*Terminalia catappa L.*) pertenece a la familia Combretaceae, el árbol es nativo del sur este de Asia, llegando hasta Australia y Polinesia. Es conocido como almendro de la India, almendra de Malabar y almendra tropical. Se realizó la recolección de 1230 g de semillas de almendrón que se sometieron previamente a un proceso de secado a temperatura de 60°C, con una velocidad de secado de 1,20 Kg/m²h, se obtuvo el aceite mediante el proceso de extracción sólido-liquido con alcohol isopropílico, se consiguió un rendimiento de 60,53 %. Próximo a la extracción se realizó la recuperación del solvente empleado (alcohol isopropílico) en el rotavapor a una temperatura de 83 °C, con una presión de 0,6 BAR y 60 rpm. Se realizaron análisis de calidad del aceite y se determinó un Índice de yodo 33,36 gl₂/100 g y peróxido 3,52 meq O₂/Kg. Se dosificó 4 ml de glicerina, 200µl de aceite de semilla de almendrón y 20 ml de agua destilada para elaborar el compuesto alelopático. Se realizaron pruebas de control de mortalidad en las garrapatas de la especie *Rhipicephalus microplus* con una sustancia de control (amitraz) y cuatro pruebas con la dosificación del compuesto alelopático. La primera dosis suministrada fue de 50 µl, la segunda 100 µl, la tercera de 150 µl, y la cuarta dosis de 200 µl. Se desarrolló la concentración óptima del alelopático, se envasó en un frasco ámbar de 10 ml se y etiquetó como producto final.

Palabras claves: Semilla de almendrón, *Terminalia catappa L.*, alelopático, *Rhipicephalus*, garrapaticida.

ABSTRACT

The almendrón seed (*Terminalia catappa L.*) belongs to the family Combretaceae, the tree is native to the south east of Asia, arriving to Australia and Polynesia. It is known as Indian almond, Malabar almond and tropical almond. A total of 1230 g of almond seed were harvested, which were previously subjected to a drying process at 60 ° C, with a drying rate of 1.20 kg / m²h. The oil was obtained by the solid-liquid extraction process With isopropyl alcohol yielded a yield of 60.53%. Next to the extraction the solvent used (isopropyl alcohol) was recovered in the rotavapor at a temperature of 83 °C, with a pressure of 0.6 BAR and 60 rpm. Oil quality analyzes were performed and an iodine content of 33.36 g I₂/100 g and peroxide 3.52 meq O₂ / kg was determined. 4 ml of glycerin, 200 µl of almond seed oil and 20 ml of distilled water were dosed to make the allelopathic compound. Mortality control tests were carried out on the ticks of the species *Rhipicephalus microplus* with one control substance (amitraz) and four tests with the dosage of the allelopathic compound. The first dose given was 50 µl, the second 100 µl, the third dose 150 µl, and the fourth dose was 200 µl. The optimum allelopathic concentration was developed, packed in a 10 ml amber flask and labeled as final product.

Key words: Almond seed, *Terminalia catappa L.*, allelopathic, *Rhipicephalus*, pesticide.

Tabla de contenido

PORTADA.....	I
DEDICATORIA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DERECHOS DE AUTORIA.....	VI
CERTIFICACION DE TUTOR.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	16
1.1 Tema.....	16
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.3 Formulación del problema.....	17
1.4 Limitación del estudio.....	17
1.5 Alcance del proyecto.....	18
1.6 Objetivos.....	18
1.6.1 Objetivo general.....	18
1.6.2 Objetivos específicos.....	18
1.7 Idea a defender.....	19
1.8 Aporte del proyecto.....	19
1.9 Justificación del problema.....	20
1.10 Hipótesis.....	21
1.11 Variables.....	21
1.12.2 Variables independientes.....	21
1.11.1 Variables dependientes.....	21
1.12 Operacionalización de las variables.....	22
CAPÍTULO II.....	24
2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Descripción botánica de Terminalia Catappa L.....	24
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	27

2.1.2 Distribución geográfica en el Ecuador	27
2.1.3 Aplicaciones.....	28
2.1.4 Composición de la semilla	29
2.1.5 Contenido de aceite de la semilla de almendro.....	30
2.1.6 Composición de ácidos grasos del aceite del almendro.....	31
2.1.7 Composición de ácidos grasos del aceite del almendro.....	31
2.1.8 Comparación de propiedades físicas y químicas del aceite de semilla de almendro con otras grasas comunes	32
2.2 Secado	32
2.2.1 Aplicación de diversos tipos de secado a nivel industrial	33
2.2.2 Estufa de secado	33
2.2.3 Curvas de velocidad de secado	34
2.3 Molienda y tamizado	35
2.4. Tecnología de extracción de aceites.....	37
2.4.1 Extracción sólido – líquido (lixiviación)	38
2.4.2 Extracción método soxhlet	38
2.5 Rotavapor	39
2.6 La Alelopatía.....	40
2.6.1 Mecanismo de acción de los alelopáticos	41
2.7 Garrapata Rhipicephalus microplus	41
2.7.1 Distribución geográfica y especies afectadas.....	42
2.7.2 Método de bioensayo aplicados a la detección de potenciales bioplaguicidas botánicos.....	43
CAPÍTULO III.....	44
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.1 Tipo de enfoque metodológico	44
3.1.1 Tipo de investigación	44
3.1.2 Métodos y técnicas	45
3.1.2.1 Preparación de la muestra	46
3.1.3 Normativas	47
3.2 Calidad del producto	47
3.3 Parámetros de acuerdo a las variables.....	47
3.4 Experimentación	48

3.4.1	Equipos y materiales	48
3.4.2	Técnicas	49
3.5	Ingeniería de proceso	50
3.5.1	Diagrama de flujo del proceso	51
3.5.2	Descripción del proceso	52
CAPÍTULO IV		53
4.	Análisis y discusión de resultados	53
4.1	Resultados Experimentales	53
4.1.1	Balace de materia del proceso de secado	53
4.1.2	Balace de materia de la extracción sólido-líquido en el equipo soxhlet	53
4.1.3	Cálculos y resultados	54
4.1.3.1	Cálculo del porcentaje de humedad en la semilla	54
4.1.3.2	Cálculo de la cantidad de agua en la semilla de almendrán antes de secar	54
4.1.3.3	Cálculo de la humedad en base seca	55
4.1.3.4	Cálculo de la velocidad de secado	55
4.1.3.5	Cálculo del rendimiento del aceite por gramo de semilla	56
4.2	Análisis e interpretación de resultados	57
4.2.1	Resultados de la curva de secado	57
4.2.2	Resultados obtenido en proceso de secado y extracción solido- liquido de la semilla de almendrán	59
4.2.3	Propiedades físicas del aceite de la semilla de almendrán	60
4.2.5	Análisis fisicoquímico del aceite extraído de las semillas de almendrán	60
4.2.6	Ensayo in vitro para valoración de la mortalidad de garrapatas	61
CONCLUSIONES		62
RECOMENDACIONES		63
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA		64
ANEXOS		66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables independientes	22
Tabla 2: Operacionalización de variables dependientes	23
Tabla 3: Compuestos presentes en la Terminalia catappa L.....	26
Tabla 4: Clasificación taxonómica árbol Terminalia Catappa L.	27
Tabla 5: Humedad, contenido y acidez del aceite	30
Tabla 6: Perfil ácidos grasos aceite de almendrán.....	31
Tabla 7: Comparación de ácidos grasos con otros aceites	31
Tabla 8: Comparación propiedades físicas y químicas con otras grasas	32
Tabla 9: Condiciones de secado en la estufa.....	46
Tabla 10: Porcentajes de humedad	46
Tabla 11: Normas para extracción, análisis y elaboración del producto ...	47
Tabla 12: Parámetros extracción solido-liquido.....	48
Tabla 13: Equipos, materiales y reactivos utilizados en el proceso	48
Tabla 14: Materiales y reactivos para elaboración del alelopático.....	49
Tabla 15: Muestra, materiales y reactivos para análisis In Vitro.....	49
Tabla 16: Datos de la curva de secado.....	57
Tabla 17: Resultados de secado y extracción solido-liquido	59
Tabla 18: Propiedades físicas del aceite de la semilla de almendrán	60
Tabla 19: Análisis físico químicos del aceite de almendrán	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de Terminalia catappa L.	24
Figura 2: Hojas y fruto del árbol Terminalia Catappa L.	24
Figura 3: Aceite extraído de las semillas del árbol de almendrón.....	28
Figura 4: Semillas de almendrón	29
Figura 5: Estufa de secado	34
Figura 6: Triturador de semillas industrial	35
Figura 7: Tamiz.....	36
Figura 8: Equipo de extracción soxhlet	38
Figura 9: Equipo Rotavapor	39
Figura 10: Garrapata Rhipicephalus	41
Figura 11: Diagrama general de extracción del aceite	51
Figura 12: Curva de secado de la semilla de almendrón	58
Figura 13: Recepción de las semillas de almendrón	67
Figura 14: Selección y limpieza de las semillas	67
Figura 15: Pesado y puesta de semillas a secar	67
Figura 16: Triturado de semillas y tamizado.....	68
Figura 17: Sellado y empacado al vacío para posterior extracción	68
Figura 18: Acoplamiento equipo de extracción y medición del solvente...68	
Figura 19: Extracción del aceite de semilla de almendrón	69
Figura 20: Compuesto aceite-solvente extraído.....	69
Figura 21: Adecuación del equipo rotavapor y filtrado de la solución	69
Figura 22: Rotavapor en uso	70
Figura 23: Recuperación del solvente.....	70
Figura 24: Obtención aceite puro de semilla de almendrón	70
Figura 25: Muestras biológicas (Garrapatas Rhipicephalus)	71
Figura 26: Ensayo de inmersión	71
Figura 27: Control con el aceite y el amitraz	71
Figura 28: Pruebas in vitro para determinación de mortalidad de garrapatas	72
Figura 29: Elaboración del alelopático	72
Figura 30: Dosificación aceite, glicerina y agua destilada	72
Figura 31: Envasado.....	73
Figura 32: Producto terminado.....	73
Figura 33: Resultados análisis de calidad del aceite.....	74

INTRODUCCIÓN

La naturaleza nos provee de manera significativa con una gran variedad de plantas que producen agentes alelopáticos, los cuales son capaces de actuar antagónicamente sobre algunas plagas que afectan a ciertos animales, tal es el caso del árbol de almendrán (*Terminalia catappa*) que es un árbol tropical con una gran altura, éste pertenece a la familia de las combretáceas. Se presume que ésta especie es nativa de las Indias Occidentales y Oceanía pero se ha naturalizado en regiones tropicales a elevaciones bajas a nivel mundial y se ha cultivado como una especie de ornamento gracias a la sombra que sus hojas proporcionan. La almendra que compone el fruto contiene una alta proporción de aceite (60%), por lo que su composición en ácidos grasos es similar al aceite de palma africana convirtiéndolo en una buena materia prima para su aplicación en la industria química. Algunos estudios preliminares indican que los compuestos presentes en sus hojas y semillas como flavonoides y principalmente taninos poseen propiedades alelopáticas, antimicrobianas, antirradicálicas, antimutagénicas y antifúngicas, lo que convierte al almendrán en una especie vegetal con potencial para su uso en el control de ectoparásitos como las garrapatas *Rhipicephalus microplus* (anteriormente conocidas como *Boophilus microplus*). Actualmente los métodos clásicos de control de plagas tales como el uso de acaricidas o fungicidas químicos, que al ser de carácter tóxico, constituyen un problema para la salud humana, animal y para el medio ambiente, por consiguiente, bajo las premisas expuestas anteriormente, planteamos la elaboración de un alelopático en base al extracto lipídico de la semilla de almendrán como una alternativa sustentable y ecológica para su uso veterinario en diferentes tipos de ganado y animales domésticos.

CAPÍTULO I

1.1 Tema

Obtención de un alelopático para uso veterinario a partir del aceite de la semilla de almendrón (*Terminalia catappa L.*)

1.2 Planteamiento del problema

En Ecuador la infestación por garrapatas constituye uno de los principales problemas para el sector ganadero por los efectos directos e indirectos que producen, y los productos químicos empleados para el control de esta plaga generan no solo daños ambientales sino también afectan la salud del animal y del hombre. Productos alelopáticos no son producidos, y las propiedades antifúngicas del aceite de *Terminalia Catappa L.* son desconocidas. No existe una siembra sostenida de árboles de esta especie, por tal razón no hay producción o recolección de los frutos, y no se realiza el acopio de las semillas para darle algún aprovechamiento. Tampoco existen fuentes de investigaciones realizadas con el aceite extraído de las semillas de este fruto seco para un beneficio como alelopático. Bajo estos precedentes planteamos la elaboración de un producto natural cuya aplicación será de uso veterinario.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo realizar la extracción del aceite de las semillas de Terminalia Catappa y formular un compuesto alelopático con el fin de favorecer al medio con la disponibilidad de un producto natural el cual podrá ser utilizado en el sector ganadero y animales domésticos afectados por la plaga Rhipicephalus microplus, el mismo que constituya una alternativa económica y factible para reducir el uso de productos químicos que generen contaminación y perjudiquen la salud animal y la del hombre?

1.4 Limitación del estudio

Limitación académica

Campo: Química orgánica / Industria química.

Área: Ingeniería Química.

Aspecto: Alelopático de uso veterinario.

Limitación temporal

Tiempo de Investigación: 7 meses.

Limitación conceptual

Falta de conocimiento de las propiedades antifúngicas del aceite de almendro para elaboración y su uso como alelopático.

Limitación espacial

Actualización de equipos en el Laboratorio de Microbiología y Bioquímica en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil.

1.5 Alcance del proyecto

En el presente proyecto se determinará una formulación óptima para elaborar un alelopático de uso veterinario mediante el uso del aceite de la semilla de almendrón, sentando un precedente para encaminar futuras investigaciones con la especie *Terminalia Catappa L.* y que nuevos estudios den a conocer sus potenciales beneficios para su aprovechamiento en la industria química.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Elaborar un producto alelopático a partir del aceite de la semilla de almendrón (*Terminalia catappa L.*)

1.6.2 Objetivos específicos

- Extraer con alcohol isopropílico el aceite de la semilla del almendrón.
- Determinar el porcentaje en peso del aceite extraído.
- Realizar análisis para índice de peróxidos e índice de yodo.
- Efectuar pruebas de control para establecer la concentración óptima del aceite.
- Envasar y etiquetar el producto final en frascos ámbar dispuestos para su uso directo en control de la plaga *Rhipicephalus Microplus*.

1.7 Idea a defender

Este proyecto propone utilizar el método de extracción soxhlet, con el cual obtendremos el aceite de almendrán empleando métodos que cumplan con las normas establecidas para obtener un producto de calidad y que sea apropiado para su uso veterinario, además de proponer una variable ecológica, responsable y comprometida con el medio ambiente para el control de la plaga *Rhipicephalus microplus*.

1.8 Aporte del proyecto

En ingeniería.- Poner en práctica los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería química, conociendo que, mediante operaciones unitarias como secado, triturado o prensado, tamizado, lixiviación y filtración podremos obtener el aceite para la elaboración de nuestro producto deseado. El aporte de la ingeniería es importante ya que, gracias a la creatividad e ingenio se desarrollan diferentes sistemas productivos que satisfacen las necesidades del medio en general.

Tecnológico. - La tecnología nos permite coordinar y orientar hacia procesos de mejora continua, con ello obtenemos o mejoramos habilidades de manejo de equipos para preparación de muestras y obtención de datos, así como optimizar el equipo de extracción soxhlet.

Económica.- Generar ingresos a distintas zonas agrícolas promoviendo una nueva alternativa de desarrollo económico basada en el cultivo de almendro. A su vez, permitiría aprovechar materia prima a bajo costo y de gran rentabilidad puesto que esta especie puede soportar periodos de sequía, garantizando su producción casi todo el año. Además de reducir costos en empleo de plaguicidas químicos.

Social y Ambiental.- La elaboración de este producto fungistático a escala industrial podría originar plazas de empleo a nivel nacional, mejorando así la calidad de vida de muchos ecuatorianos. Se crea un mejoramiento y un correcto aprovechamiento de los suelos, una reducción en la contaminación del medio ambiente.

1.9 Justificación del problema

Algunas investigaciones en la actualidad nos ofrecen una nueva opción para la elaboración de un fungicida bio-ecológico con aplicaciones específicas, que tras el tiempo no vaya a generar resistencia y principalmente no represente un peligro tóxico para el hombre y el medio ambiente como lo son los productos químicos de síntesis. Para lograr contrarrestar este problema actual, creemos que es posible controlar plagas utilizando productos en base a componentes naturales como el aceite de la semilla del almendro de la India (*Terminalia catappa L.*) el cual posee propiedades alelopáticas, que convierte a ésta especie en una alternativa importante para eliminar garrapatas (*Rhipicephalus*) en animales domésticos, ganados en general y animales en cautiverio.

Un beneficio sustancial es lograr impulsar la siembra del almendrón y utilizar sus frutos para la extracción del aceite de sus semillas, y destinarlo a posteriores aplicaciones en la industria química. Se favorece al medio con la disponibilidad de un producto que podrá ser aprovechado por el consumidor final gracias a las propiedades intrínsecas de la materia prima (semillas). Con este proyecto también es posible generar plazas de empleo a nivel nacional, además de contribuir con el cambio en la matriz productiva.

1.10 Hipótesis

¿Los componentes químicos presentes en el aceite extraído de las semillas de *Terminalia catappa* L. pueden controlar o eliminar las garrapatas de la especie *Rhipicephalus*?

1.11 Variables

1.12.2 Variables independientes

☞ Proceso de la semilla de almendrón (*Terminalia Catappa*)

1.11.1 Variables dependientes

- ☞ Extracción y caracterización del aceite.
- ☞ Rendimiento del aceite obtenido por cada gramo semillas de almendrón (*Terminalia Catappa* L.)

1.12 Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de variables independientes

Variable independiente	Etapas de definición del nivel de sub variable	Definición	Sub-variable	Nivel de medición	Equipo o técnica	Normas
Proceso De La Semilla De almendrón (<i>Terminalia Catappa L.</i>)	SECADO	Eliminación de la humedad de sólidos por una corriente de aire o calor.	Tiempo, temperatura y humedad	Intervalo 60 °C De razón	Estufa de secado	INEN 1035
	TRITURACIÓN	Reducción de tamaño de partículas sólidas.	Tiempo	Intervalo 30 min	Cuchilla trituradora	ISO 664
	EXTRACCIÓN	Separación de sustancia por arrastre de solventes.	Temperatura y tiempo	80°C intervalo	soxhlet	INEN-ISO 17059

Elaborado por: José Raúl Buenaño García; Gianella Mabel León Quiroz

Tabla 2: Operacionalización de variables dependientes

Variable dependiente	Etapas de definición del nivel de sub variable	Definición	Sub-variable	Nivel de medición	Equipo o técnica	Normas
Proceso de extracción Y caracterización	Aceite	Sustancia viscosa de origen mineral, animal o vegetal	Extracción sólido-líquido	De razón	soxhlet	INEN 2101
	Caracterización de aceite	Determinación de atributos peculiares que distingue una sustancia del resto de su clase.	Análisis físico-químico	Intervalo 25°C	AOAC 965.83 EP 01/2005:2 0504	INEN-ISO 660
Rendimiento del aceite	Rendimiento	Proporción entre el aceite obtenido y los medios utilizados.	Cálculo del porcentaje obtenido de aceite por cada gramo semillas de almendrán	Porcentaje en peso	Mediante fórmula	INEN-ISO 659

Elaborado por: José Raúl Buenaño García; Gianella Mabel León Quiroz

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción botánica de Terminalia Catappa L.

Nombre científico: *Terminalia catappa* L.

Familia: Combretaceae

Nombre común: Almendrón

Figura 1: Árbol de Terminalia catappa L.



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

Figura 2: Hojas y fruto del árbol Terminalia Catappa L.



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

El árbol es nativo del sur este de Asia, llegando hasta Australia y Polinesia, hoy en día se encuentra cultivado en todos los trópicos y subtropicos. (Evans, 2006). Alcanzan una altura de 27 a 28 metros. Sus ramificaciones se desarrollan en forma de espiral, por lo que siempre los vemos redondeados y asemejando estratos o niveles. Al caer, sus hojas se dan vuelta y ofrecen a nuestra vista una coloración rosada. Sus ramas salen en todas direcciones desde la misma altura del tronco y son casi horizontales. Sube un poco más el tronco limpio y vuelve a repetir la capa de ramas. (González et al, 2005).

Se trata de un material muy duro y resistente al agua, que ya los antiguos aborígenes de la Polinesia oceánica conocían y, de hecho, utilizaban para construir sus canoas. Durante siglos, en la India, se ha empleado su fruto y sus hojas para teñir las telas ya que contienen un alto porcentaje de taninos, que dan un color negro a los paños. La almendra que se encuentra en el interior de la semilla, a parte de su uso medicinal es comestible y tiene un sabor muy parecido a las almendras que todos conocemos; puede ingerirse cruda o tostada. El único inconveniente, es que el recubrimiento es bastante duro, por lo que extraer las almendras es una tarea algo ardua. (Terminalia Catappa - El almendro Indio, s.f.)

El fruto se compone de un 20 % de tanino (es un componente orgánico soluble en el agua y que tiene propiedades astringentes); la semilla tiene un 51,2 % de grasa, de la cual 54 % es oleína y 46 % palmitina. (Terminalia Catappa - El almendro Indio, s.f.)

En las hojas se encuentran taninos como: Ácido chebulágico, Corilagina, 1-degaloilEugenia, Geranina, Granatina, Punicalagina, Punicalina, Tercataina, Terflavina, Tergalagina. En su corteza: benzenoides (ácido gentisico), cumarinas (ácido elágico), misceláneas (ácido oxálico). La punicalagina y la punicalina son los componentes más abundantes y poseen la actividad antioxidante más fuerte (2006).

Los compuestos presentes en las hojas de la *Terminalia catappa* son fundamentalmente taninos hidrolizables como: punicalagina, punicalina, ácido chebulágico y geranina y otros.(NAPRALERT, 1998).

Principios activos

En otro estudio, la evaluación de la toxicidad aguda y subaguda en ratas, por la vía oral, de un extracto etanólico (al 95 %) de hojas de la planta, mostró que a la dosis de 2000 mg/kg, se produjo un 20 % de mortalidad en los animales tratados con una sola dosis. En la evaluación de la toxicidad subaguda, se produjo un 30 % de mortalidad en los animales tratados con la dosis de 1500 mg/kg, mientras que a la dosis de 500 mg/kg, no se observó mortalidad en los animales de experimentación. (UNAM, 2013)

Tabla 3: Compuestos presentes en la *Terminalia catappa* L.

Parte de la planta	Tipo de compuesto	Compuestos identificados
Hojas	Taninos	Ácido chebulágico Corilagina 1-degaloil eugenina Geranina 2-3-(4-4'-5-5'-6'-6'-hexahidroxidifenol) glucosa Granatina Punicalagina Punicalina Tercataina Terflavina Tergalagina
Corteza	Benzenoides	Ácido gentísico
	Cumarinas	Ácido elágico 3-3'-4-tri-o-metil ácido elágico 3-3'-di-o-metil ácido elágico
	Misceláneas	Ácido oxálico
Frutos (aceite de las semillas)	Lípidos	Ácido palmítico Ácido linoleico

Fuente: (Almendro de la India: potencial biológico valioso, 2003)

2.1.1 Clasificación taxonómica

Tabla 4: Clasificación taxonómica árbol Terminalia Catappa L.

Clasificación Taxonómica	
Reino:	Plantae o Metafita
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Myrtales
Familia:	Combretaceae
Género:	Terminalia
Especie:	Catappa L.

Fuente: (EcuRed, 2013)

Nombres comunes: Almendro de la India, Almendra tropical, almendra de Singapur, almendra Myrobalan, almendro salvaje, almendra de Malabar, Ketapang, Kwang de Huu, almendra del mar, almendra India de Oeste, Kobateishi. (USDA, 2003).

2.1.2 Distribución geográfica en el Ecuador

Especie que se cultiva en la Costa y Amazonía del Ecuador, entre 0-1 200 msnm (León-Yáñez, 1999). Crece a bajas elevaciones, en climas secos o húmedos. Se caracteriza por ser un árbol cultivado que coloniza sitios costeros. Podemos encontrarlos mayormente en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, Esmeraldas, El Oro, también en la zona de los bosques secos en la región andina y en las tierras bajas de la Amazonía. (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2012).

2.1.3 Aplicaciones

El valor principal de la almendra es como un árbol de ornamento y de sombra. Es favorecido por el encendido color de su follaje antes de la caída de las hojas, por la simetría estratificada de sus ramas y por su forma placentera a la vista, y debido a que crece en una variedad de suelos y en relleno de construcción. Un valor secundario de la almendra es por las nueces (semillas) que produce. Estas semillas contienen un aceite comestible, que constituye alrededor del 55 por ciento del peso de la semilla.(Francis, 1989)

Figura 3: Aceite extraído de las semillas del árbol de almendrón



Fuente: (htt)

La madera es de un atractivo color que va de marrón amarillo a rojo, se describe como moderadamente fuerte. La almendra se trabaja a máquina con bastante facilidad, y puede ser usada para muebles, ebanistería, pisos, chapa decorativa y construcción general liviana. La madera de casi todas las especies del género *Terminalia* no es penetrada con facilidad por los agentes preservativos.(Francis, 1989).

2.1.4 Composición de la semilla

Figura 4: Semillas de almendrán



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

La Semilla que se encuentra dentro del hueso de este fruto, mide 1.5 cm. de largo, es ovalada, con uno de sus extremos terminado en punta y el otro redondeado, compacta, blanca y está cubierta por una cáscara muy delgada de color café rojizo. Las almendras tienen altos niveles de ácidos grasos insaturados, que suponen un 93% del total de grasas. El más importante es el ácido oleico. Al ser un alimento de origen vegetal el almendro no contiene colesterol. (FAO, 2005). Asimismo, el almendro es rico en ácidos grasos esenciales como el linoleico y linolénico, que nuestro organismo es incapaz de sintetizar y que resultan imprescindibles para la formación de membranas celulares, en particular en las células nerviosas o neuronas. (al., 2009). La composición mineral del almendro presenta una gran variabilidad en función de las condiciones de cultivo, composición del suelo, etc. y en menor medida por la variedad (Bedri, 2005).

Son una fuente importante de minerales como el calcio, necesario para formación y mantenimiento de huesos y dientes, el magnesio, el potasio, el cobre, el fósforo y el zinc (Eroski, 2003).

A pesar de su aspecto seco y homogéneo, el almendro posee una cantidad notable de fibra soluble (10%). Cada 30 gramos de almendro contiene 40 Gr. de fibra (Potus, 2000). La fruta es una drupa de 5 a 6 cm de longitud y de 3 a 5.5 cm de anchura, éstas se producen a partir de los 3 años de edad del árbol. Presentan un cambio de coloración durante su proceso de maduración: verdes en un principio, luego amarillo y finalmente rojo cuando maduran, es muy importante mencionar que la coloración también va a depender mucho de la variedad del árbol. Éste fruto contiene una sola semilla (Evans, 2006). Composición del fruto: 20 % de tanino. La semilla hasta el 51.2 % de aceite graso (aceite de catappa) con el 54 % de oleína y el 46 % de palmitina.

2.1.5 Contenido de aceite de la semilla de almendro

Tabla 5: Humedad, contenido y acidez del aceite

FRUTO	HUMEDAD ALMENDRO	% DE ACEITE BASE SECA	%ACIDEZ
COSECHADO	22.63	77.58	0.12
RECOLECTADO	22.56	78.36	0.12

Fuente: (Arrecis D. , Composición física y contenido de aceite del fruto de almendro., 1992)

2.1.6 Composición de ácidos grasos del aceite del almendro

Tabla 6: Perfil ácidos grasos aceite de almendrán

ACIDOS GRASOS	PORCENTAJE
<u>Saturados:</u>	42.14
Mirístico (C 14)	0.14
Palmitico (C 16)	36.85
Estearico (C 18)	4.82
Araquidico (C 20)	0.33
<u>Insaturados:</u>	57.84
Palmitoleico (C 16)	0.30
Oleico (C 18')	31.77
Linoleico (C 18'')	25.77

Fuente: (ICAITI, 1992)

2.1.7 Composición de ácidos grasos del aceite del almendro

Tabla 7: Comparación de ácidos grasos con otros aceites

ACIDOS GRASOS	Higuerillo	Coco	Maíz	Algodón	Linaza	Olivea	Palmito	ALMENDRO	Palma	Maíz	Ajonjolí	Soya	Girasol
% Aceite	35-55	63-68	50	19.5	32-43	10-50	44-53	68	30-70	45-50	50-57	18-23	24-36
Saturados	1.9	91.2	15.6	27.3	9.5	11.5	85.5	42.14	39.4	18.0	12.8	13.4	2.1
Caproico	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprílico	-	5.4	-	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-
Caprílico	-	8.4	-	-	-	-	5.0	-	-	-	-	-	-
Láurico	-	45.4	-	-	-	-	49.0	-	-	-	-	-	-
Mirístico	-	18.0	1.7	1.4	-	trazas	15.5	0.14	1.6	-	-	0.3	-
Palmitico	-	10.5	11.0	23.4	6.3	9.2	7.5	36.85	32.3	8.5	7.8	9.8	3.6
Estéarico	-	2.3	2.9	1.2	2.5	2.1	2.0	4.82	5.5	3.1	4.7	2.4	2.9
Araquídico	-	0.4	-	1.3	0.5	0.2	-	0.33	-	2.4	0.4	-	0.6
Behénico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-
Lignocérico	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	1.1	-	0.9	0.4
Insaturados	98.1	8.8	84.4	72.7	90.5	88.5	17.5	57.84	60.6	82.0	87.1	86.6	92.5
Palmitoleico	-	1.3	1.6	2.0	-	-	-	0.30	-	-	-	-	-
Oleico	7.4	7.5	48.8	22.3	19.0	84.6	16.0	31.77	52.4	56.0	49.4	28.9	34.0
Linoleico	3.1	trazas	34.0	47.8	24.1	3.9	1.5	25.77	8.2	26.0	57.7	50.7	58.5
Linoléico	-	-	-	-	47.4	-	-	-	-	-	-	6.5	-
Ricínico	87.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Menos de C ₂₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-

Fuente: (Neumunz y Sons, Composición y contenido de ácidos grasos de semillas Oleaginosas.).

2.1.8 Comparación de propiedades físicas y químicas del aceite de semilla de almendro con otras grasas comunes

Las principales propiedades físicas y químicas del aceite de almendro en comparación con otras grasas comunes se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 8: Comparación propiedades físicas y químicas con otras grasas

GRASA	INDICE DE SAPONIFICACION	INDICE DE YODO	ACIDEZ
Coco	246 – 254	7.5 – 10	1.0 – 6.0
Algodón	190 – 198	101 – 115	1.0 – 5.0
Soya	189 – 195	120 – 141	0.5 – 3.0
Maní	187 – 196	80 – 100	0.2
Girasol	188 – 194	125 – 136	0.5 – 2.0
Palma	195 – 205	44 – 54	2.0 – 8.5
Almendro	193.5	69.4	0.12

Fuente: (CUNSUR, 1980)

2.2 Secado

El secado es una operación mecánica que se define como la eliminación total o parcial de líquido de un sólido, bien por medio de evaporación, vaporización, o por lo general con ayuda de calor. (Cruz & Serrano, Tecnología Farmacéutica, 2012)

2.2.1 Aplicación de diversos tipos de secado a nivel industrial

Para la eliminación de la humedad de los extractos secos se pueden utilizar disímiles métodos, entre ellos están los siguientes:

1. Secado por convección a presión normal:

- Producto que descansa sobre una base fija
- Producto que descansa sobre una base móvil
- Producto en movimiento por agitación mecánica
- Producto en movimiento provocado por la energía cinética del agente de secado o por su propia energía potencial

2. Secado por contacto a presión normal:

- Producto que descansa sobre una base móvil
- Producto en movimiento por agitación mecánica

3. Secado al vacío:

- Producto que descansa sobre una base fija
- Producto que descansa sobre una base móvil
- Producto en movimiento por agitación mecánica
(Cruz & Serrano, Tecnología Farmacéutica, 2012)

2.2.2 Estufa de secado

La estufa de secado representa la construcción más sencilla de secadero y su forma típica para los productos húmedos como son los extractos secos. La materia se extiende sobre una bandeja, criba o rejilla permeable al aire. El movimiento del aire de secado se efectúa con o sin ventilador.

A menudo las cribas se dividen en dos cámaras: en la primera, la corriente de aire pasa de arriba abajo y, en la segunda, en sentido inverso. Después de haber corlado la corriente de aire, el producto se mezcla casi siempre simplemente a mano y, a veces, por un agitador mecánico. Para obtener una alimentación poco más o menos regular de la bandeja perforada, la superficie de la estufa está dividida en varios compartimientos a los que el aire caliente llega por separado. (Cruz & Serrano, Tecnología Farmacéutica, 2012)

Figura 5: Estufa de secado



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

2.2.3 Curvas de velocidad de secado

Es la representación gráfica de la trayectoria que sigue el secado de una materia en el transcurso de la operación al graficarse el tiempo de exposición y el contenido de humedad de la muestra, cuando está en contacto con el aire o gases de combustión a condiciones predeterminadas y constantes. La curva de velocidad de secado puede dividirse en varios períodos:

- a) Ascendente
- b) Constante
- c) Decreciente

En general, la velocidad de secado se calcula mediante la ecuación:

$$R = \frac{W_t - W_{t+\Delta t}}{A \times \Delta t}$$

R: Velocidad de secado

W_t : Peso de (muestra+humedad) en el instante t

$W_{t+\Delta t}$: Peso de (muestra+humedad) en el instante Δt

A: Área de la muestra expuesta al secado. (Cruz & Serrano, Tecnología Farmacéutica, 2012)

2.3 Molienda y tamizado

Molienda

Es una operación unitaria en la que se produce la disminución del volumen de las partículas de un sólido. Se habla de molienda cuando se procesan materiales de medidas inferiores a 2,54 centímetros siendo el grado de desintegración mayor al de trituración. La reducción se lleva a cabo fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado. (EcuRed, 2012)

Figura 6: Triturador de semillas industrial



Fuente: (KÄRCHER, s.f.)

Tamizado

El tamizado, es uno de los métodos de separación de mezclas solidas en base a la diferencia de tamaño, la operación consiste que por medio de un tamiz se separan partículas sólidas según su tamaño. (Química Inorgánica , 2011)

Figura 7: Tamiz



Fuente: (Química Inorgánica , 2011)

El tamiz consiste de una superficie con perforaciones uniformes por donde pasará parte del material y el resto será retenido por él. Para llevar a cabo el tamizado es requisito que exista vibración para permitir que el material más fino traspase el tamiz. De un tamiz o malla se obtienen dos fracciones, los gruesos y los finos: la nomenclatura es la siguiente, para la malla 100, + 100 indica los gruesos y -100 indica los finos. Si de un producto se requieren N fracciones (clasificaciones), se requerirán N-1 tamices.(Brown G. , Operaciones Básicas de la Ingeniería Química, 1955)

2.4. Tecnología de extracción de aceites

La tecnología para extraer aceites a partir de semillas oleaginosas es bastante conocida; los procesos que mejor funcionan son los de prensado directo en prensas hidráulicas o de tornillo y el de extracción por solvente. La selección del método de extracción depende en gran medida del volumen de material a procesar y del contenido inicial de materia grasa; en el presente caso el equipo conveniente podrá ser una prensa hidráulica o, si la disponibilidad de material lo requiere, una prensa de tornillo. (Barrios, 1999) Los aceites y grasas vegetales se obtienen normalmente de almendro que, conjuntamente con la cáscara, constituye la semilla de las plantas. Esta semilla se encuentra a su vez formando parte del fruto (como en el maní) o de la flor (como en el girasol). Esto hace que exista para cada semilla oleaginosa un método específico de separar la parte oleosa del resto de componentes de la semilla o fruto. El aceite de todas las semillas oleaginosas, una vez que la parte que lo contiene se encuentre o haya sido reparada, puede extraerse y refinarse casi con el mismo equipo, variando únicamente las condiciones del proceso (Barrios, 1999). El método de extracción por disolventes constituye el método más eficaz para semillas oleaginosas con bajo contenido de aceite (Baley, 1951). El tiempo de extracción es muy importante con respecto a la cantidad de aceite contenido en la semilla. La mayor parte del aceite se obtiene durante los primeros treinta minutos de extracción. (Bernardini, 1973)

Las diferentes etapas del proceso de separación y extracción del aceite, son las siguientes:

- Separación de la pulpa o carnaza (de la semilla).
- Quebrado de la semilla
- Separación de la almendra
- Preparación de la almendra
- Extracción del aceite (Barrios, 1999)

2.4.1 Extracción sólido – líquido (lixiviación)

Operación mediante la cual se extrae un componente soluble de un sólido mediante un solvente.

Generalmente se divide en 3 partes:

- Cambio de fase en el soluto.
- Propagación del soluto a través del solvente, por los poros del sólido y hacia el perímetro de la partícula.
- Cambio de soluto de la solución en contacto con las partículas, hacia el seno de la solución.

Ventajas:

- Aumenta la velocidad de transferencia de masa.
- Distancia hacia la superficie que recorre el soluto es pequeña (Garbarino, 2011).

2.4.2 Extracción método soxhlet

Figura 8: Equipo de extracción soxhlet



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

Actualmente éste es el principal método de referencia con el que se comparan otros métodos de extracción. Además de muchos métodos de la EPA (U.S. Environmental Protection Agency) y de la FDA (Food and Drugs Administration) utilizan esta técnica clásica como método oficial para la extracción continua de sólidos. Aunque su campo de aplicación es fundamentalmente agroalimentario es también de utilidad en el área medioambiental, así es el método de análisis recomendado para la determinación del aceite y la grasa total recuperable en aguas de vertidos industriales permitiendo la determinación de hidrocarburos relativamente no volátiles, aceites vegetales, grasas animales, ceras, jabones y compuestos relacionados. (EXTRACCIÓN SOXHLET, 2004)

Ventajas

Este equipo tiene la ventaja de que siempre se está extrayendo con el disolvente puro en su punto de ebullición por lo que el rendimiento es óptimo. Se evitan las grietas u hoyos, que el goteo continuado del disolvente condensado puede producir en la masa de materia sólida que se extrae, poniendo sobre esta un disco perforado de porcelana, de los empleados para filtrar o lana de vidrio. (EcuRed, 2012)

2.5 Rotavapor

Figura 9: Equipo Rotavapor



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

El evaporador rotatorio trabaja mediante una destilación a vacío, este permite la evaporación rápida de disolvente de una disolución, recuperando el soluto. La base de este método es la evaporación y la condensación de disolventes utilizando un matraz evaporador rotativo bajo vacío asociado a un baño maría. Destilar productos bajo vacío incrementa el rendimiento y ayuda a proteger los productos. (AG, 2010) Básicamente el rotavapor consiste en un motor eléctrico que produce el giro de un tubo con un ajuste esmerilado al que se conecta un matraz que contiene la disolución. Este matraz se sumerge parcialmente en un baño de agua, manteniendo el giro. La temperatura del baño no debe exceder de 35-40° para la manipulación de los solventes orgánicos más comunes. Acoplado al sistema, se encuentra un refrigerante por el que circula un líquido, por lo general agua, que produce la condensación del disolvente que se recoge en un colector. (Quiored, 2004)

2.6 La Alelopatía

Es el área de la botánica que estudia, trata y aprovecha las propiedades químicas que poseen las plantas para rechazar, proteger, evitar, atenuar, estimular o inhibir a los agentes patógenos o depredadores externos que pudieren afectar o estar vinculados con el vegetal. Varios bioensayos y pruebas preliminares determinan las propiedades específicas que poseen las familias botánicas, sus géneros y especies. Las sustancias químicas que poseen las plantas alelopáticas son conocidas como alelomonas, que son sustancias químicas que actúan como repelentes naturales contra agentes externos o algún organismo identificado como plaga. (Tello, 2014) Para que se produzca un efecto alelopático, tanto de carácter positivo como negativo, de acción directa o indirecta, de una especie sobre otra a través de la producción de compuestos químicos que se escapen al medio ambiente, se requiere que la concentración de estas sustancias sea la suficiente para ejercer su acción.

Además, la ocurrencia de todo efecto alelopático de cualquier naturaleza, debe cumplir tres condiciones fundamentales:

- ✓ El compuesto alelopático debe existir en cantidad suficiente.
- ✓ El aleloquímico debe estar en contacto directo e interactuar de alguna forma con una especie susceptible a este.
- ✓ La sustancia activa debe permanecer en contacto con el microorganismo susceptible por el tiempo necesario para ejercer su acción. (Narwal & al, 2006)

2.6.1 Mecanismo de acción de los alelopáticos

El compuesto alelopático actúa interfiriendo o inhibiendo varios procesos biológicos como por ejemplo:

- Inhiben la formación de quitina en insectos
- Inhiben la biosíntesis del ergosterol en hongos
- Destruyen multisitio la membrana celular en bacterias.
- Evitan la muda en insectos, atrofiando su metabolismo.
- Provocan la floculación de proteínas en bacterias.
- Engloban a las esporas de los hongos y evitan la absorción de carbohidratos.
- Atrofian órganos de oviposición en insectos.
- Obstrucción de espiráculos respiratorios en insectos.

2.7 Garrapata *Rhipicephalus microplus*

Figura 10: Garrapata *Rhipicephalus*



Fuente: (Buenaño & León , 2016)

Las garrapatas son artrópodos ectoparásitos, que se alimentan de sangre de animales y humanos para completar su ciclo de vida, éstas se han convertido en uno de los principales problemas de la ganadería en las regiones tropicales y subtropicales. (Bustillos, 2015) En el Ecuador, la infestación por garrapatas constituye uno de los principales problemas económicos para las explotaciones bovinas, por los efectos directos e indirectos que producen, entre los principales se mencionan, acciones traumáticas, tóxicas, infecciosas, deterioro de las pieles, enfermedades agudas y crónicas que incluso pueden llevar a la muerte del animal, además de producir transmisión de enfermedades a sus hospederos ya que actúan como vectores de protozoos (*Babesia bigemina* y *Babesia bovis*), virus (Encefalitis vírica transmitida por garrapatas) y bacterias (*Borrelia burgdorferi* y *Anaplasma spp*) (Bustillos, 2015)

Actualmente el control de las garrapatas depende en gran medida en el uso de diferentes productos químicos. Pero el desarrollo a la resistencia contra los acaricidas comunes disponibles, ha creado un problema en este aspecto y la población animal está siendo susceptible tanto a las garrapatas como a las enfermedades que estas producen. (Immunity against Ticks, 2010)

2.7.1 Distribución geográfica y especies afectadas

Rhipicephalus microplus es considerada la garrapata más importante del ganado bovino a nivel mundial. Se distribuye a nivel mundial en las regiones tropicales y subtropicales. Esta garrapata es endémica en el subcontinente indio, gran parte de Asia tropical y subtropical, el nordeste de Australia, el sudeste de África, el Caribe, México y varios países en América Central y del Sur. Infesta principalmente al ganado bovino, pero también se la puede encontrar en caballos, cabras, ovejas, asnos, perros, cerdos y algunos mamíferos silvestres. (University, 2007)

2.7.2 Método de bioensayo aplicados a la detección de potenciales bioplaguicidas botánicos

El muestreo de actividad de diferentes productos contra garrapatas se ha realizado aplicando ensayos de inmersión, utilizando el test del paquete larvario con variaciones diversas adaptadas a diferentes principios activos y muestras con potencial actividad.

☞ **Paquete Larvario (Valoración de la mortalidad)** Se realiza en una adaptación de la prueba de diagnóstico de resistencia de la (FAO, 1995). Cuyo diseño se basa en el trabajo Stone & Haydock (1962). Se exponen larvas de edad conocida al producto impregnado sobre papel de filtro, y se controla la mortalidad a las 24 y 48 horas mediante observación. Los bioensayos se realizan en condiciones de temperatura y humedad controlada, 27-28°C, 70-80% HR, analizándose los resultados por ANOVA.

$$\%Mortalidad = \frac{N^{\circ} \text{ de garrapatas muertas}}{N^{\circ} \text{ de garrapatas totales}} \times 100$$

Fuente: (Coloma, 2013)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de enfoque metodológico

Nuestro proyecto está basado en un enfoque tipo cuantitativo. Visualizar el alcance de nuestro enfoque nos ayuda a determinar si es factible o no llevar a cabo este estudio. Por ello gracias a la recolección de datos podemos justificar nuestra propuesta, llevando a cabo los análisis de los datos obtenidos, obteniendo respuestas a las preguntas de investigación propuestas. Mediante este método, y confiando en los resultados obtenidos experimentalmente logramos probar la hipótesis establecida previamente al inicio de la investigación.

3.1.1 Tipo de investigación

Este proyecto de titulación se realizó bajo dos diseños de investigación:

Investigación Bibliográfica

A través de la recopilación de diferentes documentos y fuentes bibliográficas como inicios de la investigación de nuestro proyecto de titulación.

Investigación Experimental

Por medio del control de las variables del estudio experimental en el laboratorio para la posterior obtención de los resultados y conclusiones.

3.1.2 Métodos y técnicas

Conjunto de procedimientos para el desarrollo experimental que permita cumplir con los objetivos planteados. Tomando en consideración lo establecido, nuestro estudio se llevó a cabo bajo el siguiente método:

Método experimental - analítico:

El presente trabajo de titulación se desarrolló en los laboratorios de Microbiología y Bioquímica de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil. Y el análisis fisicoquímico del extracto oleoso en el “Laboratorio Analítico UBA”. Como primera actividad se realizó una investigación bibliográfica, posteriormente mediante procesos unitarios se realizó la extracción del aceite y luego se sometió a un proceso de destilación para recuperar el solvente. Se formularon varias concentraciones del alelopático para realizar las pruebas in vitro con garrapatas de la especie *Rhipicephalus microplus* para evaluar el porcentaje de mortalidad de las mismas bajo la técnica de prueba de paquete de larvas (PPL) adoptada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como el principal ensayo para diagnóstico de resistencia en garrapatas. Finalmente en base a los resultados obtenidos en las pruebas in vitro se formuló la concentración óptima para la elaboración del garrapaticida como producto final.

3.1.2.1 Preparación de la muestra

Proceso de secado de la semilla de almendrán: se colocó la muestra en un secador tipo estufa, se procedió a colocar 1230 gramos de la semilla a una temperatura de secado de 60°C, 540 mmHg de presión (ver tabla n°9).

Tabla 9: Condiciones de secado en la estufa

Material a secar	Peso a secar (g)	Temperatura a secar (°C)	Presión (mmHg)
Semilla	1230	60°C	540

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Tabla 10: Porcentajes de humedad

Parámetro	Unidad	Semilla de almendrán antes de secar	Semilla de almendrán después de secar
Humedad	%	95,10	9,5

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

3.1.3 Normativas

Tabla 11: Normas para extracción, análisis y elaboración del producto

Proceso	Norma
Extracción de aceite	NTE INEN-ISO 17059
Determinación del índice de yodo	NTE INEN 37
Determinación del índice de peróxido	NTE INEN 277
Determinación del contenido de aceite	NTE INEN-ISO 659
Plaguicidas y productos afines	NTE INEN 1838

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

3.2 Calidad del producto

Gracias a los datos bibliográficos investigados y apoyándonos en los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos efectuados durante la fase experimental de nuestro estudio, se determinó la calidad del aceite, con ello pudimos respaldar la eficacia y calidad de nuestro producto final el cual fue elaborado bajo el cumplimiento de las normativas vigentes para la elaboración de fungicidas y afines, NTE INEN 1838.

3.3 Parámetros de acuerdo a las variables

Tabla 12: Parámetros extracción sólido-líquido

Parámetros	Cantidad	Unidad
Temperatura	80	°C
Solvente	900	ml
Tiempo	2	h

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

3.4 Experimentación

La fase experimental de éste proyecto se llevó a cabo en tres etapas. La extracción del aceite de la semilla de almendrán, la elaboración del producto alelopático y la realización de las pruebas in vitro para determinación de la efectividad del producto. Adicional se realizaron análisis para control de calidad del aceite extraído.

3.4.1 Equipos y materiales

Tabla 13: Equipos, materiales y reactivos utilizados en el proceso

Equipos	Materiales	Reactivos
Equipo (Soxhlet)	Balanza Analítica	Alcohol isopropílico
Estufa	Papel Filtro	
Molino artesanal	Probeta	
Tamiz	Soporte Universal	
Rota Vapor	Tubo Condensador	

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Tabla 14: Materiales y reactivos para elaboración del alelopático.

Materiales	Reactivos
Probeta	Aceite de semilla de almendrán
Pipeta de pitón	Glicerina
Matraz	Agua destilada

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Tabla 15: Muestra, materiales y reactivos para análisis In Vitro.

Muestra	Materiales	Reactivos
Garrapatas (<i>Rhipicephalus microplus</i>)	Caja Petri	Alelopático a base del aceite de semilla de almendrán y Amitraz
	Probeta	
	Papel filtro	
	Incubadora	
	Pipeta	

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

3.4.2 Técnicas

Una vez hecha la recolección de la materia prima se hizo la respectiva limpieza y selección. Se procedió a la extracción del aceite usando el equipo Soxhlet, en el cual colocamos en la cámara de muestra 130 gramos de la semilla triturada, vertimos la cantidad de 900 ml alcohol Isopropílico como solvente para la extracción (Foto N°19). Este método se repitió por algunas ocasiones para obtener mayor cantidad de muestra.

Para no generar pérdidas, consecuente a la extracción se realizó la recuperación del solvente utilizado (alcohol isopropílico) en el rotavapor (Foto N° 22) a una temperatura de 83 °C, con una presión de 0,6 BAR y 60 rpm.

Para la elaboración del alelopático dosificamos primero 4 ml de glicerina líquida en un tubo de ensayo, seguido se añadió 200µl de aceite puro de la semilla almendrón y luego se mezcló con 20 ml de agua destilada. Una vez elaborado el compuesto se realizaron las pruebas in vitro con garrapatas de la especie *Rhipicephalus microplus* (Foto N°25) las cuales fueron recolectadas por medio de un muestreo en vacas en la finca "García" ubicada en el cantón Santa Lucía.

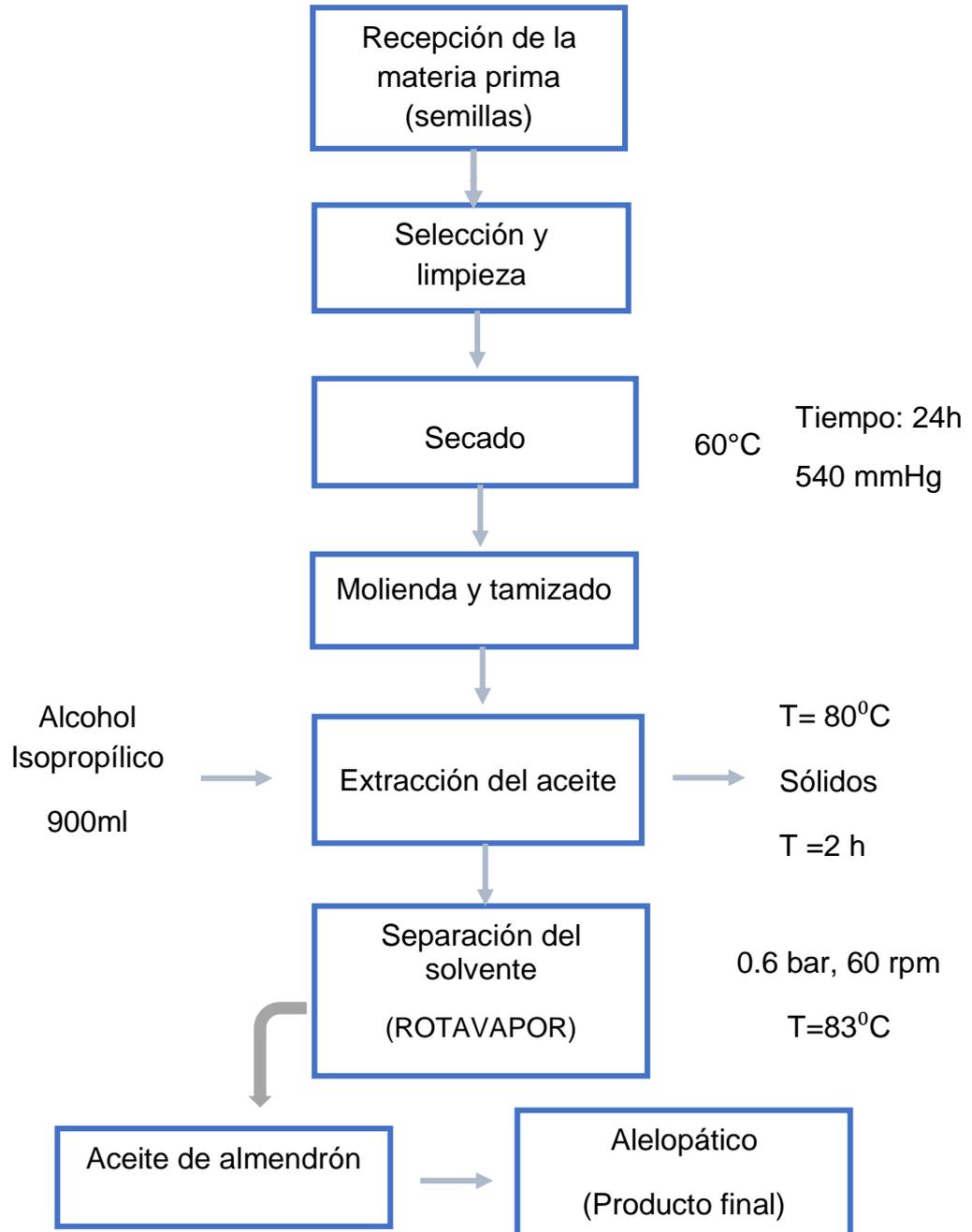
Para obtener a la concentración óptima se realizaron pruebas para el control de mortalidad, una con una sustancia de control y cuatro con la dosificación del compuesto alelopático. La primera con una dosis de 50 µl de aceite puro, la segunda con una dosis de 100 µl, la tercera con una dosis de 150 µl, y la cuarta con una dosis de 200 µl. Para concluir el ensayo se determinó el porcentaje de mortalidad y se elaboró el compuesto alelopático como producto final.

3.5 Ingeniería de proceso

Para llevar a cabo la elaboración del producto final se aplicó la metodología descrita a continuación en el diagrama de flujo del proceso.

3.5.1 Diagrama de flujo del proceso

Figura 11: Diagrama general de extracción del aceite



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

3.5.2 Descripción del proceso

Recepción: Acopio de las semillas de almendrón (*Terminalia catappa* L.)

Separación: Debido a la presencia de impurezas y semillas malogradas se realiza limpieza y selección para posterior utilización de semillas en óptimas condiciones.

Secado: Las semillas seleccionadas y aptas para el proceso son pesadas y luego llevadas en una bandeja hasta el secador tipo estufa, donde después de determinado tiempo se reducirá en lo posible el contenido de agua de las semillas.

Molienda y Tamizado: Etapa en la que se busca reducir el volumen promedio de las semillas mediante proceso de trituración donde luego pasan a través de un tamiz para conseguir la separación del material sólido por su tamaño.

Extracción del aceite: Montaje del equipo de extracción soxhlet donde se realizó la extracción del aceite de las semillas de *Terminalia Catappa* L. utilizando como solvente alcohol isopropílico.

Separación del solvente: La mezcla solvente-aceite e lleva al rotavapor, se adecua la temperatura del baño a una temperatura de 83⁰C a 60 rpm y una presión de trabajo de 0.6 bares.

Producto terminado: Una vez separado el solvente se obtiene el aceite de almendrón, el cual bajo previa formulación se adiciona como componente activo en la elaboración del alelopático para uso veterinario.

CAPÍTULO IV

4. Análisis y discusión de resultados

4.1 Resultados Experimentales

4.1.1 Balance de materia del proceso de secado

El peso inicial de la semilla al ingresar al proceso de secado es 1230g de muestra. El equipo trabaja a 60 °C de temperatura con una presión de 540 mmHg. Al final del proceso el peso de la semilla seca es de 88g.

$$\text{Entrada (E) = (S) Salida}$$

Peso inicial de la semilla = peso final de la semilla + peso de agua evaporada.

$$1230\text{g} = 1142\text{g} + 88\text{g}$$

$$1230\text{g} = 1230\text{g}$$

4.1.2 Balance de materia de la extracción sólido-líquido en el equipo soxhlet

Para extraer el aceite de la semilla de almendrán se ingresaron 130 g de la semilla triturada, utilizando como solvente alcohol isopropílico, se realizó la extracción por medio de arrastre de vapor obteniendo el siguiente balance:

Entrada (E) = (S) Salida

Semilla seca + alcohol isopropílico = aceite + alcohol isopropílico recuperado + semilla + alcohol isopropílico perdido.

$$130 \text{ g} + 900 \text{ g} = 78,70 \text{ g} + 675 \text{ g} + 130 \text{ g} + 225 \text{ g}$$

$$1030 \text{ g} = 1030 \text{ g}$$

4.1.3 Cálculos y resultados

4.1.3.1 Cálculo del porcentaje de humedad en la semilla

Cálculo para la semilla de almendrán sin triturar:

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso inicial semilla} - \text{Peso final semilla seca}}{\text{Peso inicial semilla}} \times 100$$

$$\% \text{Humedad} = \frac{1230 - 88}{1230 \text{ g}} \times 100$$

$$\% \text{Humedad} = 92,84\%$$

El peso de la semilla fue determinado al final del proceso de secado a una temperatura de 60 °C durante 24h.

4.1.3.2 Cálculo de la cantidad de agua en la semilla de almendrán antes de secar.

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{semilla}} \times \frac{\% \text{Humedad}}{100}$$

Donde:

P_{H_2O} = Peso de agua antes del proceso de secado

$P_{semilla}$ = Peso de la semilla de almendrón inicial

$$P_{H_2O} = 1230g * \frac{92,84}{100}$$

$$P_{H_2O} = 1141,93g$$

4.1.3.3 Cálculo de la humedad en base seca

$$X_{bs} = \frac{P_{H_2O}}{P_{sólido\ seco}}$$

Donde:

X_{bs} : Humedad en base seca

P_{H_2O} : Peso del agua en el sólido

$P_{sólido\ seco}$: Peso del sólido seco

$$X_{bs} = \frac{1141,93g}{88g}$$

$$X_{bs} = 12,97\%$$

4.1.3.4 Cálculo de la velocidad de secado

$$W = \frac{P_{sólido\ seco} \Delta x}{A \Delta t}$$

Donde:

Δx : Variación de humedad en el sólido

Δt : Tiempo de 0 a 5 minutos

A: Área de la bandeja utilizada en el secado

P_{sólido seco}: Peso del sólido seco

$$W = \frac{0,0386 \text{ (kg)}}{0,066 \text{ m}^2} \frac{(3,17 - 3,02)}{(0,073 \text{ h} - 0 \text{ h})}$$

$$W = 1,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ h}}$$

4.1.3.5 Cálculo del rendimiento del aceite por gramo de semilla

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso aceite obtenido}}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{78,70 \text{ g}}{130 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 60,53\%$$

4.2 Análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Resultados de la curva de secado

En el proceso de secado se obtuvieron los siguientes datos:

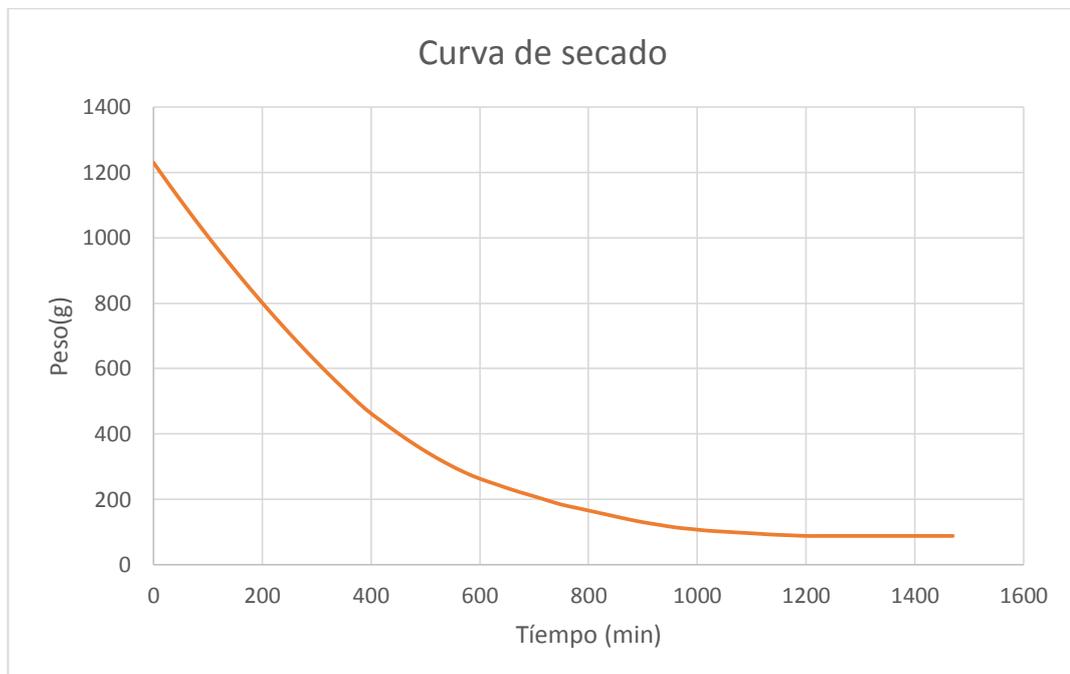
Tabla 16: Datos de la curva de secado

Número de lecturas	Peso (g)	Tiempo (min)	% H ₂ O
1	1230	0	0,00
2	1160	30	5,69
3	1092	60	11,22
4	1026	90	16,59
5	962	120	21,79
6	900	150	26,83
7	840	180	31,71
8	782	210	36,42
9	726	240	40,98
10	672	270	45,37
11	620	300	49,59
12	570	330	53,66
13	522	360	57,56
14	476	390	61,30
15	438	420	64,39
16	402	450	67,32
17	368	480	70,08
18	337	510	72,60
19	309	540	74,88
20	284	570	76,91
21	263	600	78,62
22	246	630	80,00
23	229	660	81,38
24	214	690	82,60
25	199	720	83,82
26	184	750	85,04
27	173	780	85,93
28	162	810	86,83
29	151	840	87,72
30	140	870	88,62
31	130	900	89,43

32	122	930	90,08
33	114	960	90,73
34	109	990	91,14
35	104	1020	91,54
36	101	1050	91,79
37	98	1080	92,03
38	95	1110	92,28
39	92	1140	92,52
40	90	1170	92,68
41	88	1200	92,85
42	88	1230	92,85
43	88	1260	92,85
44	88	1290	92,85
45	88	1320	92,85
46	88	1350	92,85
47	88	1380	92,85
48	88	1410	92,85
49	88	1440	92,85
50	88	1470	92,85
51	88	1500	92,85

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 12: Curva de secado de la semilla de almendrón



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

4.2.2 Resultados obtenido en proceso de secado y extracción solido-liquido de la semilla de almendrán.

Tabla 17: Resultados de secado y extracción solido-liquido

% Humedad	92.84%
Cantidad de agua en la semilla	88g
% Humedad Base seca	12.97%
Velocidad de secado	1,20 kg/m ² h
% Rendimiento del aceite	60.53%

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Se determinó el porcentaje de humedad de la semilla de almendrán sin triturar que nos arrojó un resultado de 92.84%. El peso de la semilla de almendrán fue concluyente con los siguientes datos finales: temperatura de 60°C y tiempo de 24 horas.

La cantidad de agua en la semilla de almendrán antes de secar fue 88g, con una humedad en base seca de 12.97%, la velocidad de secado que se trabajó en el secador por estufa fue de 1,20 kg/m²h.

El rendimiento del aceite por gramo obtenido mediante el equipo de extracción solido- liquido fue de 60.53%.

4.2.3 Propiedades físicas del aceite de la semilla de almendrón

Tabla 18: Propiedades físicas del aceite de la semilla de almendrón

Propiedades del aceite	Característica
Apariencia	Líquido, aceitoso
Color	Amarillo
Olor	Característico
Solubilidad en:	
Agua	Insoluble
Alcohol	Soluble

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

4.2.5 Análisis fisicoquímico del aceite extraído de las semillas de almendrón

Tabla 19: Análisis físico químicos del aceite de almendrón

Análisis	
Índice de yodo	33,36 $\text{gI}_2/100 \text{ g}$
%Índice de peróxido	3,52 meq O_2/Kg

Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

4.2.6 Ensayo in vitro para valoración de la mortalidad de garrapatas

$$\%Mortalidad = \frac{N^{\circ} \text{ de garrapatas muertas}}{N^{\circ} \text{ de garrapatas totales}} \times 100$$

$$\%Mortalidad = \frac{7}{10} \times 100$$

$$\%Mortalidad = 70 \%$$

CONCLUSIONES

- ❖ El proceso de extracción de los 130 g de la semilla molida dio como resultado 78 ml de aceite de almendrón.
- ❖ Se determinó el 60,53 % de porcentaje en peso del aceite obtenido.
- ❖ Se realizó análisis de índice de yodo cuyo resultado fue de 33,36 $\text{gI}_2/100 \text{ g}$ e índice de peróxidos de 3,52 meq O_2/Kg .
- ❖ Mediante bioensayos se obtuvo una formulación óptima de 200 μl de aceite, comparándolo frente a un blanco de amitraz.
- ❖ El producto final fue un concentrado envasado y etiquetado en un frasco de 10 ml para aplicación tópica.

RECOMENDACIONES

- ☞ Promover la siembra del árbol de almendrón y dar a conocer los beneficios de la especie *Terminalia catappa* L. que por sus propiedades alelopáticas y antifúngicas puede ser aplicado en la industria química.

- ☞ Debido al porcentaje de humedad presente en la semilla de almendrón, se recomienda que el proceso de secado se prolongue por un período mínimo de 3 días.

- ☞ Se sugiere que la granulometría de la semilla para el proceso de extracción sea <0,6mm para tener una mayor área de contacto entre el solvente y el soluto también evitando la obstrucción en el equipo soxhlet y favorecer el rendimiento del aceite.

- ☞ Es conveniente realizar varias pruebas in vitro con otras sustancias de control para definir la concentración correcta que mate a las garrapatas.

- ☞ Continuar con investigaciones que permitan encontrar la posibilidad para que este producto se pruebe ácaros domésticos.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. Almendro de la India: potencial biológico valioso. (2003). *Rev Cubana Invest Biomed*.
2. AG, B. L. (15 de Octubre de 2010). *Manual Operacion del Rotavapor*. Recuperado el 22 de Enero de 2016, de www.buchi.com
3. Aguirre, Z. H. (2012). *Ministerio del Ambiente de Ecuador* . Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
4. Arrecis, D. (1992). Composición física y contenido de aceite del fruto de almendro.
5. Barrios, I. R. (1999). *Diseño de un separador mecánico de la semilla y determinación de la calidad alimentaria del aceite del fruto de almendro (Terminalia Catappa)*.
6. Brown, G. (1955). *Operaciones Básicas de la Ingeniería Química* (1a ed.). Barcelona: Editorial Marín.
7. Bustillos, R. (2015). Comportamiento Poblacional de la Garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos en dos áreas geográficas del Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL*.
8. Castellanos, J. L. (2013). Los almendros. *Diario de Yucatan* .
9. Ceballos, J. M. (10 de Octubre de 2012). *Operaciones y Procesos*. Recuperado el 28 de Febrero de 2016, de ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/operaciones-y-procesos/materiales/BLOQUE-2OyP.pdf
10. Coloma, A. G. (2013). Desarrollo de métodos de bioensayo con garrapatas aplicados a la detección de potenciales bioplaguicidas botánicos.
11. Cruz, N. S., & Serrano, A. J. (2012). *Tecnología Farmacéutica*.
12. CUNSUR. (1980). Composición of vegetable oils.
13. Francis, J. K. (1989). *Terminalia catappa* L. Indian almond, almendra.

14. Garbarino. (17 de Octubre de 2011). *Extraccion Solido-Liquido*. Recuperado el 18 de Enero de 2016, de ecaths1.s3.amazonaws.com
15. ICAITI. (1992). *Informe de Laboratorio. Número de registro M-12049 1*.
16. Immunity against Ticks. (2010). *Pakistan Veterinary Journal* .
17. Ing. Angel D. Gonzalez, D. V. (Diciembre de 2009). *Desarrollo de metodos de extraccion de aceite en la cadea de produccion de biodiesel a partir de microalgas*. Recuperado el Viernes de Enero de 2016, de www.uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_cientificas/prospectiva/volumen-7-no-2/articulo6-v7n2.pdf
18. *Ministerio del Ambiente de Ecuador* . (2012). Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
19. *Mundo Equino*. (2014). Obtenido de <https://revistamundoequino.wordpress.com/2014/10/16/manejo-de-predios-con-poblaciones-de-garrapata-boophilus-microplus-parte-6/>
20. Neumunz y Sons, I. (s.f.). *Composición y contenido de ácidos grasos de semillas Oleaginosas*.
21. Richards, F., & Academia Dominicana de Artes y Ciencias . (2004). *Dominican Botanic Gardens* .
22. Tello, D. C. (2014). *Las plantas alelopáticas* .
23. *Terminalia Catappa - El almendro Indio*. (s.f.). Obtenido de <http://www.terminalia-catappa.net/>
24. UNAM. (2013). Almendro Terminalia catappa L. *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana*.
25. University, I. S. (2007). Rhipicephalus (Boophilus) microplus.

ANEXOS

Figura 13: Recepción de las semillas de almendrán



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 14: Selección y limpieza de las semillas



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 15: Pesado y puesta de semillas a secar



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 16: Triturado de semillas y tamizado



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 17: Sellado y empaclado al vacío para posterior extracción



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 18: Acoplamiento equipo de extracción y medición del solvente



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 19: Extracción del aceite de semilla de almendrán



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 20: Compuesto aceite-solvente extraído



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 21: Adecuación del equipo rotavapor y filtrado de la solución



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 22: Rotavapor en uso



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 23: Recuperación del solvente



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 24: Obtención aceite puro de semilla de almendrán



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 25: Muestras biológicas (Garrapatas *Rhipicephalus*)



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 26: Ensayo de inmersión



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 27: Control con el aceite y el amitraz



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 28: Pruebas in vitro para determinación de mortalidad de garrapatas



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 29: Elaboración del alelopático



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 30: Dosificación aceite, glicerina y agua destilada



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 31: Envasado



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 32: Producto terminado



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León

Figura 33: Resultados análisis de calidad del aceite



Analytical Laboratories

Testing & Consulting

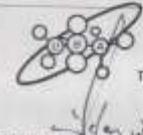
WWW.UBA-LAB.COM

INFORME DE RESULTADOS

IDR 16286-2016

Fecha: 07 de Diciembre del 2016

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	RAUL BUENAÑO					
Dirección	Pichincha y Luque					
Teléfono	2515195					
Contacto	Sr. Raul Buenaño					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Extracto de Aceite	Cantidad	Aprox. 20 ml.			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Tubo de Vidrio	Fecha de recepción	06 de Diciembre del 2016			
Toma de muestra	Realizado por CLIENTE	Fecha toma de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	24.4	Humedad (%)	59.5			
Fecha de Inicio de Analisis	08 de Diciembre del 2016					
Fecha de Finalización del análisis	06 de Diciembre del 2016					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de Detección
Extracto de Aceite de Semilla de Almendrón (Terminalia Catappa)	UBA-16286-1	Índice de Peróxido	AOAC 965.83	3.52	meq O ₂ /Kg	-
		Índice de Yodo	EP 01/2005-20504	33.36	gI ₂ /100g	-
Observaciones: 1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote. 2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio. 3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable.						



**Analytical
Laboratories**
Testing & Consulting

 Gerencia General
 Nelson Montoya P., M. Sc.
 Gerente General & Técnico
 R.P. 1215

FOR-ADM. 04 R01

Página 1 de 1

CONTROL DE CALIDAD

ALIMENTOS
FARMACEUTICOS
AMBIENTALES
COSMETICOS

Av. Carlos L. Plaza Dañín, Cda. La FAE, Ms. 20 Solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)

CONMUTADOR: 2288578 - 6017745 - Cel.: 0992 737500 - 0984 780671

E-mail: nmontoya@uba-lab.com

Guayaquil - Ecuador



Elaborado por: José Buenaño; Gianella León