



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
MODALIDAD: (INVESTIGACIÓN)



TEMA:

ESTUDIO PRELIMINAR FITOQUÍMICO Y FARMACOGNÓSTICO DE LA
CORTEZA DEL FRUTO Y DEL COMPUESTO GRASO DE LA SEMILLA
AMARGA DE ACHOTILLO (*Nephelium lappaceum* L.)

**TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PREVIO PARA OPTAR AL GRADO DE QUÍMICO Y FARMACÉUTICO**

AUTORES:

Bulgarin Peralta Liliana Katherine
Loor Hidalgo Jordán Israel

TUTOR:

QF. Laura Valdez López. Msc.

CO-TUTOR (A):

Dra. Migdalia Miranda PhD

GUAYAQUIL - ECUADOR

2018



FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO PRELIMINAR FITOQUÍMICO Y FARMACOGNÓSTICO DE LA CORTEZA DEL FRUTO Y DEL COMPUESTO GRASO DE LA SEMILLA AMARGA DE ACHOTILLO (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Bulgarin Peraita Liliana Katherine Loor Hidalgo Jordán Israel		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Q.F. Glenda Sarmiento MSc. (REVISOR) QF. Laura Valdez López. Msc. (TUTORA)		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL – QUÍMICO FARMACÉUTICO		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 DE MARZO 2018	No. DE PÁGINAS:	68
ÁREAS TEMÁTICAS:	FITOQUÍMICA		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Nephelium lappaceum, metabolitos activos, parámetros preliminares		
RESUMEN/ABSTRACT (146-150palabras)	<p>Se realizó un estudio preliminar fitoquímico y farmacognóstico de la corteza del fruto y de la semilla de la especie vegetal (<i>Nephelium lappaceum</i> L.), El estudio desarrollado, se apoyó en parámetros preliminares como la determinación del contenido de humedad por desecación, cenizas totales, cenizas solubles en agua, cenizas solubles en ácido clorhídrico, sustancias solubles, índice de refacción en la grasa extraída de la semilla. Se desarrolló un estudio cualitativo químico mediante el tamizaje fitoquímico a los extractos con solventes de polaridad creciente tales como el éter di-etílico, etanol y agua. Las reacciones de coloración y precipitación indicaron la presencia de varios metabolitos activos tales como compuestos grasos, azúcares reductores, Triterpenos y flavonoides. La cuantificación espectrofotométrica UV de flavonoides y fenoles totales en la corteza amarga fue de 05584 mg/ml y 1.176 mg/ml respectivamente. Los terpenos presentes en la corteza fueron identificados utilizando cromatografía de capa fina.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0960050774	E-mail: liliana.bulgarinp@ug.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: SEDE CIENCIAS QUÍMICAS		
	Teléfono: 052970459		
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 06 de Febrero del 2018

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Sr. / Sra.
DIRECTOR (A) DE LA CARRERA/ESCUELA
FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envía a Ud. el informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **Estudio Preliminar Fotoquímico y Farmacognóstico de la Corteza del Fruto y del Compuesto Graso de la Semilla Amarga de Achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)** del (s) estudiante (s) Bulgarin Peralta Katherine Liliana – Looz Hidalgo Jordan Israel, indicando ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentaciones coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,


TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.I.





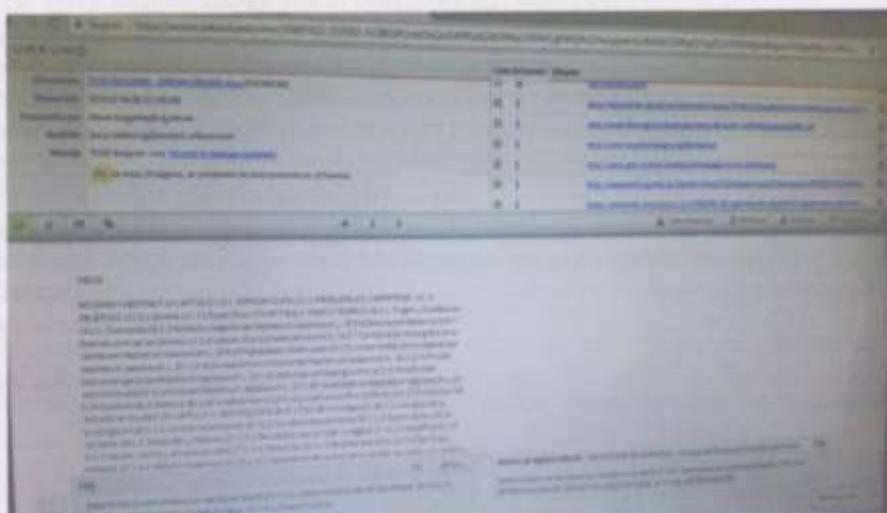
FACULTAD: CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA: QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Laura Leonor Valdez López**, tutor del trabajo de titulación, certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Liliana Katherine Bulgarín Peralta, C.C.: 0941578726, Jordán Israel Looz Hidalgo C.C.: 0940744535**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químico Farmacéutico.

Se informa que el trabajo de titulación: "ESTUDIO PRELIMINAR FITOQUÍMICO Y FARMACOGNÓSTICO DE LA CORTEZA DEL FRUTO Y DEL COMPUESTO GRASO DE LA SEMILLA AMARGA DE ACHOTILLO (*Nephellium lappaceum L.*)", ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND, quedando el 5% de coincidencia.



<https://secure.arkund.com/view/16964445-251036-9886499DccsDgtxDADBv6>

[Handwritten Signature]
NOMBRE DEL DOCENTE TUTOR
C.I.





Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS BULGARIN - JORDAN URKUND.docx (D35368780)
 Submitted: 2/6/2018 2:11:00 PM
 Submitted By: liliana.bulgarinp@ug.edu.ec
 Significance: 5 %

Sources included in the report:

- Trabajo-de-Titulacion-Cedeño-Liliana-Ganchozo-Jorge (2).docx (D35352084)
- PROYECTO FINAL.docx (D14984441)
- pro-proyecto.docx (D14984983)
- TRABAJO DE TITULACION; GABRIELA VITERI.docx (D15007737)
- <http://www.grin.com/es/catalog/tecnologia-de-los-alimentos/>
- <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/253/simple-search?filterquery=PRODUCCION&filtername=subject&filtertype>equals>
- <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12546/1/Estudio%20de%20la%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n%20del%20achotillo%20Nephelium%20lappaceum%20con%20fines%20de%20exportaci%C3%B3n.pdf>
- http://www.fhia.org.hn/downloads/diversificacion_pdfs/br2octubre2006.pdf
- <https://anthrome.wordpress.com/2008/09/28/sapindaceae-nephelium-lappaceum-rambutan-mamon-chino/>
- <http://www.stuartxchange.org/Rambutan>

Instances where selected sources appear:

18



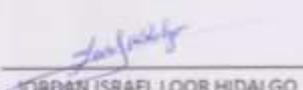


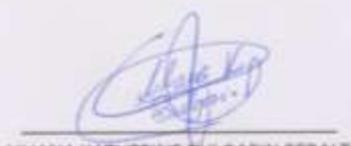
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, JORDAN ISRAEL LOOR HIDALGO con cédula de ciudadanía N° 0940744535 Y LILIANA KATHERINE BULGARIN PERALTA con cédula de ciudadanía N° 0941578726 certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "ESTUDIO PRELIMINAR FITOQUÍMICO Y FARMACOGNOSTICO DE LA CORTEZA DEL FRUTO Y DEL COMPUESTO GRASO DE LA SEMILLA AMARGA DE ACHOTILLO (*Nephelium lappaceum* L.)" son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.


JORDAN ISRAEL LOOR HIDALGO
CI° 0940744535


LILIANA KATHERINE BULGARIN PERALTA
CI° 0941578726

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114. - De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos. - En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



APROBACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil, Marzo 2018

En calidad de tutora del trabajo de titulación, Certifico: que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es ESTUDIO PRELIMINAR FITOQUÍMICO Y FARMACOGNOSTICO DE LA CORTEZA DEL FRUTO Y DEL COMPUESTO GRASO DE LA SEMILLA AMARGA DE ACHOTILLO (*Nephelium lappaceum* L.), presentado por JORDAN ISRAEL LOOR HIDALGO con cédula de ciudadanía N° 0940744535 Y LILIANA KATHERINE BULGARIN PERALTA con cédula de ciudadanía N° 0941578726, previo a la obtención del título de Químico y Farmacéutico.

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Antiplagio del programa URKUND. Lo certifico.

QF. Laura Vaidez López. Msc



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 15 Marzo 2018

CERTIFICADO DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado Glenda Sarmiento, tutora del trabajo de titulación "ESTUDIO PRELIMINAR FITOQUIMICO Y FARMACOGNOSTICO DE LA CORTEZA DEL FRUTO Y DEL COMPUESTO GRASO DE LA SEMILLA AMARGA DE ACHOTILLO (*Nephelium lappaceum* L.)", certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por JORDAN ISRAEL LOOR HIDALGO, con C.I. No. 0940744535, y LILIANA KATHERINE BULGARIN PERALTA C.I. No. 0941578726 con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Química y Farmacéutica en la Carrera de Química y Farmacia de Facultad de Ciencias Químicas, ha sido REVISADO Y APROBADO en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Q.F. GLENDA SARMIENTO MSc.

C.I. 0910414135



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

Acta de Registro de la sustentación Oral

El tribunal de sustentación de JORDAN ISRAEL LOOR HIDALGO con cédula de ciudadanía N° 0940744535 Y LILIANA KATHERINE BULGARIN PERALTA con cédula de ciudadanía N° 0941578726 después de ser examinados en su presentación, memoria científica y defensa oral da por aprobado el trabajo de titulación.

Glenda Sarmiento Tomala, MSc.
Presidente Miembro 1 del Tribunal

Oswaldo Pesantes, MSc.
Docente - Miembro 2

Pablo Chacón, Phd.
Docente - Miembro 3

Ab. Francisco Palomeque Romero
Secretario General



CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo JORDAN ISRAEL LOOR HIDALGO con cédula de ciudadanía N° 0940744535 Y LILIANA KATHERINE BULGARIN PERALTA con cédula de ciudadanía N° 0941578526, Autores de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACION, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en ninguna Universidad Nacional ni extranjera.



JORDAN LOOR
Ci: 0940744535



LILIANA BULGARIN
Ci: 0941578526

ÍNDICE

RESUMEN.....	16
ABSTRACT	17
CAPITULO I.....	18
I. INTRODUCCIÓN.....	18
I.1 PROBLEMA.....	20
I.2 HIPÓTESIS:.....	20
I.3 OBJETIVOS.....	20
I.3.1 General.....	20
I.3.2 Específicos.....	20
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	21
II.1. Origen y Distribución	21
II.2. Taxonomía	22
II.3 Nombres Vulgares del <i>Nephelium lappaceum L.</i>	22
II.4 Descripción Botánica.....	23
II.5 Reproducción de las Semillas	24
II.6 Valores Nutricionales del Achatillo.....	25
II.7 Composición de la grasa de la semilla del <i>Nephelium lappaceum L.</i>	26
II.8 Propiedades Medicinales	26
II.9 Componentes Antioxidantes del <i>Nephelium lappaceum L.</i>	27
II.10 Actividad Antimicrobiana del <i>Nephelium lappaceum L.</i>	28
II.11 Actividad Anticancerígena del <i>Nephelium lappaceum L.</i>	28
II.12 Actividad Antihiper glucémica.....	29
II.13 Actividad antimicrobiana de la semilla del <i>Nephelium lappaceum L.</i>	29
II.14 Variedades de <i>Nephelium lappaceum L.</i>	29
II.14 Condiciones climáticas del cultivo del Achatillo	30
II.16 Conservación Pos cosecha	31
II.17 Producción de Achatillo en Ecuador	32
CAPITULO III METODOLOGÍA	34
III.1 Tipo de Investigación	34

III.2 Variables de la investigación	34
III.2.1 Variable dependiente	34
III.2.2 Variable Independiente	34
III.2.3 Operalización de las Variables.....	34
III.3. Materiales y Métodos	35
III.3.1 Recolección de la materia vegetal	35
III.3.2 Secado, molida y almacenamiento	35
III.3.3 Obtención de los diferentes extractos.....	35
III.4 Técnicas y métodos	36
III.4.1 Métodos de percepción.....	36
III.4.2 Parámetros de control de la calidad realizada a al cascara y semilla amarga de achotillo (<i>Nephelium lappaceum L.</i>).....	36
III.4.2.1 Determinación de humedad por secado en estufa.....	36
III.4.2.2 Determinación de cenizas totales.....	37
III.4.2.3 Determinación de cenizas solubles en agua.....	38
III.4.2.4 Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico.....	39
III.4.2.5 Determinación de sustancias solubles.....	40
III.4.3 Tamizaje fitoquímico.....	41
III.4.3.1 Extracto Etéreo.....	42
III.4.3.1.1 Ensayo de sudan.....	43
III.4.3.1.2 Ensayo de Dragendorff:.....	43
III.4.3.1.3 Ensayo de Mayer	43
III.4.3.1.4 Ensayo de Wagner.....	44
III.4.3.1.5 Ensayo de baljet.....	44
III.4.3.1.6 Ensayo de Hidroxamato Férrico	45
III.4.3.1.7 Ensayo de Bortrager.....	45
III.4.3.1.8 Ensayo de Liebermann-Burchard	46
III.4.3.2 Extracto Alcohólico	46
III.4.3.2.1 Ensayo de Catequinas	47
III.4.3.2.2 Ensayo de resina.....	47
III.4.3.2.3 Ensayo de fehling.....	48
III.4.3.2.4 Ensayo de la Espuma.....	48
III.4.3.2.5 Ensayo del Cloruro Férrico.....	49

III.4.3.2.6	Ensayo del Ninhidrina.....	49
III.4.3.2.7	Ensayo del Shinoda.....	49
III.4.3.2.8	Ensayo del Antocianidinas	50
III.4.3.3	Extracto Acuoso	50
III.4.3.3.1	Ensayo del mucilago	51
III.4.3.3.2	Ensayo principios amargos y astringentes.....	51
III.4.4	<i>Pruebas de Control de Calidad en los Extractos.</i>	51
III.4.4.1	Análisis organoléptico.....	51
III.4.4.2	Determinación de Fenoles Totales	52
III.4.4.3	Determinación de flavonoides totales Expresados como Quercetina ⁵³	
III.4.4.4	Cromatografía	54
III.4.4.5	Determinación del Índice de Refracción.	54
CAPITULO IV:	RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	56
IV.1	Identificación de la especie botánica	56
IV.2	Parámetros macromorfológicos	56
IV.3	Parámetros de Control de Calidad.....	58
IV.4	Tamizaje fitoquímico.....	59
IV.5	Análisis organoléptico.....	62
IV.6	Cuantificación de fenoles totales	63
IV.7	Cuantificación de flavonoides totales.....	63
IV.8	Cromatografía Capa Fina	64
IV.9	Índice de refracción	65
CAPITULO V:	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIÓN	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico I: Curva de calibración para fenoles	52
Grafico II: Curva de Calibración para Flavonoides Totales.	53

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. <i>Nephelium lappaceum</i> L.....	23
Figura 2. Producción de Achotillo en Ecuador.....	32
Figura 3. Extracción sucesiva del material vegetal (Tamizaje Fitoquímico)	42
Figura 4. Esquema a realizar en el extracto de éter etílico	42
Figura 5. Esquema de extracto Etanólico.....	47
Figura 6. Esquema de las reacciones a realizar en el extracto acuoso	50
Figura 7 Recolección del fruto de la planta (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	73
Figura 8. Obtención de extractos.....	64
Figura 9. Obtención de Compuesto Graso.....	73
Figura 10. Identificación de aminoácidos y aminas	74
Figura 11. Identificación de lactona.....	74
Figura 12. Identificación de flavonoides	74
Figura 13. Identificación de resina	75
Figura 14. Identificación de quinonas.....	75
Figura 15. Identificación de antocianinas	75
Figura 16. Identificación de Compuestos grasos.....	76
Figura 17. Identificación de saponinas	76
Figura 18. Cromatografía por capa fina.....	76
Figura 19. Índice de refracción del compuesto graso de la semilla	77
Figura 20. Determinación de flavonoides.....	68
Figura 21. Determinación de Fenoles	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Clasificación taxonómica del Achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	22
Tabla II. Componente por 100 gramos de porción comestible.....	25
Tabla III: Operalización de las variables: conceptualización e indicadores.....	34
Tabla IV: Resultado de Identificación Botánica	56
Tabla V: Característica macromorfológicos de la corteza amarga del achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	56
Tabla VI: Características macromorfológicas de la semillas amarga del achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	57
Tabla VII: Resultados de los Parámetros de calidad realizada a al cascara y semilla amarga del <i>Nephelium lappaceum</i> L.....	58
Tabla VIII: Resultado del tamizaje fitoquímico de los diferentes extractos de la cascara y semilla amarga del <i>Nephelium lappaceum</i> L.....	59
Tabla IX: Características organolépticas de los Extractos de la corteza y semilla amarga del achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	62
Tabla X: Lectura de las absorbancias mediante el método espectrofotométrico	63
Tabla XI: Resultado del contenido de fenoles totales en la corteza del achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	63
Tabla XII: Lectura de las absorbancias mediante el método espectrofotométrico.....	64
Tabla XIII: Resultado del contenido de flavonoides totales en la corteza del Achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	64
Tabla XIV: Resultado de la Cromatografía en Sílice gel de la corteza del Achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	64
Tabla XV: Resultado del Índice de Refracción en la semilla del Achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	65

RESUMEN

Se realizó un estudio preliminar fitoquímico y farmacognóstico de la corteza del fruto y de la semilla de la especie vegetal (***Nephelium lappaceum*** *L.*), El estudio desarrollado, se apoyó en parámetros preliminares como la determinación del contenido de humedad por desecación, cenizas totales, cenizas solubles en agua, cenizas solubles en ácido clorhídrico, sustancias solubles, índice de refacción en la grasa extraída de la semilla. Se desarrolló un estudio cualitativo químico mediante el tamizaje fitoquímico a los extractos con solventes de polaridad creciente tales como el éter di-etílico, etanol y agua. Las reacciones de coloración y precipitación indicaron la presencia de varios metabolitos activos tales como compuestos grasos, azúcares reductores, Triterpenos y flavonoides. La cuantificación espectrofotométrica UV de flavonoides y fenoles totales en la corteza amarga fue de 05584 mg/ml y 1.176 mg/ml respectivamente. Los terpenos presentes en la corteza fueron identificados utilizando cromatografía de capa fina.

Palabras claves: (*Nephelium lappaceum* *L.*), metabolitos activos, parámetros de preliminar.

ABSTRACT

A preliminary phytochemical and pharmacognostic study of the fruit bark and the seed of the plant species (*Nephelium lappaceum* L.) Was carried out. The study was based on preliminary parameters such as the determination of moisture content by desiccation, total ash, water soluble ashes, ash soluble in hydrochloric acid, soluble substances, saponin index in the fat extracted from the seed. A qualitative chemical study was developed by means of the phytochemical screening of the extracts with solvents of increasing polarity such as di ethyl ether, ethanol and water. The coloration and precipitation reactions indicated the presence of several active metabolites such as fatty compounds, reducing sugars, Triterpenes and flavonoids. The UV spectrophotometric quantification of flavonoids and total phenols in the bitter cortex was 0.5584 mg / ml and 1176 mg/ml respectively. The terpenes present in the bark were identified using thin layer chromatography.

Key words: (*Nephelium lappaceum* L.), active metabolites, preliminary parameters.

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos en la historia se han realizados diversas investigaciones de las diferentes especies vegetales, para conocer sus actividades terapéuticas con el fin de poner el conocimiento a disposición de la comunidad en general. Aquellos estudios se han realizados para documentación o profundizar el uso y manipulación de especies, a su vez ofrecer alternativas de aprovechamiento.

La farmacognosia es la disciplina que equilibra de forma completa el estudio de las materias primas y de las sustancias de origen vegetal con fines terapéuticos. Para la farmacognosia estudiar una planta es detallar su identidad, en la cual describe su morfología, calidad, composición química, estructura, propiedades de los principios activos, actividad farmacológica y circunstancias que pueden hacerla variar y dar una aplicación optima de las plantas.(Enríquez & Prieto, 2007).

El estudio de un vegetal es imprescindible en todo trabajo químico, por lo cual se examina meticuloso y ordenadamente según las características relevantes y a medida que se va procediendo en la escala de clasificación, se observan detalles más escrupulosos, de caracteres microscópicos y fisiológicos hasta llegar a un estudio completo de la especie.

Nephelium lappaceum L. o comúnmente conocido como Achotillo, es un árbol tropical originario del continente asiático cuya especie ha sido descubierta en los países como Malasia e Indonesia, originalmente ésta especie es conocida por sus nombres tradicionales como Achotillo, Nefelio, Rambután, Mamón chino, etc. Pertenece a la familia Sapindácea, la misma que está compuesta por más

de 1.000 especies de árboles y arbustos que están distribuidos por todos los continentes, especialmente en cuyas regiones que poseen temperaturas cálidas. (Anthropogen, 2008).

N. lappaceum L. es una especie de árbol que puede alcanzar entre 15 – 25 metros de altura, también se conoce que las hojas son de color verde oscuro, las flores son de color blanco verdoso. La fruta tiene la corteza rojiza o naranja-amarilla delgada cubierta con los pelos gruesos o espinas largas parecido al erizo de mar, es suave en la superficie. La planta contiene una gran variedad de sustancias, tales como polifenoles, caroteno, vitamina C, vitamina E, xantofilas y taninos. (Celec, 2015)

Por la gran cantidad de macro y micronutrientes que posee la especie *Nephelium lappaceum*, ha sido de gran interés realizar estudios enfocados en la corteza y semilla del fruto del achotillo de la variedad amarga, las cuales son un subproducto en su mayoría desperdiciado al momento de su consumo, sin embargo, la finalidad de esta investigación es dar a conocer los múltiples compuestos que se hallan tanto en la cascara como en la semilla amarga del achotillo.

I.1 PROBLEMA

- ¿Contendrán las cascaras y las semillas del fruto *N. lappaceum* diferentes características farmacognósticas y fitoquímicas?

I.2 HIPÓTESIS:

Las cascaras del fruto y las semillas del *N. lappaceum L.* de la variedad amarga, presentan diferentes características farmacognostico y fitoquímicos.

I.3 OBJETIVOS

I.3.1 General

- Establecer los parámetros farmacognóstico y la composición fitoquímica preliminar de las cortezas de los frutos y de las semillas de *Nephelium lappaceum L.*

I.3.2 Específicos

- Determinar los parámetros físico-químicos de calidad de los dos órganos vegetales de *Nephelium lappaceum L.*
- Realizar la caracterización fitoquímica de la corteza de los frutos y las semillas de *Nephelium lappaceum L.*
- Analizar los compuestos de la corteza del *Nephelium lappaceum L.* mediante la cromatografía capa fina.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

II.1. Origen y Distribución

Según Villón, (2013) menciona que achotillo o rambután (*Nephelium lappaceum* L) se origina en el país de Malasia y en lagunas islas occidentales de Indonesia, este fruto se cultiva en el sureste de Asia, como son Indonesia, Malasia, Filipinas y Sri Lanka. El cultivo fue expandido por otras regiones del mundo tales como Australia, Hawái y Tailandia, siendo este último país el mayor productor.

Fue introducido por primera vez a principios del siglo pasado en el hemisferio Occidente, las primeras plantas llegaron al trópico del país Honduras por el año 1927 dado por el investigador agrícola Wilson Pópenos, el cual sembró en el Jardín Botánico Lance Tilla, a partir de estas se ha dispersado en honduras y demás países. Asimismo incluyendo a África, el Caribe y Centroamérica, con grandes posibilidades de ser comercializado a otros países. (Villón, 2013)

En América del norte y América central, no son muy conocidos estos frutos, pero por sus condiciones agroecológicas se hace posible una buena producción en esas zonas. (Pohlan, 1999).

II.2. Taxonomía

El achotillo (*Nephelium lappaceum L.*) es un árbol tropical de un tamaño mediano y cuya clasificación taxonómica se establece a continuación.

Tabla I. Clasificación taxonómica del Achotillo (*Nephelium lappaceum L.*)

REINO	PLANTAE
CLASE	Magnolipsida
ORDEN	Sapindales
FAMILIA	Sapindaceae
GÉNERO	<i>Nephelium</i>
ESPECIE	<i>lappaceum L.</i>

Fuente: (Hernández, 2016)

II.3 Nombres Vulgares del *Nephelium lappaceum L.*

Brasil: Rambutao (portuguese);

Chínes: Shao-Zi, Shao-Tzu, Mao-long-Yan;

Costa Rica: Mamon Chino

Dutch: Ramboetan

Ecuador: Achotillo

French: Litchi Chevelu, Ramboutan, Ramboitan.

German: Rambutan, Rampostan, Kletternartige.

Indonesia: Rambot, Barangkasa, Buiuwán, Jaila, Rambuta, Bolotu, Wulangas, Rambusa.

India: Ramboostan (Hindu).

Italia: Nefelio.

Japonés: ranbuutan, Khmer, Chle Sao Mao.

Corea: Ram Bu T'an.

Malaysia: Tanggun, Gerat, Tanguish, Tnagui, Tangoi, Nerat, Buan.

Philippines: Usau, Usare, Rambutan. (Lim, 2013)

II.4 Descripción Botánica



Figura 1. *Nephelium lappaceum* L.

Fuente: (Depannemaeker, 2016)

Árbol: su tamaño alcanza una altura de 15 a 25 m y con un diámetro de 40 a 60cm, es de copa abierta con ramificaciones, si son arboles injertados estos llegan a medir 10 a 12 m de altura como máximo (Fraire V, 2001).

Hojas: son pinnadas compuestas, estas pueden llegar a medir de 7 a 30 cm largo con raquis rojizo, velludas cuando jóvenes., tiene de 6 a 15 pares de venas principales prominentes en su parte inferior, son de color verde claro tornándose en oscuras cuando maduran. (Giler, 2013).

Flores: las flores de esta planta son muy pequeñas, de color blanco verdoso, adquieren una sexualidad hermafrodita o masculina, las masculinas producen gran cantidad de polen, en donde el pistilo no está presente. Las hermafroditas, algunas funcionan como macho (hfm) y otras funcionan como hembras (hff), nacen en las axilas y terminales, crecen ampliamente ramificadas, son más cortas que las hojas. (Morton, 1987).

Frutos: este fruto puede poseer diferentes tamaños, pueden ser redondos u ovalados, la cascara la tiene cubierta de una especie de espinas blandas los cuales pueden ser de color amarillo rojo o anaranjado, estos frutos quedan suspendidos de una rama la cual alberga de 10 a 20 frutos (Pérez, 2004). El fruto mide de 3 a 68 cm de largo y de un diámetro de 2 a 5 cm, con un peso de alrededor de 50 gramos, el pericarpio contiene un grosor de 2 a 4 mm, el arilo es de color blanco de 4 a 8 mm de grosor (Tindall, 1994).

Las distintas variedades mayormente conocidas son de coloración roja ya que no albergan a la mosca de la fruta, las espinas blandas son un color similar a la piel del fruto en algunas variedades. (Vargas, 2003)

Semillas: son de color café brillante. (Ong, 1998). Estas semillas tienen forma elipsoidal de un largo de 2 a 3 cm, con un diámetro de 1 a 1.5 cm sus cotiledones desiguales, y delgados (Tindall, 1994).

II.5 Reproducción de las Semillas

Reproducción sexual (semilla): La semilla germina entre los 9 y los 25 días luego de plantada. Debiéndose eliminar el arilo y ubicar la semilla con la parte más ancha hacia abajo para asegurar el avance recto de la raíz. La semilla una vez sacada del fruto no es aconsejable secarla al sol ni en hornos y debe sembrarse en el instante, debido a que puede perder su poder germinativo de manera rápida porque se seca el embrión. (Arias, 2016).

Reproducción asexual (vegetativa): La propagación vegetativa es la forma sugerida de propagación, debido a que así todas las plantas producirán frutos y se garantiza uniformidad en la plantación. Esta clase de propagación se puede hacer por acodo, estaca o por injerto. (Arias, 2016).

II.6 Valores Nutricionales del Achotillo

El agua es su ingrediente mayoritario, es abundante en carbohidratos, por lo que su valor calórico es alto, en lo que tiene relación a otros nutrientes, resalta su contenido de vitamina C, aportando además en menor proporción otras vitaminas hidrosolubles del complejo B, entre ellas el ácido fólico, otros minerales se encuentra en menor cantidad como el magnesio y dispone de fibra el cual es imprescindible para el funcionamiento intestinal. (Ahperambutan, 2006)

Tabla II. Componente por 100 gramos de porción comestible.

COMPONENTES EN GRAMOS			
NUTRIENTES	Cantidad (g)	NUTRIENTES	Cantidad (mg)
AGUA	82.1	NIACINA	0.5
PROTEÍNA	0.9	CALCIO	15.0
GRASA	0.3	HIERRO	2.5
GLUCOSA	2.8	POTASIO	140.0
FRUCTOSA	3.0	VITAMINA C	70
ÁCIDO MÁLICO	0.005	SODIO	2.00
ÁCIDO CÍTRICO	0.31	MAGNESIO	10
ENERGÍA	297 kJ		

Fuente: Ahperambutan, (2006)

Según Vargas, (2003) de los tres componentes del fruto *N. lappaceum L.* la cascara es el principal reservorio de macronutrientes con los contenidos más abundantes de N, K, Ca, Mg y S. la semilla presenta una mayor cantidad de N y menos de K que la pulpa. Tanto la semilla como la pulpa presentan cantidades semejantes de Ca, Mg y S. mientras que cantidades de P son equivalentes tanto en la cascara como en semilla y pulpa.

II.7 Composición de la grasa de la semilla del *Nephelium lappaceum* L.

Según Solís-Fuentes et al., (2010) y Sirisompong et al., (2011) la composición química, el comportamiento de las fases, la estabilidad térmica de la grasa de la semilla de rambután. Demostrando resultados mostraron que la semilla pelada representa el 6.1% de la fruta de peso húmedo y es: 1.22% de ceniza, 7.80% de proteína, 11.6% de fibra cruda, 46% de carbohidratos y 33.4% de grasa. Los principales ácidos grasos encontrados en la grasa de la semilla fueron 40,3% de oleico, 34,5% de ácido araquidónico, 6.1% palmítico 7,1% de esteárico; la grasa de la semilla de rambután tiene propiedades fisicoquímicas y térmicas, características que pueden volverse interesantes para aplicaciones específicas en varios segmentos de la industria alimentaria.(Ong, 1998).

II.8 Propiedades Medicinales

El *Nephelium lappaceum* L. por tener un gran valor nutricional se le atribuyen propiedades medicinales tales como:

- Antioxidantes. Elimina los radicales libres.
- Antiséptica. Desinfecta las heridas si se aplica de forma tópica.
- Antivírica. Ayuda a combatir algunos virus.
- Previene el estreñimiento.
- Mejora el tránsito intestinal. Elimina la indigestión y las dolencias estomacales.
- Propiedad calmante. Mejora el sistema nervioso, ayuda a eliminar y prevenir la ansiedad y el estrés.
- Reduce el colesterol. Reduce los riesgos de padecer enfermedades cardiovasculares.
- Previene y alivia los síntomas de los estados catarrales y los estados gripales.
- Antiinflamatoria.

- Mejora la absorción de hierro del organismo.
- Previene la anemia ferropenia.
- Fortalece el sistema inmunológico. Ayuda a la creación de nuevos glóbulos rojo, glóbulos blancos y plaquetas.
- Elimina los espasmos musculares por falta de minerales.
- Fortalece y ayuda en el mantenimiento del aparato óseo.
- Antibacteriana.
- Ayuda en la función renal y hepática. Elimina toxinas.
- Ayuda a eliminar el herpes. Hay que aplicarlo de forma tópica sobre la infección.
- Astringente. Las hojas de rambután se aplican sobre la lengua para eliminar infecciones, mal de encías y dolencias dentales.
- Se utiliza como tratamiento contra la disentería.
- Antipirética. La corteza y las raíces del rambután son utilizadas en infusiones para eliminar y bajar la fiebre alta. (Shao, 2015).

II.9 Componentes Antioxidantes del *Nephelium lappaceum L.*

El estudio realizado por Palanisamy, (2001) indica que en el *Nephelium lappaceum L.* se encuentran metabolitos bioactivos incluyendo polifenoles, flavonoides, taninos, ácido ascórbico, antocianinas y compuestos volátiles; tales compuestos fenólicos presentes en la cáscara de *Nephelium lappaceum L.* puede aumentar con el crecimiento de la fruta y alcanzar un máximo de 733-653 mg/fruto en el momento de la cosecha, demostrando que en la cascara los metabolitos que aumentaron y alcanzaron un máximo en la etapa de cosecha son el corilagina de ácido elágico y geraniin, recalando que el metabolito geraniin tiene el potencial de desarrollarse como un agente antihiperlipemizante. Thitilertdecha & Rakariyatham, (2011) confirman que el componente principal presente en las cascara del *Nephelium lappaceum L.* fue el geraniin y este componente podría alcanzar 444- 1011 mg/fruta, dicho estudio se realizó en una cosecha de los cultivadores Rongiren y Seechompoo

Los frutos de *Nephelium lappaceum* L. también se han estudiado para las propiedades antidiabéticas o reductoras de glucosa. Se informó que el extracto de cascara de rambután administrado por vía oral muestra altas actividades hipoglucemias y anti obesidad en ratas diabéticas inducidas con alloxan y ratas obesas con alto contenido calórico respectivamente (Muhtadi et al., 2015).

Estudios en diversos extracto de la cáscara del *Nephelium lappaceum* L., se exhibió un valor extremadamente alto de IC₅₀ (>100 ug/ml) frente a distintos tipos de células que indican actividad no tóxica. (Okonogi et al., 2007).

II.10 Actividad Antimicrobiana del *Nephelium lappaceum* L.

Thitilerdecha & otros, (2008) investigaron que el extracto metanolico de la cascara del *Nephelium lappaceum* L., presenta actividad antimicrobiana. Por otra parte Ragasa et al. (2005) demuestro que la cepa más sensible ante un extracto metanolico (MIC 2.0 mg/ml) fue *Staphylococcus epidermis*. En otro estudio el extracto de diclorometano de la semilla de *Nephelium lappaceum* L. permitieron dos nuevos diastereomericas monoterpenos lactones, 1 y 2, y el conocido butenolide siphonodin, también conocido como kaempferol 3-O-β-D glucopiranoside-7-O-α-L- rhamnopyranoside. Los compuestos 1 y 2 exhibieron la actividad antimicrobiana (Ragasa et al. 2005).

II.11 Actividad Anticancerígena del *Nephelium lappaceum* L.

Investigaciones realizadas por Wan Nur Hidayat et al., (2011) en el extracto etanolico de la corteza del rambután demostraron una actividad marcada in vitro contra las células cancerosas de osteosarcoma humano y no se encontró efectos sobre las células normales. Los resultados indicaron que el extracto indujo una detención de G2/M a través de inhibición de la progresión del ciclo celular del cáncer

II.12 Actividad Antihiper glucémica

Palanisamy et al. (2011) en su estudio confirma que el extracto etanolico del pericarpio de *N. Lappaceum* presenta actividad Antihiper glucémica, el pericarpio aparte de ser un antioxidante altamente eficiente también demuestra ser eficaz en la inhibición de carbohidratos, hidrolizando enzimas y enzimas involucradas en la poli-cadena. Muhtadi et al., (2015) confirma que su investigación en la corteza del extracto del *N. lappaceum* presenta una eficacia para inhibir la enzima hidrolizante de carbohidratos, en un nivel mucho más significativo que el fármaco acarbose.

II.13 Actividad antimicrobiana de la semilla del *Nephelium lappaceum* L.

Investigaciones de Bhatand Al-daihan (2014), sobre los extractos acuosos de las semillas para determinar su actividad antibacteriana mediante el método de difusión de disco y el perfil de proteína del rambután. Ambos extractos acuosos de siembra muestran inhibición moderada contra bacterias patógenas, tanto grampositivos como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes* y *Bacillus subtilis* y gramnegativos bacterias que incluyen *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. El análisis de la actividad antibacteriana de la muestra analizada reveló que la actividad inhibidora más alta fue producida por la semilla de rambután.

II.14 Variedades de *Nephelium lappaceum* L.

Según Moreno, (2013) al menos alrededor de 100 variedades son conocidas alrededor del mundo; la fruta es caracterizada por su calidad con respecto a la maduración, necesidades climáticas, etc. Las variedades con mayor importancia del *Nephelium lappaceum* L. son:

Litchi (*Litchi sinensis*); su corteza es granulada y peluda de coloración rojo, contiene una semilla muy gruesa, es un fruto ligeramente ácido poseedor de vitamina C e hidratos de carbono (Martínez, 2010)

Pulasán (*Nephelium mutabile Blume*): la fruta es ovoide, este mide de 5 a 7.5cm de largo, posee un color rojo oscuro, su cascara es gruesa cubierta de espinas rectas, la fruta está situada cerca del tallo, en su interior contiene una pulpa blanca o amarillenta y brillante la cual alberga la semilla de color marrón, el sabor de esta fruta es más dulce que la del achotillo. (Morton. 1987)

Longan (*Dimocarpus longan*): son de forma globosa de 1.25 a 2.5cm de diámetro, su corteza es delgada de color marrón amarillento a un pardo rojizo claro las protuberancias en la cascara son menos prominentes que las del litchi, la pulpa es mucilagos, es translúcida, dulce y con menos aroma, la semilla es redondeada de un color negro brillante en su base tiene una mancha blanquecina de forma circular. (Morton, 1987)

II.14 Condiciones climáticas del cultivo del Achotillo

Suelo

El achotillo puede crecer de maneras distintas dependiendo del suelo donde se lo cultive, los suelos mayormente recomendados son aquellos con una profundidad mayor de 1 m, una buena capacidad de drenaje, la cantidad de arcilla que oscile de en 30% a 35% y de una estructura granular a bloques angulares o sub-angulares, porosidad de 50% a 60%, esta debe permitir el pase el agua y el aire, el suelo predilecto es aquel con abundante material orgánico ligeramente ácido con un pH de 5.5 a 6.5 (Tindall, 1994).

Temperatura

El Rambután es de clima cálido y húmedo por lo cual la temperatura óptima para su siembra es de 22 °C a 32 °C. (Ruiz, 2007) en superficie con temperaturas por debajo de 22 °C, puede ocasionar una caída de las hojas de la planta en invierno y el periodo de fructificación se alarga hasta unos 6 meses (Romero, 2017).

Luz

Este factor puede llegar afectar a la coloración de la cascara del fruto y por ende a las antocianinas, las cuales son sensibles a la cantidad de luz, ya que los frutos que están en el exterior de la planta adquieren su color característico y los que se encuentran en el interior son de una tonalidad más pálida, aun no se ha podido establecer la longitud de onda que afecta a la coloración del fruto. (FHIA, 2006).

Humedad Relativa

El achotillo requiere de un clima tropical húmedo, ya que en esta zona aprovecha mejor la humedad relativa; los estomas del achotillo no se cierran con facilidad eso nos lleva a deducir que está adaptada a un clima húmedo, el fruto al tener una gran cantidad de pelos y sobre estos numerosas estomas, las cuales conllevan a la pérdida de agua en condiciones de baja humedad relativa, esta deshidratación provoca una baja calidad del fruto. (Ramírez, 2003)

II.16 Conservación Pos cosecha

El oscurecimiento del pericarpio puede retrasarse cuando la fruta se mantiene a 8 -12 °C y con un 95% de humedad relativa, dependiendo de los cultivadores, El deterioro del color puede retrasarse tres de nuestros cuatro días mediante almacenamiento en atmósferas de dióxido de carbono mejoradas. La

exposición al dióxido de azufre antes del tratamiento de desinfestación resultó en un menor oscurecimiento que ayudó a mantener la calidad de la fruta.

El desarrollo del oscurecimiento fue precedido por la pérdida de agua y disminuciones concomitantes en el potencial hídrico de las espinillas y la cascara tuvo una fuerte correlación negativa entre el potencial hídrico y el pardeamiento de manera que a medida que aumentaba el puntaje de pardeamiento, el potencial hídrico disminuía (Rodrigues, 2018)

II.17 Producción de Achotillo en Ecuador

En Ecuador la exportación del Achotillo no es tan representativa y por lo tanto no se encuentra mucha información de las exportaciones que hay de este vegetal.

A nivel mundial la producción comercial de este fruto está centrada en Tailandia, Malasia, Indonesia. En el Ecuador las zonas principales se encuentran Centro Noroccidental del país: Quevedo, Buena Fe (Los Ríos), La Concordia, Santo Domingo de los Tsáchilas. (Salazar, 2010)

Zonas de Producción	Época de Floración	Época de Producción	Época de Crecimiento Vegetativo
Quevedo, Buena Fe, Santo Domingo de los Tsáchilas, La reserva, 24 de Mayo, Gualipe, Santa María	Final de noviembre-Enero	Febrero-Agosto	Septiembre-Noviembre
La Concordia	Final de enero-marzo	Abril-Octubre	Noviembre-Enero

Figura 2. Producción de Achotillo en Ecuador

Fuente: (Salazar, 2010)

Datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2008, el rambutan tiene 38 hectáreas de superficie sembrada, se muestra que la superficie cosechada logro acaparar las 35 hectáreas y la producción total fue de 42 toneladas métricas y se originó principalmente en la provincia de los Ríos con una aportación del 82,86%, en Santo Domingo de los Tsachila y Esmeralda con 8,57% cada uno. (Salazar, 2010).

CAPITULO III METODOLOGÍA

III.1 Tipo de Investigación

El presente estudio es de tipo exploratorio, el cual consta con un método de investigación experimental, según la finalidad de la investigación, se aplicó un método adecuado para la extracción de los distintos analitos a determinar, la misma que se realizó en los Laboratorios de facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

III.2 Variables de la investigación

III.2.1 Variable dependiente

- Estudio fitoquímico y farmacognóstico

III.2.2 Variable Independiente

- Extractos de corteza de Achotillo
- Extracto de semilla de Achotillo

III 2.3 Operalización de las Variables

Tabla III: Operalización de las variables: conceptualización e indicadores

Variables		Conceptualización	Indicadores
Dependiente	Estudio fitoquímico y farmacognóstico	Relación existente entre las moléculas de un vegetal	%
Independiente	Extractos de	Sustancias	

	corteza y semilla amarga de achotillo.	concentrada de una planta que se obtiene por diferentes procedimientos.	mg/ml
--	--	---	-------

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

III.3. Materiales y Métodos

III.3.1 Recolección de la materia vegetal

En la presente investigación se utilizó la planta *Nephelium lappaceum* L. conocida comúnmente como achotillo, rambután, mamón chino, etc. Las mismas que fueron recolectadas por la QF. Laura Valdez López Msc, en la Ciudad de Quevedo – Ecuador.

III.3.2 Secado, molida y almacenamiento

El secado se llevó a cabo mediante el uso de la estufa utilizando las muestras corteza del fruto y de la semilla amarga, las cuales se las sometió a 100°C por dos horas. Una vez que la muestra esta seca se procede a molerla. Empleando un molino, luego se guardó en frascos herméticos.

III.3.3 Obtención de los diferentes extractos

Se pesó 4g de muestra: corteza del fruto y la semilla amarga se colocan dentro de un balón de reflujo, se agrega 100ml de solvente (etanol – éter – agua). Se deja reposar por una hora la muestra con el solvente, luego se lleva al sistema de reflujo aproximadamente por una hora. Pasado el tiempo se retira la muestra del sistema de reflujo y se deja reposar hasta enfriar, se filtra para después almacenarlo en frío.

Para realizar este procedimiento se consideraron los siguientes extractos:

- Extracto etanolico
- Extracto etéreo
- Extracto acuoso

III.4 Técnicas y métodos

III.4.1 Métodos de percepción

Se realizará la evaluación mediante la percepción de los órganos sensoriales en los cuales se tomara en consideración los siguientes caracteres físicos: morfología, tamaño, olor, color externo e interno y fractura de los órganos vegetales entre otras peculiaridades. (Miranda 2000)

III.4.2 Parámetros de control de la calidad realizada a al cascara y semilla amarga de achotillo (Nephelium lappaceum L.)

Los métodos físico-químicos de análisis pueden determinar y establecer la calidad de una droga y completar su identificación.

III.4.2.1 Determinación de humedad por secado en estufa

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por vaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable

Procedimiento

- En una capsula de porcelana a peso constante, pesar de 2 a 4 g de la muestra distribuyéndola uniformemente.
- Colocar en la estufa a 95-100 °C hasta peso constante (aproximadamente 5 horas)

- Transferir la capsula al interior del desecador hasta que ésta alcance la temperatura ambiente (de 15 a 30 min)
- Realizar los cálculos:

Expresión de los resultados:

$$\text{Porcentaje de humedad: } \frac{(P1 - P2) \times 100}{M}$$

En donde:

- P2 = peso de la cápsula y la muestra húmeda en gramos.
- P1 = peso de la cápsula y la muestra seca en gramos.
- M = peso de la muestra en gramos. (Pascano, 2012)

III.4.2.2 Determinación de cenizas totales.

La ceniza es el residuo obtenido después de la incineración de la materia orgánica hasta que queda libre de carbón, y representa el contenido de material mineral presenta en esa materia. (Miranda, 2000).

Procedimiento

Se determina la masa de no menos de 2.0 g ni más de 3.0 g de la porción de ensayo pulverizada y tamizada con una desviación permisible de 0.5 mg en un crisol de porcelana o platino (en dependencia de la sustancia analizada) previamente tarado. Caliente suavemente la porción de ensayo aumentando la temperatura hasta carbonizar y posteriormente incinere en un horno mufla a una temperatura de 700 a 750 °C, si no se señala otra temperatura en la norma específica, durante 2h. (Miranda, 2000)

Se enfría el crisol en una desecadora y se pesa, repitiéndose el proceso hasta que dos pesadas sucesivas no difieran en más de 0.5mg por g (masa

constante). Para obtener la masa constante los intervalos entre calentamiento y pesada son de 30min. Si el residuo presenta trazas de carbón, se le añaden unas gotas de solución de peróxido de hidrógeno concentrado, ácido nítrico o solución de nitrato de amonio al 10% m/v y se calienta hasta evaporar los solventes. Al enfriar el crisol el residuo es de color blanco o casi blanco. (Miranda, 2000)

Expresión de los resultados:

$$C = \frac{M_2 - M}{M_1 - M} \times 100$$

En donde:

C = porcentaje de cenizas totales en base hidratada.

M = masa del crisol vacío (g)

M1= masa del crisol con la porción de ensayo (g)

M2= masa del crisol con la ceniza (g)

100= factor matemático para los cálculos.

III.4.2.3 Determinación de cenizas solubles en agua.

Procedimiento

A las cenizas totales obtenidas en A, se le añaden de 15 a 20 ml de agua. El crisol se tapa y se hierve suavemente a la llama del mechero durante 5min. La solución se filtra a través del papel de filtro libre de cenizas. El filtro con el residuo se transfiere al crisol inicial, se carboniza en un mechero y luego se incinera en un horno mufla de 700-750 ° C, durante 2 h. Posteriormente se coloca en una desecadora y cuando alcance la temperatura ambiente se pesa. Se repite el procedimiento hasta alcanzar peso constante. (Miranda, 2000)

Expresión de los resultados.

$$Ca = \frac{M_2 - Ma}{M_1 - M} \times 100$$

En donde:

Ca = porcentaje de cenizas solubles en agua en base hidratada.

M₂ = masa del crisol con las cenizas totales (g).

Ma = masa del crisol con las cenizas insolubles en agua (g)

M₁ = masa del crisol con la muestra de ensayo (g)

M = masa del crisol vacío.

100 = factor matemático.

III.4.2.4 Determinación de cenizas insolubles en ácido clorhídrico.

Procedimiento

A las cenizas totales obtenidas según la técnica, se le añaden de 2-3 ml de ácido clorhídrico al 10%. El crisol se tapa con un vidrio reloj y se calienta sobre un baño de agua hirviendo durante 10 min. Se lava el vidrio reloj con 5ml de agua caliente y se une al contenido del crisol. La solución se filtra a través de un papel de filtro libre de cenizas; se lava el residuo con agua caliente hasta que el filtrado acidulado con ácido nítrico p.a; al cual se le añade una o dos gotas de solución de nitrato de plata 0.1mol/L, no muestre presencia de cloruros. El filtrado con el residuo se deseca de 100 a 105 °C, se transfiere al crisol inicial y se incinera en un horno mufla a una temperatura de 700-750 °C durante 2h (si no se señala otra temperatura en la norma específica) Posteriormente se coloca en una desecadora y cuando alcance la temperatura ambiente se pesa. Se repite el procedimiento hasta obtener masa constante. (Miranda, 2000)

Expresión de los resultados

$$B = \frac{M_2 - M}{M_1 - M} \times 100$$

En donde:

B= porcentaje de cenizas insolubles en ácido clorhídrico en base hidratada.

M = masa del crisol con la porción de ensayos (g)

M1: masa de la cápsula vacía (g)

M2= masa del crisol con la ceniza insolubles en HCL (g)

100= factor matemático.

III.4.2.5 Determinación de sustancias solubles.

Se basa en la extracción de las sustancias solubles en agua, alcohol o mezclas hidro-alcohólicas, mediante maceración y evaporación hasta sequedad de una alícuota del extracto. (Miranda, 2000)

Procedimiento.

De la muestra de ensayo previamente pulverizada y tamizada, se pesan exactamente 5 g y se transfieren a un Erlenmeyer de 250 ml; se añaden 100 ml del disolvente, se tapa y se agita durante 6 h, dejándose en reposo hasta el día siguiente; se agita 30 min, se deja reposar alrededor de media hora más y se filtra por papel. Se toma una alícuota de 20 ml que se transfiere a una cápsula previamente tarada. Se evapora sobre baño de agua, se deseca en estufa a 105°C durante 3h, se enfría y se pesa. (Miranda, 2000)

Expresión de los resultados

$$Ss = \frac{R \cdot 500 \cdot 100}{M(100-H)}$$

En donde:

Ss = sustancias solubles (%).

H = humedad de la muestra (%)

500 y 100 = factores matemáticos para los cálculos.

R = residuo de la muestra (g)

M = masa de la muestra (g).

III.4.3 Tamizaje fitoquímico.

El tamizaje fitoquímico o screening fitoquímico es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímico, que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés. (Palacios, 2012)

Procedimiento:

La planta fresca, seca o el residuo de una extracción; es sometida a tres extracciones sucesivas, se le mide el volumen obtenido y se le calcula su concentración, en gramos de sustancias extraídas por ml de extracto. Para ello tome una alícuota de 5 ml y páselo a una cápsula previamente tarada, evapore a sequedad en baño de agua y pese nuevamente. Se procede de igual forma que la técnica descrita para la determinación de sustancias solubles. (Miranda, 2000)

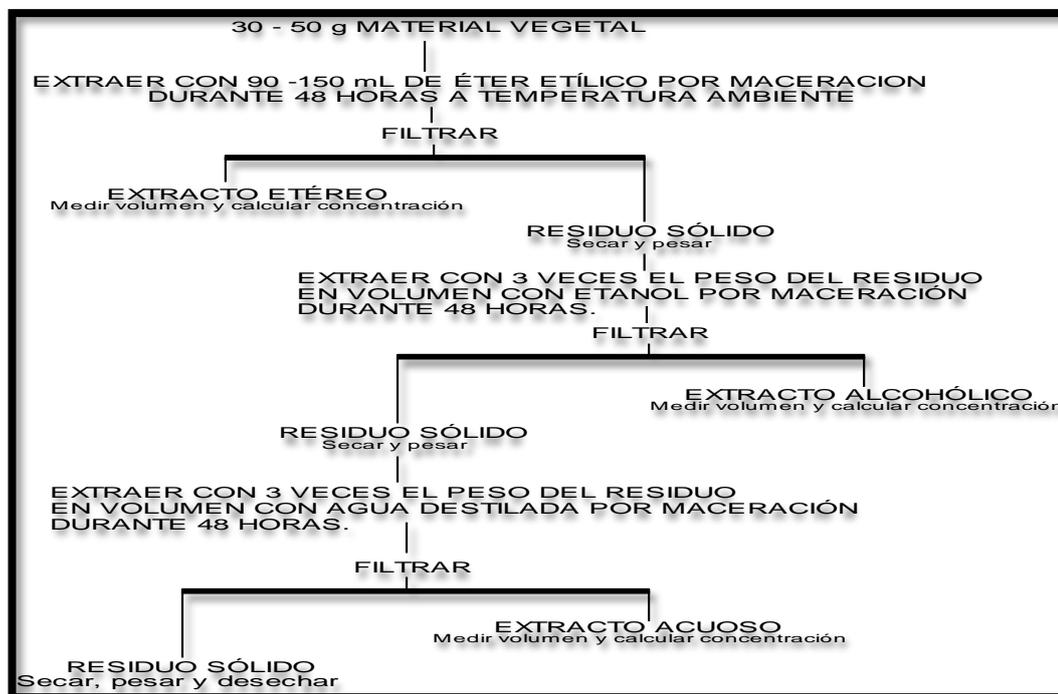


Figura 3. Extracción sucesiva del material vegetal (Tamizaje Fitoquímico)

Fuente: (Miranda, 2000)

III.4.3.1 Extracto Etéreo

Se toma el extracto etéreo el cual lo obtenemos de un filtrado y se lo divide en 4 para poder realizar los siguientes análisis.

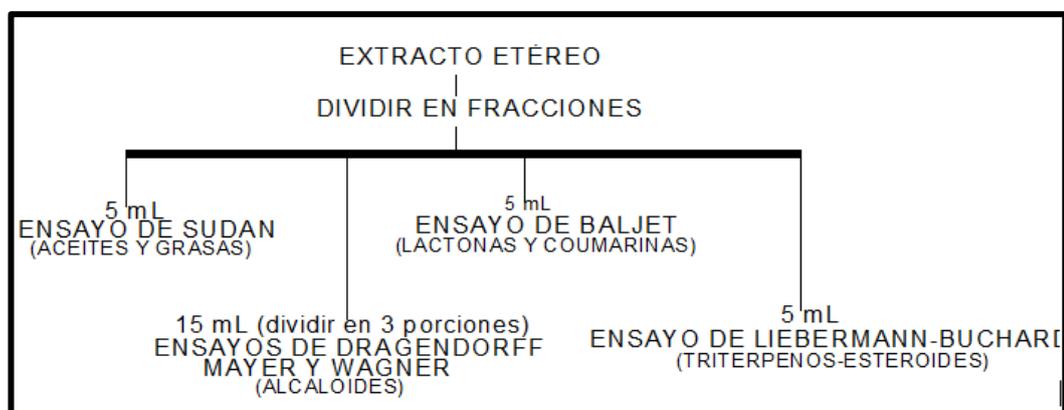


Figura 4. Esquema a realizar en el extracto de éter etílico

Fuente: (Miranda, 2000)

III.4.3.1.1 Ensayo de sudan

Identifica: compuestos grasos

Procedimiento

Se le añade 1 ml de una solución diluida en agua del colorante Sudan III o Sudan IV. Se calienta en baño de agua hasta evaporación del solvente. Es positivo cuando existe la presencia de gotas o una película coloreada de rojo

III.4.3.1.2 Ensayo de Dragendorff:

Identifica: alcaloides

Procedimiento

Si la alícuota del extracto está disuelta en un solvente orgánico, este debe evaporarse en baño de agua y el residuo re disolverse en 1 ml de ácido clorhídrico al 1 % en agua. Si el extracto es acuoso, a la alícuota se le añade 1 gota de ácido clorhídrico concentrado, (calentar suavemente y dejar enfriar hasta acidez). Con la solución acuosa ácida se realiza el ensayo, añadiendo 3gotas del reactivo de Dragendorff.

Es positivo si existe.

- Opalescencia (+)
- Turbidez (++)
- Precipitado (+++).

III.4.3.1.3 Ensayo de Mayer

Identifica: alcaloides

Procedimiento

Proceda de la forma descrita anteriormente, hasta obtener la solución ácida. Añada una pizca de cloruro de sodio en polvo, agite y filtre. Añada 2 ó 3 gotas de la solución reactiva de Mayer.

Es positivo si existe.

- Opalescencia (+)
- Turbidez definida(++)
- Precipitado coposo (+++).

III.4.3.1.4 Ensayo de Wagner

Identifica: alcaloides

Procedimiento

Se parte al igual que en los casos anteriores de la solución ácida, añadiendo 2 ó 3 gotas del reactivo, clasificando los resultados de la misma forma

Es positivo si existe.

- Opalescencia (+)
- Turbidez (++)
- Precipitado (+++)

III.4.3.1.5 Ensayo de baljet

Identifica: compuestos con agrupamiento lactónico, en particular Coumarinas

Procedimiento

Para ello, si la alícuota del extracto no se encuentra en alcohol, debe evaporarse el solvente en baño de agua y re disolverse en la menor cantidad de alcohol (1 ml). En estas condiciones se adiciona 1mL del reactivo. El reactivo de Baljet se prepara de la siguiente forma:

Solución 1: Hidróxido de sodio al 10 % en agua.

Solución 2: Ácido pícrico al 1 % en etanol.

Las soluciones se tienen preparadas de forma independiente y se mezcla igual cantidad en volumen de cada una de ellas justo en el momento de realizar el ensayo. Dicha mezcla es la que se adiciona a la alícuota a evaluar.

Se considera positivo cuando existe la aparición de coloración o precipitado rojo (++) y (+++) respectivamente.

III.4.3.1.6 Ensayo de Hidroxamato Férrico

Identifica: coumarinas

Procedimiento

Una gota del extracto se coloca en una placa de porcelana y se añade una gota de clorhidrato de hidroxilamina disuelto en etanol al 10 %. Se añaden unas gotas de hidróxido de potasio al 10% en etanol y se calienta a la llama hasta burbujeo, se añaden unas gotas de ácido clorhídrico 0.5 mol/L y una gota de cloruro férrico al 1% en agua.

Se considera positivo cuando existe una coloración violeta (+), claro (++) , intenso (+++).

III.4.3.1.7 Ensayo de Borntrager

Identifica: quinonas

Procedimiento

Si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo se disuelve en 1 ml de cloroformo. Se adiciona 1 ml de hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o amonio al 5% en agua. Se agita mezclando las fases y se deja en reposo hasta su ulterior separación.

Si la fase acuosa alcalina (superior) se colorea de rosado o rojo, el ensayo se considera positivo. Coloración rosada (++) , coloración roja (+++).

III.4.3.1.8 Ensayo de Liebermann-Burchard

Identifica: Triterpenos Esteroides

Procedimiento

Si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo se disuelve en 1 ml de cloroformo. Se adiciona 1 ml de anhídrido acético y se mezcla bien. Por la pared del tubo de ensayos se dejan resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar

Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración:

- Rosado-azul muy rápido.
- Verde intenso-visible aunque rápido.
- Verde oscuro-negro-final de la reacción

La reacción de Liebermann-Burchard se emplea también para diferenciar las estructuras esteroideas de los Triterpenoides, las primeras producen coloraciones azul o azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes.

III.4.3.2 Extracto Alcohólico

El extracto alcohólico se obtuvo del residuo sólido, al mismo que se lo seco y peso, dicho residuo fue tratado con etanol por 48 horas y se lo filtro. El extracto alcohólico servirá para realizar más análisis:

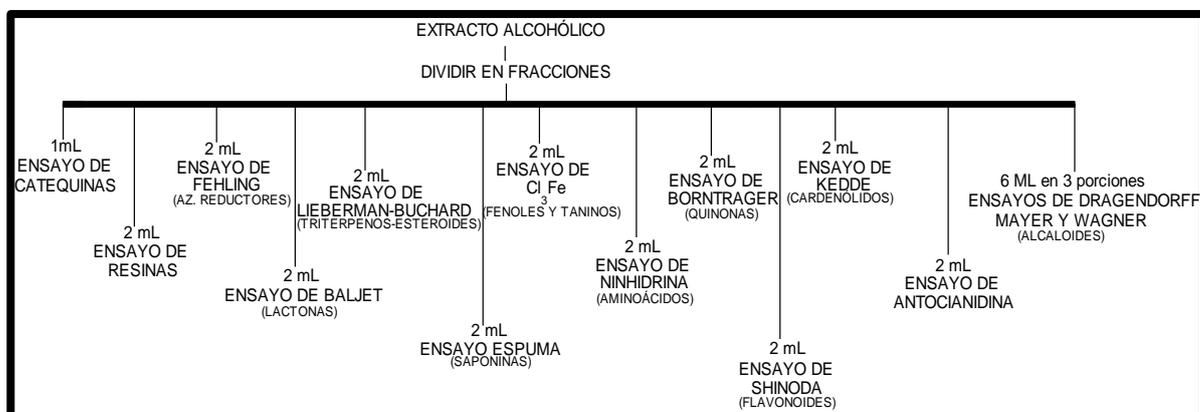


Figura 5. Esquema de extracto Etanólico

Fuente: (Miranda, 2000)

III.4.3.2.1 *Ensayo de Catequinas*

Identifica: catequinas

Procedimiento

Tome una gota de la fracción alcohólica, con la ayuda de un capilar y aplique la solución sobre papel filtro. Sobre la mancha aplique solución de carbonato de sodio.

La aparición de una mancha verde *carmelita* a la luz UV, indica un ensayo positivo.

III.4.3.2.2 *Ensayo de resina*

Identifica: resina

Procedimiento

Adicione a 2ml de la solución alcohólica, 10 ml de agua destilada.

La aparición de un precipitado, indica un ensayo positivo.

III.4.3.2.3 Ensayo de fehling

Identifica: azúcar reductores

Procedimiento

Si la alícuota del extracto no se encuentra en agua, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo se disuelve en 1 – 2 ml de agua. Se adicionan 2ml del reactivo y se calienta en baño de agua 5 – 10 min la mezcla.

Se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo. El reactivo se prepara de la siguiente forma:

- Solución A: Se pesan 35 g de sulfato cúprico hidratado cristalizado y se disuelven con agua hasta un volumen total de 1000 ml.
- Solución B: Se pesan 150 g de tartrato de sodio y potasio y 40 g de hidróxido de sodio y se disuelven con agua hasta un volumen total de 1000 ml.

III.4.3.2.4 Ensayo de la Espuma

Identifica: saponinas

Procedimiento

Si la alícuota se encuentra en alcohol, se diluye con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5 – 10 min.

El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido e más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos.

III.4.3.2.5 Ensayo del Cloruro Férrico

Identifica: Compuestos fenólicos taninos

Procedimiento

Si el extracto es acuoso se añade acetato de sodio para neutralizar y tres gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica. A una alícuota del extracto alcohólico se adiciona el reactivo.

Un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general.
- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos.

III.4.3.2.6 Ensayo del Ninhidrina

Identifica: aminoácidos libres

Procedimiento

Se toma una alícuota del extracto en alcohol, o el residuo de la concentración en baño de agua, si el extracto se encuentra en otro solvente orgánico, se mezcla con 2 ml de solución al 2 % de ninhidrina en agua. La mezcla se calienta 5-10 minutos en baño de agua.

Este ensayo se considera positivo cuando se desarrolla un color azul violáceo.

III.4.3.2.7 Ensayo del Shinoda

Identifica: flavonoides

Procedimiento

Si la alícuota del extracto se encuentra en alcohol, se diluye con 1 ml de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico, se

espera 5 minutos, se añade 1 ml de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que se separen

El ensayo se considera positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo; intenso en todos los casos.

III.4.3.2.8 *Ensayo del Antocianidinas*

Identifica: Estructuras de secuencia C6-C3-C6 del grupo de los flavonoides

Procedimiento

Se calientan 2 ml del extracto etanólico 10 minutos con 1 ml de HCl concentrado. Se deja enfriar y se adiciona 1mL de agua y 2 ml de alcohol amílico. Se agita y se deja separar las dos

La aparición de color rojo a marrón en la fase amíllica, es indicativa de un ensayo positivo.

III.4.3.3 *Extracto Acuoso*

EL extracto acuoso se divide En 7 fracciones y se podrán realizar los siguientes análisis

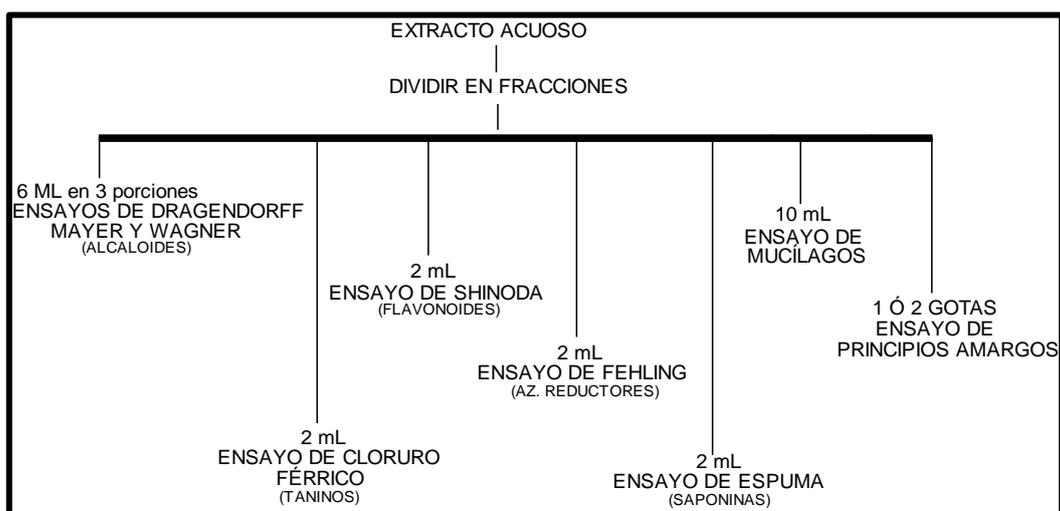


Figura 6. Esquema de las reacciones a realizar en el extracto acuoso

Fuente: (Miranda, 2000)

III.4.3.3.1 Ensayo del mucilago

Identifica: Estructura tipo polisacárido

Procedimiento

Una alícuota del extracto en agua se enfría a 0 - 5 °C.

Si la solución toma una consistencia gelatinosa el ensayo es positivo.

III.4.3.3.2 Ensayo principios amargos y astringentes

Procedimiento

Se realiza saboreando 1 gota del extracto acuoso o del vegetal y reconociendo el sabor de cada uno de estos principios, bien diferenciados al paladar. Todos los métodos han sido tomados de (Miranda, 2000)

III.4.4 Pruebas de Control de Calidad en los Extractos.

III.4.4.1 Análisis organoléptico

. **Determinación de olor:** Se toma una tira de papel secante de aproximadamente 1 cm de ancho por 10 cm de largo y se introduce un extremo en la muestra de ensayo. Se huele y se determina si corresponde con la característica del producto. (Miranda, 2000)

Determinación del color: Se toma un tubo de ensayos bien limpio y seco y se llena hasta las tres cuartas partes con la muestra de ensayo y se observa el color, la transparencia, la presencia de partículas y la separación en capas. Se informa los resultados. (Miranda, 2000)

III.4.4.2 Determinación de Fenoles Totales

Procedimiento:

1.- Solución diluida de Folin-Ciocalteu: tomar 10mL del reactivo de Folin-Ciocalteu y diluir a 100 ml con agua destilada.

2.- solución de carbonato de sodio 7,5%: Pesar 75g de Na_2CO_3 anhidro y disolver en un litro de agua destilada.

En tubos de ensayos de aproximadamente de 50 ml de capacidad adicionar:

1. 200 μL de extracto de la muestra o de la solución diluida de ácido.
2. 10 ml de solución diluida de Folin-Ciocalteu.
3. 1,8 ml de agua destilada.
4. Agitar y esperar cinco minutos.
5. Adicionar 8 ml de solución 7,5% de Na_2CO_3 . Agitar nuevamente.
6. Dejar en reposos durante dos horas.
7. Leer la absorbancia a 765nm.
8. El blanco es agua destilada.

Pesar 1 g de ácido gálico y disolver en 20-30 ml de etanol al 96%. Transferir cuantitativamente a matraz aforado de 100ml y enrasar con agua destilada.

De esta solución concentrada de ácido gálico tomar alícuotas de 1,2,3,4,5,10,30 y 40 ml y diluirlas a 100ml estas diluciones corresponden a las concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1, 3, y 4mg/L de ácido gálico.

El contenido de fenoles totales se expresó en mg de ácido gálico/L de extracto.

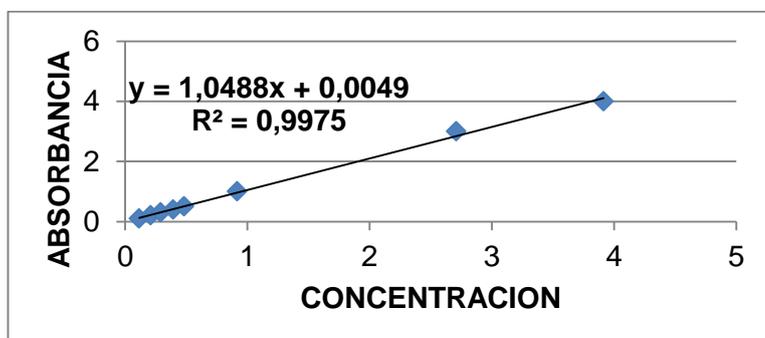


Grafico I: Curva de calibración para fenoles

III.4.4.3 Determinación de flavonoides totales Expresados como Quercetina

Procedimiento

1. Solución de tricloruro de aluminio al 10% con etanol al 96%.
2. Solución de acetato de potasio ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{K}$) diluida en agua (1M)
3. Diluir 10 mg de Quercetina en etanol al 96% y de ahí diluir a 10, 25, 50, 100, 200, 250, 300, 350 $\mu\text{g/ml}$.

En tubos de ensayos adicionar:

1. 0,5 ml de extracto o solución patrón.
2. 1,5 ml de etanol al 96%.
3. 0,1 ml de tricloruro de aluminio al 10%
4. 0,1 ml de acetato de potasio 1M.
5. 2,8 ml de agua destilada.
6. Esperar 30 minutos y leer a 415nm.
7. El blanco es etanol al 96%.
8. El contenido de flavonoides totales se expresó en base a Quercetina ($\mu\text{g/ml}$).

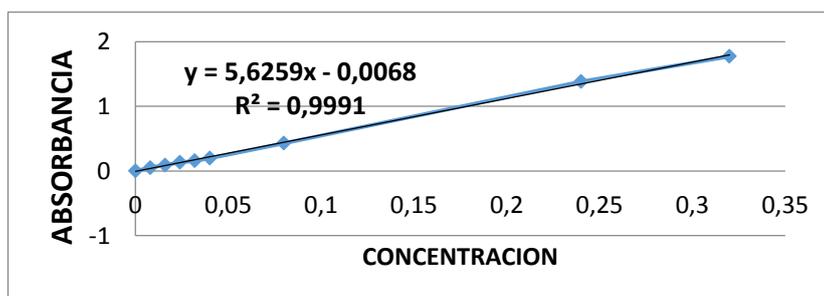


Grafico II: Curva de Calibración para Flavonoides Totales.

III.4.4.4 Cromatografía

Procedimiento:

En la placa de silicagel se mide 1cm en la parte inferior que será la línea de referencia para colocar la muestra, luego se traza otra línea de 1cm en la parte superior que será la línea frente del disolvente.

En la cámara se adiciona los solventes orgánicos (fase móvil) que son:

- Hexano (10ml)
- Acetato de etilo (5ml)
- Cloroformo (5ml)
- Metanol (2.5ml)

Se coloca la muestra en la línea inferior trazada en puntadas con la ayuda de un tubo capilar con una separación no menor a 0.7 a 1.0 cm. Luego se coloca la placa dentro de la cámara cromatografía, se deja correr el disolvente hasta la línea frente disolvente, retiramos la placa de la cámara cromatografía dejamos secar. Se le rocía levemente un revelador H₂SO₄ al 50% en etanol. Luego se expone la placa dentro de una cámara de luz ultravioleta y visualizar los componentes separados. Se realizan los cálculos RF.

El RF se calcula:

$$\frac{\text{Distancia recorrida por el compuesto}}{\text{distancia recorrida por el frente}}$$

III.4.4.5 Determinación del Índice de Refracción.

Procedimiento: Se coloca sobre el prisma de medición una gota de agua destilada. Utilizando para ello una varilla de vidrio que no tenga cantos agudos, se ajusta el equipo seleccionado la zona del espectro visible que aparece en la línea límite del campo visual, moviendo el compensador cromático y colocando la intersección del retículo sobre la línea límite de los campos claro y oscuro.

Después de haber realizado el ajuste del refractómetro, se coloca una gota de la muestra de ensayo sobre el prisma de medición, se cierra el termo prisma y se enfoca la luz por medio del espejo, de modo tal que la misma incida sobre la apertura de entrada del prisma de medición y se proceda de la misma forma que con el agua.

Expresión de los resultados:

$$Nd^{25} = Nd^t + 0.00044 (t-25)$$

Dónde:

Nd^{25} = índice de refracción a 25°C.

Nd^t = Valor leído en la escala del aparato a la temperatura.

T = valor de la temperatura a que se realiza la medición (°C).

0.00044 = factor de correlación por Grados Celsius.

Los valores se aproximan hasta las milésimas.

CAPITULO IV: RESULTADO Y DISCUSIÓN

A continuación se detalla los resultados correspondientes a las diferentes análisis realizados a la corteza y semilla amarga de achotillo (*Nephelium lappaceum L.*)

IV.1 Identificación de la especie botánica

Tabla IV: Resultado de Identificación Botánica

Especie botánica	<i>Nephelium lappaceum L.</i>
Nombre vulgar	Achotillo, rambutan
Procedencia	Santo Domingo de los Tsachila
Altura	625 msnm
Clima	Tropical

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **Tabla IV**, detalla los resultados de la identificación de la especie vegetal del presente estudio de investigación.

IV.2 Parámetros macromorfológicos

Tabla V: Característica macromorfológicos de la corteza amarga del achotillo (*Nephelium lappaceum L.*)

CARACTERÍSTICA	RESULTADO
Forma	Ovoide con una piel roja cubierta de espinas o protuberancias
Superficie	Cubierta de protuberancias o espiternos
Consistencia	Dura
Tamaño	Diámetro longitudinal 5.34 cm Diámetro transversal 4.71 cm

	Espesor de cascara 3.95 mm
Olor	Agridulce
Color	Rojo uniforme
Peculiaridades	Brotos de 1.09 cm de largo

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

Los resultados de la **Tabla V**, nos detalla los estudios macromorfológicos de la corteza de achotillo, además esta parte de la especie vegetal, es muy llamativa por las protuberancias o espiternos, con un tamaño normal presentando una buena calidad cumpliendo los requisito según la NORMA (CODEX STAN 246- 2005), (Codex, 2005).

Tabla VI: Características macromorfológicas de la semillas amarga del achotillo (*Nephelium lappaceum L.*)

CARACTERÍSTICA	RESULTADO
Forma	Ovoide con una piel de color marrón
Superficie	Rugosa y venosa
Consistencia	Dura
Tamaño	Diámetro longitudinal 1.95 cm Diámetro transversal 1.33 cm
Olor	Agridulce
Color	Marrón
Peculiaridades	Rugosa con venosidades

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **tabla VI**, nos detalla los estudio macromorfológicos de la semilla amarga de achotillo, siendo esta un especie vegetal ovoide, rugosa considerándose su tamaño normal por referencia de estudios realizados. Estos estudios macromorfológicos fueron los primeros que se efectuaron, porque es la manera más rápida y simple de asentar la identidad y posible pureza de la especie vegetal.

IV.3 Parámetros de Control de Calidad

Tabla VII: Resultados de los Parámetros de calidad realizada a al cascara y semilla amarga del *Nephelium lappaceum L.*

PARÁMETRO	CASCARA	SEMILLA
Humedad	10,5 ± 0,05%	7,01 ± 0,04%
Cenizas total	10,13 ± 0,26%	8,10 ± 0,53%
Cenizas insolubles en Acido	1,17 ± 0,02%	0,87 ± 0,04%
Cenizas Solubles en Agua	2,33 ± 0,04%	1,84 ± 0,12%
Sustancias Solubles	4,59 ± 0,11%	4,44 ± 0,11%

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **tabla VII**, nos demuestra los resultados de los diferentes parámetros. En cuanto el contenido de humedad presente en la corteza 10,05% y en la semilla 7.01%, valores que se encuentran dentro de los límites establecidos por la Farmacopea, el cual indica un valor máximo de 14%. Dando así la seguridad que la especie vegetal se encuentra libre de exceso de agua para prevenir el crecimiento de microorganismos no deseados. Debido a que las bacterias necesitan 40% de humedad, los hongos de 15% a 20% de humedad para reproducirse.

Los resultados detallados en la tabla de Cenizas totales son en la corteza de achotillo 10,13 % y semilla amarga 8,10 %, esta ensayo se realizó por triplicado para la obtención de la reproducibilidad, Este parámetro de calidad permite conocer la presencia o ausencia de cualquier componente arcilloso o arenoso que puede ocurrir al momento de la recolección de la especie vegetal, Los resultados obtenidos de este ensayo no tiene comparación porque no existen estudios relacionados con respecto a la cascara y semilla amarga de achotillo pero se tomó a consideración la USP 28 para establecer un valor de referencial; de esta manera todos los valores obtenidos son propios del autor. Cuando se obtienen valores elevados ($\geq 5\%$) en cenizas totales, se debe conocer la presencia de metales pesados, lo cual se determina con los ensayos de

cenizas solubles en agua e insolubles en ácidos, por lo que los resultados obtenidos en cenizas solubles en agua de la corteza es 2,33% y semilla 1,84%. En cenizas insolubles en ácido en la corteza 1,17% y en la semilla 0.87% de achotillo, valores que se encuentran dentro de los límites permisibles (7%) dada por la USP # 28. Al observar que se tiene una cantidad elevada en cenizas solubles en agua se puede asegurar que la mayor parte de las cenizas presenta iones como calcio, magnesio, hierro, sodio etc. Debido a que estos son solubles en agua, mientras que los valores bajos obtenidos en las cenizas insolubles en ácidos nos sugiere que la especie vegetal no está contaminada por metales, dejando claro que la especie vegetal se encuentra con límites aceptables.

Se determinó las sustancias solubles en Alcohol a 98°GL, obteniéndose concentraciones de la corteza 4,59% y de la semilla 4,44% respectivamente. Este método permite evaluar la cantidad de principios activos presentes en la especie vegetal, siendo así tanto la corteza y la semilla amarga presentan elevadas cantidades.

IV.4 Tamizaje fitoquímico

Tabla VIII: Resultado del tamizaje fitoquímico de los diferentes extractos de la cascara y semilla amarga del *Nephelium lappaceum L.*

		Extracto Etanólico	Extracto Etéreo	Extracto Acuoso

Metabolitos	Ensayos	Semilla	Casca	Semilla	Casca	Semilla	Cascara
Catequinas	Catequinas	+	-	x	x	x	x
Alcaloides	Dragendorff	-	-	-	-	++	++
	Mayer	-	-	-	-	-	-
	Wagner	-	-	-	-	-	-
Lactonas	Baljet	-	-	-	-	x	x
Compuestos grasos	Sudan	x	X	+	+	x	x
Triterpenos	Libermann	+++	+++	+++	+++	x	x
Resinas	Resinas	-	-	x	x	x	x
Azucares Reductores	Fehling	+++	+++	x	x	+++	+++
Saponinas	Espuma	-	++	x	x	-	++
Taninos	Cloruro férrico	-	+++ (azul)	x	x	-	++ (verde)
Aminoácidos y Aminas	Ninhidrina	++	-	x	x	x	x
Quinonas	Borntrager	-	-	x	x	x	x
Flavonoides	Shinoda	-	++	x	x	-	+
Antocianidinas	Antocianidinas	-	++	x	x	x	x

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

(-) Negativo; (+) Leve presencia; (++) presencia; (+++) Alta presencia; (x) no se realizó.

En la **tabla VIII**, se muestra los resultados del tamizaje fitoquímico realizado a los diferentes extractos de la corteza y semilla variedad amarga del achotillo, demostrando la presencia de los siguientes metabolitos secundarios.

En el ensayo de Catequinas resulto positiva para el extracto etanolico de la semilla amarga, presentando una mancha verde carmelita a la luz UV, indicando un ensayo positivo, siendo las catequinas un antioxidante poli fenólico.

El estudio de alcaloides, se encuentran dentro del grupo de la reacciones de precipitación. La reacción de Dragendorff produce sales de los alcaloides precipitados coloreados, siendo el bismuto el elemento central y principal del

reactivo mencionado para luego interactuar electrostáticamente con dos moléculas de alcaloides protonadas, por tanto esta reacción se presenta positiva en el extracto acuoso de la semilla y cascara del *Nephelium lappaceum* L. por la formación del precipitado.

La prueba con el reactivo de sudan el cual nos muestra la presencia de compuestos grasos, se muestra positiva solo en los extractos etéreos de la corteza y semilla del *Nephelium lappaceum* L. por la formación de una película fina coloreada de rojo en la superficie del extracto.

El reactivo de Liebermann-burchard, el extracto etéreo y en el extracto etanólico se extrajo mayor cantidad de Triterpenos, dada por la intensidad de coloración roja observada, en dichos extractos. Este ensayo es común de los Triterpenos y esteroides que presentan dos dobles enlaces conjugados, en un mismo anillo, en dos anillos adyacentes o un doble anillo adyacente con un grupo hidroxilo.

La determinación de azúcares reductores resultó positiva en los extractos etanólicos y extractos acuosos de la corteza y semilla del achotillo. En el ensayo se utilizó diferentes reactivos llamados Fehling A, que es una solución acuosa de sulfato de cobre II y el Fehling B que contiene hidróxido de sodio y potasio, en donde este último forma un quelato con el Cu^{2+} y evita que este ion sea precipitado por los iones hidróxidos. Al mezclarlos, se forma el tartrato de cobre II, el cual va a reaccionar con la forma abierta del azúcar reductor.

En el ensayo de saponinas resultó positivo en los extractos acuoso y etanólico solo de la cascara del Achotillo. Siendo las saponinas un grupo de glucósidos amorfos coloidales hidrosolubles que producen espuma cuando se agita estos se consideran excelentes agentes emulsionantes.

El cloruro férrico para taninos, resultó positivo solo en los extractos acuosos y etanólicos de la cascara. El extracto etanólico de la cascara presentó una coloración azul mientras que el extracto acuoso de la cascara se observó una coloración verde. Considerando el fundamento, estos dan una coloración verde con la presencia de catecoles y una coloración azul con derivados del pirogalol, la diferencia es que el pirogalol presenta un grupo hidroxilo el cual intensifica la coloración. La cual se puede diferenciar los taninos hidrolizables y

condensados según el color, los taninos hidrolizables dan coloración azul negruzco y los taninos condensados dan precipitados verdes-pardos.

La ninhidrina empleada para determinar aminoácidos y aminos libres, se logró observar solo en el extracto etanólico de la semilla por su intensidad de coloración azul-violeta. Los aminoácidos libres constituyen un grupo de aminoácidos no proteicos.

El reactivo de Shinoda, para determinar Flavonoides, resultó positivo en el extracto acuoso y etanólico de la cascara del Achatillo. Esta reacción nos permite distinguir algunos tipos flavonoides: las flavonas presentan una coloración naranja, roja cereza con los flavonoles, violeta con flavanonas. Se observó tanto en el extracto acuoso y etanólico presentaron una coloración naranja dando positivo para flavonas.

En el ensayo para Antocianidinas resultó positivo en el extracto etanólico de la cascara del achotillo, estos se consideran hidrosolubles; en su mayoría este metabolitos dan la coloración respectiva a flores y frutos.

IV.5 Análisis organoléptico

Tabla IX: Características organolépticas de los Extractos de la corteza y semilla amarga del achotillo (*Nephelium lappaceum L.*).

Extractos		Características			
		Olor	Color	Aspecto	Textura
Corteza/semilla	Etanólico	Aliáceo	Marrón fuerte	Líquido	Presencia de precipitado
	Etéreo	Aliáceo	Marrón fuerte	Líquido	Presencia de precipitado
	Acuoso	Amargo	Marrón fuerte	Líquido	Presencia de precipitado

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **tabla IX**, nos detalla las características organolépticas de los extractos de la semilla y corteza del achotillo, donde se presenta en estado fresco con un olor característico amargo, los tres presentan la misma coloración marrón con un aspecto líquido, teniendo en cuenta la formación de precipitados.

IV.6 Cuantificación de fenoles totales

Se realizó la cuantificación de fenoles totales solo en el extracto etanolico de la corteza amarga del achotillo, debido a que los resultados obtenidos en el tamizaje fitoquímico nos indican que la corteza del *Nephelium lappaceum* presenta una elevada presencia de fenoles.

Tabla X: Lectura de las absorbancias mediante el método espectrofotométrico

MUESTRA	ABSORBANCIA
Extracto etanolico e corteza amarga de achotillo	1,2383
	1,2383
	1,2391

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

Tabla XI: Resultado del contenido de fenoles totales en la corteza del achotillo (*Nephelium lappaceum* L.).

	CONCENTRACIÓN
Total	1.176 mg/ml
D.S	0,0001
C.V	0,05

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **tabla XI**, se observa que el extracto etanolico de la cascara de *Nephelium lappaceum* L. contiene 1.176 mg de fenoles totales expresados como Acido Gálico, determinados por el método Folin-Ciocalteu. Donde la cuantificación se llevó a cabo mediante espectrofotometría UV/Visible a 765nm (longitud de onda).

IV.7 Cuantificación de flavonoides totales

Se realizó la cuantificación de flavonoides totales solo en el extracto etanolico de la corteza amarga del achotillo, debido a que los resultados

obtenidos en el tamizaje fitoquímico nos indican que la corteza del *Nephelium lappaceum L.* presenta una elevada presencia de dicho metabolito.

Tabla XII: Lectura de las absorbancias mediante el método espectrofotométrico.

MUESTRA	ABSORBANCIA
Extracto etanolico de corteza amarga de achotillo	2.9597
	3.1351
	3.3113

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

Tabla XIII: Resultado del contenido de flavonoides totales en la corteza del Achotillo (*Nephelium lappaceum L.*).

	CONCENTRACIÓN
Total	0.5584 mg/ml
D.S	0,031
C.V	5.6 %

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **tabla XIII**, se observa que el extracto etanolico de la cascara de *Nephelium lappaceum L.* contiene 0.5584 mg/ml de flavonoides expresados como Quercetina. Donde la cuantificación se llevó a cabo mediante espectrofotometría UV/Visible a 415nm (longitud de onda).

IV.8 Cromatografía Capa Fina

Tabla XIV: Resultado de la Cromatografía en Sílice gel de la corteza del Achotillo (*Nephelium lappaceum L.*).

MUESTRA	FRENTE DE LA	FRENTE DEL	RF	OBSERVACIÓN

	MUESTRA	SOLVENTE		
Extracto etanolico corteza amarga de achotillo	6 cm	8 cm	0,75	Se identificó una banda de color verde

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

La **tabla XIV**, muestra los resultados de la cromatografía por capa fina, la cual se evidencio una franja de fluorescencia verde al ser expuesta por ácido sulfúrico al 50% en etanol y posteriormente a la cámara de luz ultravioleta, la coloración es característica para la presencia de terpenos.

IV.9 Índice de refracción

Tabla XV: Resultado del Índice de Refracción en la semilla del Achotillo (*Nephelium lappaceum L.*).

MUESTRA	I.R DETERMINADA	I.R CORREGIDA
Compuesto graso de la Semilla amarga	1.4656	1.4605

Elaborado por: (Bulgarin & Loor, 2017)

En la **tabla XV**, se encuentran los resultados de la lectura del índice de refracción correspondiente al compuesto graso de la semilla amarga del achotillo que fue 1.4605. Es una cantidad importante al establecer como criterio de calidad e identidad del compuesto. EL índice se encuentra dentro de ciertos límites dados por la Norma CODEX STAN 210-199 (Codex, 2009) para cada aceite por lo que es un indicador de pureza.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se determinó los parámetros de calidad del Achatillo (*Nephelium lappaceum L.*), el cual los resultados obtenidos nos permite proponer los parámetros de calidad de la especie vegetal.

Se demostró con el análisis fitoquímico preliminar la presencia de metabolitos activos tales como alcaloides, saponinas, aminoácidos, taninos, flavonoides presentándose en mayor cantidad compuestos grasos, azúcares reductores y Triterpenos. En la corteza amarga de la especie estudiada presenta flavonoides en una concentración de 0.5584 mg/ml y fenoles en una concentración de 1.176 mg/ml.

Se analizó los componentes del extracto etanólico de la corteza por medio de Cromatografía Capa Fina, el cual presentó una coloración verde fosforescente indicando la presencia de Terpeno.

RECOMENDACIÓN

Realizar estudios de la misma especie vegetal (*Nephelium lappicum L.*), en diferentes estaciones del año, dado que la producción del achotillo se presenta en dos estaciones del año.

Se recomienda profundizar estudios de los metabolitos activos más sobresalientes que se encuentran en la especie vegetal (*Nephelium lappicum L.*).

Efectuar estudios que demuestren acción farmacológica por medio de ensayos preclínicos de los metabolitos activos más sobresalientes presentes en la especie vegetal (*Nephelium lappicum L.*).

BIBLIOGRAFÍA

- Ahperambután. (2006). Rambután. Boletín Rambután. Recuperado de http://www.fhia.org.hn/downloads/diversificacion_pdfs/br2octubre2006.pdf
- Anthropogen., (2008). Sapindaceae, Nephelium lappaceum, Rambutan, Mamon chino. Recuperado por: <https://anthrome.wordpress.com/2008/09/28/sapindaceae-nephelium-lappaceum-rambutan-mamon-chino/>
- Arias, M. Calvo, I. (2016). El Cultivo De Rambután O Mamón Chino. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00353.pdf>
- Bhat, R.S., Al-dahian, S., (2014). Antimicrobial Activity oh Linchi chinensis and Nephelium lappaceum L. aqueous seed extract against some pathogenis bacterial strains. J.King Saud Univers. Sci.26,79-82.
- Celec, (2015). Manual de Flora del area del Multiproposito Baba. <https://www.celec.gob.ec/hidronacion/images/stories/pdf/manual-de-flora.pdf>
- Codex, (2005). NORMA PARA EL RAMBUTÁN (CODEX STAN 246-2005). Recuperado de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/zh/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2B246-2005%252FCXS_246s.pdf.
- Depannemaeker, P. (2016). Wikimedia Commons. *Nephelium lappaceum* recuperate de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rambutan_\(Nephelium_lappaceum_L\);_fruiting_branch_and_separ_Wellcome_V0042699.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rambutan_(Nephelium_lappaceum_L);_fruiting_branch_and_separ_Wellcome_V0042699.jpg).
- Enriquez, F.A., Prieto, E.P., (2007). Estudio Farmacognostico y Fitoquimico del Rizoma de Zingiber officinales R. “Jengibre” de la Ciudad de Chanchamayo – Region Junin - Peru. Recuperado por: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4770/Enriquez%20Flores%20Andres%20Manuel%202007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Fraire, V.G. 2001. El Rambután: Alternativa para la producción frutícola del tropico humedo de México. Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas, México, CIRPS-INIFAP. 2001 pág. 36.
- FHIA. (2006). Manual para el cultivo y propagación de rambután en Honduras. La Lima : s.n., 2006. Pág. 61.
- Giler, M. (2013). Lixiviación de la semilla de rambután como método de extracción de aceite, análisis y caracterización de la misma para su uso industrial. Previo a la obtencion del titulo de ingeniero quimico. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Hernandez, C. (2016). Extraccion y Cuantificacion de compuestos fenólicos en cascaras de rambutan (*Nephelium lappaceum*) para la impementacion en la industria alimenticia como una infusión (bebida funcional). Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7775>
- Lim. T. K. (2013). Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 6, Fruits, *Nephelium lappaceum*, pp. 62-63.
- Marinez, J. (2010). Lichi vs Rambután. Cali, Colombia.: Foro de Plantas. Recuperado de <http://foro.portalplantas.com/plantas-en-general/4672-lichi-vs-rambutan.html>
- Miranda, M; Cuellar, A. (2000). Manual De Practicas De Laboratorio De Farmacognosia Y Productos Naturales. Cuba.
- Moreno, E.(2013). Efectos de Practicas Agronomicas en la Calidad Pstcosecha de Frutos de rambuton (*Nephelium lappaceum* L.) recuperado de: <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2013062810128153.pdf>
- Morton, J. (1987). Rambutan. p. 262–265. In: Fruits of warm climates. Recuperado de <https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/rambutan.html>
- Muhtadi, Primariant, A.V., Sojono, T.A., (2015). Antidiabetic activity of durian (*Duriozibethinus murr.*) and Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) fruit peel in alloxan diabetic rats. *Proc. Food Sci.* 3, pp. 255-261.
- Ong, P., Acree, T., Lavin, E., (1998). Characterization of Volatiles in Rmbuan Frit (*Nephelium lappaceum* L.). *Journal for Agricultural Food Chemistry*. 1998.

Págs. 611-615. Vol. 46.

- Okonogi, S., Duangrat, C., Anuchpreeda, S., Tachakittirungrod, S., Chowwanapounpohn, S., (2007). Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. *Food Chem.* 103, pp. 839-846.
- Palacios, M. Metabolitos Primarios Y Secundarios Universidad Católica "Los Ángeles De Chimbote". Escuela De Farmacia Y Bioquímica. Recuperado de http://files.selvafarma.webnode.es/200000192-6def76ee8d/TEMA_04.pdf
- Palanisamy UD Ling L.T., Manaharan T., Appleton D. (2011). Rápido aislamiento de Geraniina del *Nephelium lappaceum* L. De la basura de la corteza y su antihiper glucemiante actividad. *Food Chem.* 127 (1): pp.21-27.
- Pohlan, J. y J. Borgman. (1999). Memoria Diplomática Internacional en Fruticultura Sostenible. Tapachula: Talleres de Nacional Grafica, 1999. Págs. 259.
- Ramírez. T, Ch. Alix y a. Rafie. (2003). Guía para la propagación del rambután en Honduras. S.I.: FHIA, 2003
- Ragasa CY, De Luna R.D., Cruz WC., Rideout JA. (2005). Monoterpene lactones from the seed of *Nephelium lappaceum* L. *J Nat Prod.* 68 (9): 1394-1396.
- Romero, M. (2017). Efectos de producción Químicos y Orgánicos para el control de cochinilla Harinosa, (*Dymicoccus brevipes*, *Pseudococcidae*) en rambután nuevo progreso San Marcos. Universidad Rafael Landívar, Coatepeque-México.
- Rodrigues, S., Silva O.E., Brito, E.S., (2018). Exotic Fruits. Academi Press. Elsevier. pp. 371-374.
- Ruiz, M. (2007). Rambután. Guía práctica para la exportación a EEUU. Consultado el 9 enero de 2018. Recuperado de <http://repiica.iica.int/docs/b3465e/b3465e.pdf>
- Salazar, M., Holguín G.V., Quito M.M., Gonzales V.H., (2010). Proyecto para la exportación Rambutan (Achotillo) a la comunidad económica europea. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10083/1/Proyecto%20para%20la%20exportaci%C3%B3n%20de%20Rambutan%20%28Ac>

hotillo%29.pdf

- Solís - Fuentes, J.A., Camey – Ortiz, G., Hernández – Mendel, M.D.R., Pérez – Mendoza, F., Duran – de – Bazua, C., (2010). Composition phase behavior and Thermal stability of natural edible fat from Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed. *Bioresour. Technol.* 101, 799-803.
- Sirisompong. W., Jirapokkol, W., Klinkersorn, U., (2011). Response surface optimization and characteristics oh Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) kernel fat by hexane extraction. *L. WT- Food Sc. Technol.* 44, 1946-1951.
- Shao T. (2015). Philippine Medicinal Plants. Recuperado de <http://www.stuartxchange.org/Rambutan>
- Tindall, H. (1994). Rambutan cultivation. Food and agriculture Organization of the United Nations. Plant production and protection paper 121. Rome: s.n.,1994 pág. 185.
- Thitilertdech N., Teerawutguhag A., Rakariyathan N.(2008). Antioxidante and antibacterial activite of (*Nephelium lappaceum* L.). extracr. *LWT-Food Part. Sci Technol.* 4(10): 2029-2035.
- Vargas, A. (2003). Descrpción morfológica y nutricional del fruto de rambután (*Nephelium lappaceum* L.), *Agronomia Mesoamericana.* 2003. Págs. 201-206. Vol. 14.
- Villon, S. (2013). Estudio de la Producción y Comercialización del Achetillo (*Nephelium lappaceum*) con fines de Exportación. Reuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec>.
- Wan Nur Hidayat WS., Ridwan AW., Azamn S.(2011). Promising effect of *Nephelium lappaceum* L. rind extract as cancer chemopreventive agent ythrough apoptosis and cell cycle arrest mechanisms on human ostersarcoma cells. *UMTAS 2011: Empowering Science. Technology and Innovation Towards a Better Tomorrow*, pp 163-169.

ANEXOS

ANEXOS



Figura 7 Recolección del fruto de la planta (*Nephelium lappaceum L.*)



Figura 8. Obtención de extractos



Figura 9. Obtención de Compuesto Graso.

TAMIZAJE FITOQUÍMICO



Figura 10. Identificación de aminoácidos y aminas



Figura 11. Identificación de lactona

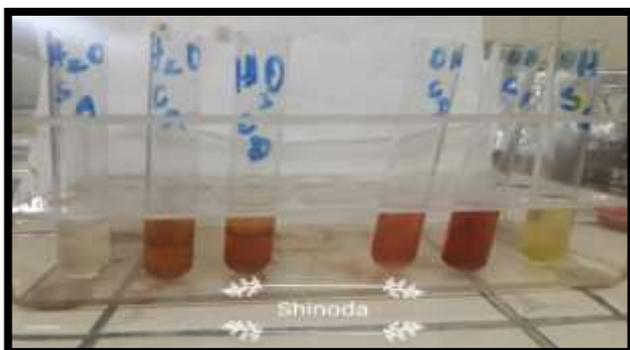


Figura 12. Identificación de flavonoides



Figura 13. Identificación de resina



Figura 14. Identificación de quinonas



Figura 15. Identificación de antocianinas



Figura 16. Identificación de Compuestos grasos



Figura 17. Identificación de saponinas

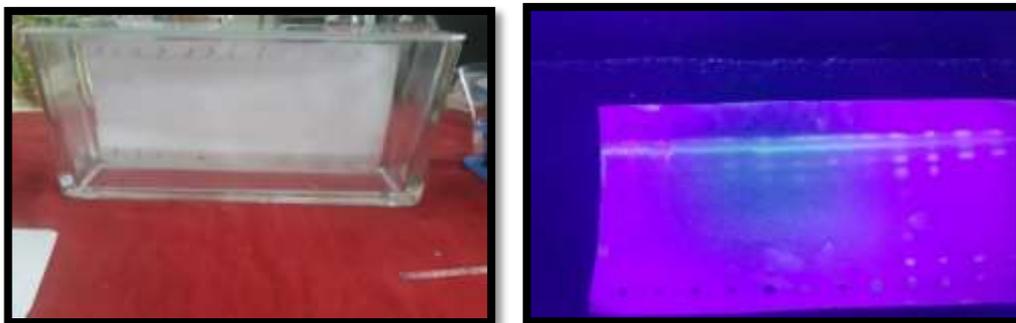


Figura 18. Cromatografía por capa fina

INDICE DE REFRACCIÓN

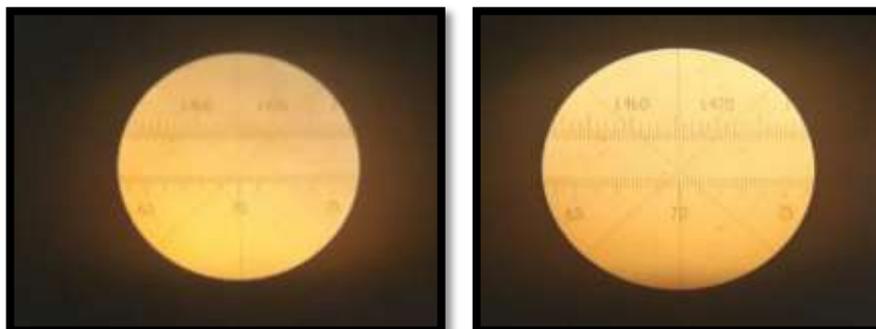


Figura 19. Índice de refracción del compuesto graso de la semilla



Figura 20. Determinación de flavonoides **Figura 21.** Determinación de Fenoles