

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**



TITULO:

**“ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE SEIS MADERAS
COMERCIALES USADAS EN LA INDUSTRIA FORESTAL
DE DIFERENTES DENSIDADES BÁSICAS DE LA ZONA LA
MORADA - HUÁNUCO”**

TESIS

Para optar al título de:

**INGENIERO EN CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES
MENCIÓN FORESTAL**

Presentado por:

Bach. PANDURO PELAEZ, Enmanuel

Tingo María - Perú

2010

F60

P23

Panduro Pelaez, Enmanuel

Análisis Fitoquímico de seis Maderas Comerciales Usadas en la Industria Forestal de Diferentes Densidades Básicas de la Zona la Morada - Huánuco. Tingo María, 2010

61 h.; 7 cuadros; 36 fgrs.; 18 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

ANALISIS FITOQUIMICO / INDUSTRIA FORESTAL / DENSIDADES /
METABOLITOS SECUNDARIOS / ESPECIES FORESTALES / TINGO
MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 01 de Julio de 2010, a horas 7:00 a.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales renovables, para calificar la tesis titulada:

“ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE SEIS MADERAS COMERCIALES USADAS EN LA INDUSTRIA FORESTAL DE DIFERENTES DENSIDADES BÁSICAS DE LA ZONA LA MORADA - HUÁNUCO.”

Presentado por el Bachiller: **ENMANUEL, PANDURO PELAEZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “MUY BUENO”.

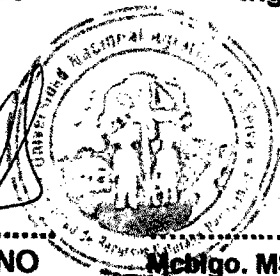
En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTAL, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 13 de Julio de 2010

Ing. M.Sc. JOSE KALION GUERRA LU
Presidente

Ing. MANUEL BRAVO MORALES
Vocal

Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
Vocal



M.Sc. CÉSAR SAMUEL LÓPEZ LÓPEZ
Co Asesor

DEDICATORIA

**A DIOS por su amor infinito, Incondicional y
eterno en todos los momentos de mi vida**

**A mis padres Wellington y Rosa Luz por su
eterno amor, apoyo incondicional,
formación de vida y profesional**

**A mis hermanos Wellington Ricardo y Carlos
Alberto**

**A mis abuelos Wilson, Felicitaz, Ricardo y
María**

**A mis tíos Edwin, Williams, Coilé, Edgar, Maria,
Gladiz, Vilma, Morayma, Elias,
Willy, a la memoria de mis tías Mirtha y
Hermelinda**

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento:

Al Ing. MSc. Margarita Suárez Alvitez, por su estímulo, consejos y ayuda profesional en todo momento.

Al Ing. MSc. Tania Guerrero Vejarano y Mtblgo. MSc.. Cesar Samuel López López, por el asesoramiento como el apoyo científico a este presente trabajo de investigación.

Al Ing. MSc. Lucio Manrique de Lara, decano de la Facultad de Recursos Naturales Renovables

Al Ing. Manuel Bravo Morales, por los sabios consejos que me brindo en esta casa de estudios desde mis inicios en mi formación profesional.

A mis mejores amigos Bach. Josseph Joel Canchanya Quispe, Bach. Baldomero Alfonso Nuñez Alejos, Bach. Rosario Salazar Minaya y la estudiante universitaria Leslie Vanessa Castillejos Saravia, por su sincera amistad y gran aporte experimental en el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

A mis profesores de la Facultad de Recursos Naturales Renovables a quienes debo mi formación profesional, para ellos mi eterno reconocimiento.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción.....	1
1.1. Hipótesis.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
II. Revisión de literatura.....	4
2.1. Importancia de los metabolitos secundarios.....	4
2.2. Metabolitos secundarios.....	5
2.2.1. Polifenoles.....	7
2.2.2. Leucoantocianinas.....	8
2.2.3. Flavonoides.....	11
2.2.4. Quinonas y antraquinonas.....	13
2.2.5. Saponinas.....	14
2.2.6. Glicósidos cardiotónicos.....	15
2.2.7. Cumarinas.....	16
2.2.8. Lactonas terpénicas.....	17
2.2.9. Esteroides y/o triterpenoides.....	18
2.2.10. Alcaloides.....	19
2.3. Descripción de la especie en estudio y su utilidad en la industria.....	20
2.3.1. Huairuro.....	20
2.3.1.1. Descripción.....	20
2.3.1.2. Usos.....	21

2.3.1.3.Fitoquímica	21
2.3.2.Vilco pashaco.....	22
2.3.2.1.Descripción	23
2.3.2.2.Usos	23
2.3.3.Shihuahuaco	23
2.3.3.1.Descripción	24
2.3.3.2.Usos	24
2.3.4.Cedro	25
2.3.4.1.Descripción	25
2.3.4.2.Usos	25
2.3.4.3.Fitoquímica	26
2.3.5.Caoba	27
2.3.5.1.Descripción	27
2.3.5.2.Usos	27
2.3.6.Cetico.....	28
2.3.6.1.Descripción	28
2.3.6.2.Usos	28
2.4. Influencia de la densidad básica en la madera.....	31
III. Materiales y métodos.....	32
3.1.Lugar de ejecución.....	32
3.2.Descripción del área donde se extrajo la muestra	32
3.2.1.Clima.....	32
3.2.2.Suelo.....	33
3.2.3.Flora.....	33

3.2.4.Fauna.....	34
3.2.5.Hidrografía	34
3.2.6.Fisiografía	35
3.2.7.Zonas de vida	35
3.3.Materiales y equipos.	36
3.3.1.Material biológico	36
3.3.2.Material de campo y transformación	36
3.3.3.Material de laboratorio	36
3.3.4.Reactivos utilizados en el análisis fitoquímico.....	37
3.3.5.Equipos	38
3.4.Metodología	38
3.4.1.Recolección y preparación de las muestras frescas	38
3.4.2.Definición de la zona del árbol	39
3.4.3.Tamizado de muestras.....	39
3.4.4.Reconocimientos de metabolitos secundarios	40
3.4.4.1.Reconocimiento de alcaloides	40
3.4.4.2.Reconocimiento de flavonoides, leucoantocianidinas	40
3.4.4.3.Reconocimiento de saponinas, esteroides y/o triterpenoides y	
quinonas	41
3.4.5.Diseño experimental	43
IV.Resultados y discusión	45
4.1.Determinación cualitativa de alcaloides	45
4.2.Determinación cualitativa flavonoides	46
4.3.Determinación cualitativa quinonas	47

4.4.determinación cualitativa triterpenos.....	49
4.5.Determinación cualitativa saponinas.....	51
4.6.Determinación cualitativa leuco antocianinas	52
V.Conclusión.....	54
VI.Recomendaciones.....	56
VII.Abstract	57
VIII.Referencias bibliográficas.....	58
IX.Anexos.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Grupos de densidades para maderas.....	31
2. Presencia de alcaloides en especies maderables	45
3. Presencia de flavonoides en especies maderables	46
4. Presencia de quinonas en especies maderables.....	48
5. Presencia de triterpernos en especies maderables	49
6. Presencia de saponinas en especies maderables	51
7. Presencia de leuco antocianinas en especies maderables.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estructura genérica de polifenoles como Taninos, flavonoides y cumarinas son de mayor presencia en un vegetal.	7
2. Estructura de un tanino	9
3. Estructura de un flavonol (quercetina)	12
4. Estructura de una quinona	13
5. Estructura de una saponina	15
6. Estructura de un cardenólido	16
7. Estructura de una cumarina (Umbeliferona)	17
8. Estructura de una lactona terpénica.....	17
9. Estructura de un triterpenoide y un esteroide	19
10. Estructura de un alcaloide.....	20
11. Estratos del árbol maduro consideradas para el estudio	39
12. Extracción de muestra	62
13. Aserrado de muestra.....	62
14. Secado de muestras	63
15. Aserrado de tabla para la obtención de viruta y/o aserrín.....	63
16. Colección de viruta y/o aserrín.....	64
17. Muestra de viruta y/o aserrín	64
18. Almacenamiento de muestras.....	65
19. Muestras almacenadas en bolsas.....	65
20. Distribución de muestras para el molino y/o estufa.....	66
21. Secado de muestras en estufa	66

22. Molido de muestras.....	67
23. Supervisión técnica de los miembros del jurado	67
24. Tamizado de muestras.....	68
25. Selección de soluciones para preparar los reactivos	68
26. Cuantificación de soluciones.....	69
27. Preparación de reactivos	69
28. Materiales y/o insumos	70
29. Succionador para pipeta	70
30. Probetas a baño maría.....	71
31. Reconocimiento de leucoantocianinas de la especie huairuro y shihuahuaco	71
32. Reconocimiento de leucoantocianinas de la especie cedro y caoba.....	72
33. Reconocimiento de leucoantocianinas de la especie pashaco y cetico	72
34. Reconocimiento de quinonas de la especie en estudio.....	73
35. Reconocimiento de alcaloides de las especies huairuro y shihuahuaco	73
36. Reconocimiento de alcaloides de las especies cedro y caoba	74

RESUMEN

Los metabolitos secundarios provenientes de maderas de densidades básicas medias y altas no es muy descrita en el mundo forestal con la finalidad de conservar especies forestales de baja densidad básica, el estudio de este trabajo de investigación es brindar datos específicos para especies que vienen siendo utilizadas en las industrias forestales y los residuos son desechados y no aprovechados. Las maderas de densidades básicas altas contienen datos de metabolitos secundarios que tienen la propiedad de conservar maderas de densidades básicas bajas es por eso que los datos descritos en esta investigación es para promover el estudio y brindar datos sobre metabolitos existentes en las especies mencionadas en este volumen de tesis. Es así que se recomienda el estudio en valorización de estos metabolitos aplicados a maderas de densidades básicas bajas, para que tenga un alto valor comercial en el mercado forestal como madera aserrada.

I. INTRODUCCIÓN

La madera ha sido siempre para el hombre uno de los principales recursos naturales y actualmente gracias a la tecnología moderna sirve para muchos más usos de los que pudieron soñarse siglos atrás. Las maderas como tal se usan extensamente en las industrias forestales pero se desconoce el tipo de metabolitos secundarios presentes en ellas que les dan propiedades de conservación y durabilidad natural.

Debemos considerar que básicamente las especies maderables de baja densidad que son de crecimiento rápido, sin embargo no son adecuadas para trabajos de carpintería por su poca durabilidad en cambio las especies de media y alta densidad son de crecimiento lento son fuertes o duraderos debido a la presencia de diversos metabolitos secundarios que le dan esas características. Desde el punto de vista químico los metabolitos secundarios de carácter fenólico dan resistencia a la madera principalmente contra los patógenos y hacia problemas relacionados con sus propiedades de secado y preservación, por lo que la presencia de estos componentes hacen la diferencia en éstos tipos de maderas que se utilizan en industrias forestales,

desconociéndose exactamente que tipos de metabolitos secundarios se presentan y que relación establecen con respecto a las densidades básicas de dichas maderas, no existiendo hasta la fecha estudio que relacione fehacientemente el tipo de metabolito y la densidad de la especie que lo posee. Ante esto surge la siguiente interrogante: ¿Qué tipo de metabolitos secundarios presentan seis especies maderables de diferentes densidades básicas de la zona la Morada?

La importancia de la presente investigación es conocer cualitativamente los tipos de metabolitos secundarios que existen en seis especies maderables e identificar cual de estos metabolitos se presentan en maderas de media y alta densidad básica (valiosas) y cuáles en madera de densidad básica baja (no valiosas), teniendo en cuenta que existen árboles con fuste deformado y una gran cantidad de residuos de maderas valiosas que no son aprovechados en la industria forestal, es por ello que la extracción de estos metabolitos secundarios de las maderas valiosas se podrá utilizar como sustancias químicas en trabajos de secado y preservado para maderas no valiosas así poder darle un mayor valor económico a estos tipos de madera.

1.1. Hipótesis

Las seis especies maderables presentan metabolitos secundarios de carácter fenólico como Alcaloides, flavonoides, poliferos, triterpenos, quinonas, antocianidinas, leuco antocianidinas, taninos, etcetera, variando cualitativamente con relación a su densidad básica.

1.2. Objetivos

1.2.1. General

Determinar los tipos de metabolitos secundarios que presentan seis especies maderables de diferentes densidades básicas, de la zona de La Morada.

1.2.2. Específicos

- Determinación de alcaloides
- Determinación de flavonoides
- Determinación de triterpenos
- Determinación de quinonas
- Determinación de saponinas
- Determinación de leuco antocianinas

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de los metabolitos secundarios

VILLACIDE (2009), las defensas químicas actúan ahuyentando a la plaga o intoxicándola. La intoxicación puede resultar letal para la plaga o puede afectar su desarrollo o impedir su reproducción. Estas defensas están representadas principalmente por compuestos producidos por el metabolismo secundario, o sea aquellos que no son esenciales para el normal funcionamiento de las plantas, sino que cumplen funciones complementarias para mejorar sus chances de supervivencia y reproducción.

Entre ellos encontramos algunos altamente específicos y que poseen un gran efecto a bajas concentraciones (por ejemplo alcaloides, glicósidos cianogénicos y otros compuestos nitrogenados), por lo que se denominan defensas cualitativas, pero que están presentes mayormente en herbáceas. Entre los árboles encontramos más frecuentemente compuestos carbonados de espectro más generalista (por ejemplo terpenos y polifenoles), y que tienen efectos dependientes de la dosis, por lo que se los considera defensas cuantitativas. Los mecanismos de defensa también pueden clasificarse en resistencias preformadas o inducidas.

En el primer caso entran todos los mecanismos de resistencia física y aquellos de resistencia química dados por la presencia permanente de los compuestos activos en las concentraciones adecuadas de defensa.

La mayoría de los mecanismos de defensa de los árboles entran en este grupo. En algunas especies la alta concentración de ciertos metabolitos secundarios que cumplen funciones de defensa preformada permite el aprovechamiento industrial de los mismos. Inclusiones menores (extractivos y/o metabolitos secundarios, entre 1% -10%, del peso seco de la madera):

- Resinas
- Elastómeros (gomas)
- Grasas
- Aceites
- Azúcares
- Almidones
- Alcaloides
- Taninos

Determinan propiedades no estructurales: color, olor, sabor, durabilidad.

2.2. Metabolitos secundarios

Según MARINI y BETTOLO (1981), son los compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de

forma que su ausencia no es fatal para la planta, ya que no intervienen en el metabolismo primario de las mismas. Los metabolitos secundarios de las plantas intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente, cumplen funciones de defensa.

SANTIZO (2004) menciona que desempeñan un papel clave en la bioquímica de las plantas, ya que actúan como:

- Reguladores y mensajeros
- Protegen a la planta de parásitos y enfermedades
- Son muy importantes para la fertilización
- Llevan información inter-celular y se relacionan con la respuesta hormonal de la planta.

La composición química de los metabolitos secundarios es muy variada, rica y compleja. Son llamados "El alma de las plantas" ya que representan su "Energía vital" en algunos casos, este es el caso de los aceites esenciales desde el punto de vista químico y a pesar de su composición compleja se pueden clasificar de acuerdo con los componentes mayoritarios.

Los ricos en sesquiterpenos son los aceites esenciales sesquiterpénicos (por ej. copaiba, pino, junípero, etc.). Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides (por ej. clavo, canela, anís, etc.). Aunque esta clasificación es muy general resulta útil para estudiar algunos aspectos fitoquímicos de los monoterpenos, los sesquiterpenos y los

fenilpropanos, sin embargo existen clasificaciones más complejas que tienen en cuenta otros aspectos químicos (SANTIZO, 2004).

2.2.1. Polifenoles

Generalmente todos los vegetales, como producto de su metabolismo secundario normal, son capaces de biosintetizar un elevado número de compuestos fenólicos algunos de los cuales son indispensables para sus funciones fisiológicas, otros son de utilidad para defenderse ante situaciones de estrés (hídrico, luminoso, etc). A pesar de que todos ellos presentan una estructura fenólica (núcleo aromático que contiene un grupo hidroxílico libre o sustituido) se diferencian de otros compuestos, que también poseen esta estructura, en su origen biosintético (SANTIZO, 2004).

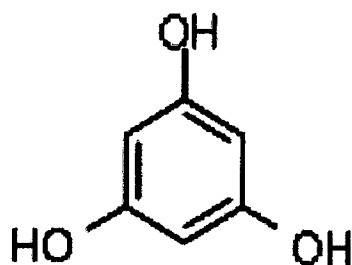


Figura 1. Estructura genérica de polifenoles como Taninos, flavonoides y cumarinas son de mayor presencia en un vegetal.

PALAZON (2010) reporta que los polifenoles desempeñan importantes funciones fisiológicas en los vegetales, en general y debido a su condición de polifenoles se oxidan con mucha facilidad y actúan como antioxidantes. También de una forma bastante general, los fenoles actúan como inhibidores del crecimiento de las plantas, aunque se han encontrado

algunas estructuras, que de forma específica lo activan, al inhibir la degradación de una hormona vegetal que es la auxina. Particularmente, las semillas acumulan importantes cantidades de fenoles en sus cubiertas que actúan como un filtro para que el oxígeno no llegue al embrión, inhibiendo su germinación.

Además, como hemos indicado los fenoles suelen acumularse en las capas más superficiales de los vegetales y captan hasta el 90% de las radiaciones UV, impidiendo los efectos nocivos de estas radiaciones en los tejidos internos de la planta. Pero las acciones más características de estos compuestos son establecer relaciones químicas de las plantas con su entorno. También los fenoles protegen a las plantas generando sabores (principalmente amargos) o texturas (los taninos) que resultan desagradables para los herbívoros, por lo que este tipo de animales se nutren de otras plantas.

2.2.2. Leucoantocianinas

Las leucoantocianinas son compuestos polifenólicos, más o menos complejos, de origen vegetal, masa molecular relativamente elevada, capaces de formar uniones estables con las proteínas y otros polímeros como la celulosa y la pectina, por tal motivo se han venido utilizando industrialmente para curtir cueros e inhibir algunas enzimas. Debido a su toxicidad se piensa que las leucoantocianinas juegan un papel importante en los mecanismos de defensa de las plantas (SANTIZO, 2004).

Las leucoantocianinas se les clasifica como hidrolizables (pirogálicos) y condensados (catéquicos). En la figura 2 se aprecia la estructura típica de un tanino.

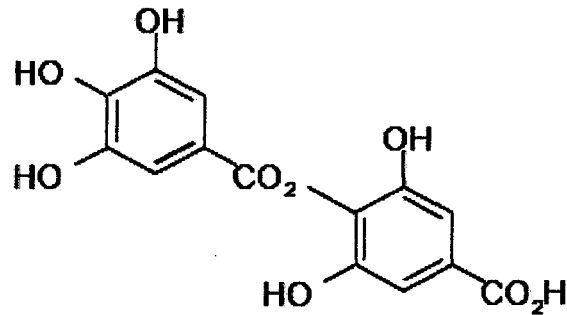


Figura 2. Estructura de un tanino

En general, la presencia de extractos vegetales de la madera, como antioxidantes, grasas, ceras, gomas, etc., tienen desventajas en la trabajabilidad de la maderas lo que impiden buenas adherencias a las pinturas y retardan el secado; cambiando el proceso filmógeno de los recubrimientos, y produciendo films de pobres rendimientos técnicos y acabados de deficiente durabilidad. Pero además de éstos inconvenientes, las leucoantocianinas producen antiestéticas manchas negras, en la madera, pintura y barnices, que ocasionan el deterioro estético y la pérdida del valor decorativo. La cantidad de leucoantocianinas que contiene una madera, varía mucho de una especie a otra, y dentro de la misma especie de una a otra parte de la planta (hojas, corteza, madera o raíces), así como de las zonas más o menos añejas de la madera y también de las circunstancias de vida del árbol. Las maderas ricas en leucoantocianinas contienen cantidades de este extracto que varían entre el 8% y el 12%, pudiendo llegar hasta un 20% (DIEGUEZ, 2010).

Estos generalmente son más abundantes en la parte externa o corteza, mientras aquellos los son en la parte interna o leño. Como producto final de síntesis vegetal, el tanino no tiene ninguna participación en el movimiento vital, presentando sin embargo por su fenoles polivalentes tóxicos a hongos y bacterias, una función desinfectante protectora de la planta contra pudriciones y otros daños de agentes biológicos (DIEGUEZ ,2010).

Al igual que los metabolitos secundarios, no existen evidencias de que las leucoantocianinas tengan una función establecida en los procesos fisiológicos de las plantas.

Sin embargo, su papel en los mecanismos de protección de la planta contra insectos, hongos de pudrición o como agente alelopático es bien reconocido. Las leucoantocianinas reaccionan rápidamente con otras biomoléculas formando productos complejos como las proteínas (estructurales y catalíticas), almidón, sustancias pécticas y celulosas. Así se tiene que el ataque enzimático derivado del metabolismo de hongos o bacterias hospedados en la madera puede ser inactivado o disminuido sustancialmente ante la presencia de leucoantocianinas (GONZALES, 1996).

La principal ventaja de una formulación comercial de preservadores para la madera a base de taninos es la de tipo ecológico con un impacto ambiental reducido durante la preparación y aplicación del tratamiento. Esta alternativa representa consecuentemente, mayor seguridad para el usuario que en los sistemas convencionales. Adicionalmente, como se trata de

un material renovable es independiente de implicaciones económicas y sociales, especialmente de especulaciones en las reservas y abastos petroleros y sus derivados petroquímicos. Su costo relativamente bajo (Aproximadamente cuatro nuevos pesos por kilogramo) es otra importante ventaja marginal. (GONZALES, 1996). Sin embargo, aun quedan muchos estudios por realizar para precisar espectros de acción en aplicaciones específicas, así como determinar el papel que desempeñan las moléculas de leucoantocianinas en dichas aplicaciones.

2.2.3. Flavonoides

Flavonoides es el nombre genérico de un grupo de moléculas generadas por el metabolismo secundario de los vegetales, que, como otros principios activos vegetales, se originan mediante una ruta biosintética mixta en el caso de los flavonoides, a través de la ruta del ácido shikímico y la ruta de los policétidos. Los flavonoides constituyen un amplio grupo de compuestos fenólicos procedentes del metabolismo secundario de los vegetales. Dentro de la amplia gama de efectos que se les atribuye, destacan su acción venotónica, su efecto antioxidante y su capacidad para inhibir diversos procesos enzimáticos relacionados con el sistema vascular (LOPEZ ,2009).

Estos son compuestos ampliamente distribuidos en la naturaleza. Desde el punto de vista químico derivan de la estructura C6-C3-C6, es decir, 2 anillos de benceno unidos por una cadena de tres átomos de carbono. Estos Metabolitos son responsables de muchas coloraciones de las plantas con lo

cual facilitan la polinización; además actúan como reguladores de crecimiento vegetal y como sustancias protectoras frente al ataque de microorganismos. Estos compuestos han sido muy estudiados y se ha podido demostrar que tienen actividad edulcorante, estrogénica, anticancerígena y que disminuyen la fragilidad capilar (YARA, 2006). Para la determinación de este tipo de metabolitos se pueden realizar gran variedad de pruebas, sin embargo la más reconocida es la de Shinoda o reacción de la Cianidina que puede complementarse a través de cromatografía de papel y revelando con luz UV. Una estructura típica de un flavonoide se ilustra en la figura 3.

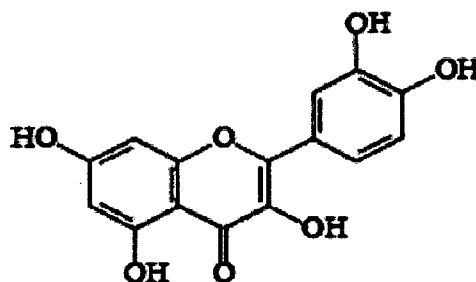


Figura 3. Estructura de un flavonol (quercetina)

MARTÍNEZ (2002), Refieren que desempeñan un papel importante en la biología vegetal; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas. Otras funciones incluyen un papel antifúngico y bactericida, confieren coloración, lo que puede contribuir a los fenómenos de polinización y tienen una importante capacidad para fijar metales como el hierro y el cobre.

Al ser parte fundamental de la biología vegetal, los flavonoides responden a la luz controlando los niveles de las auxinas (hormonas vegetales)

reguladoras del crecimiento del árbol; intervienen en la diferenciación de las plantas y potencian la polinización al conferir coloración (ESCAMILLA, 2009).

2.2.4. Quinonas y antraquinonas

Las quinonas son dicetonas insaturadas que por reducción se convierten en polifenoles fácilmente regeneradas por oxidación, son abundantes en la naturaleza, en el reino vegetal se encuentran tanto en vegetales superiores como en hongos y bacterias. Dependiendo del grado de su complejidad química, si son estructuras monocíclicas, bicíclicas o tricíclicas pueden clasificarse en benzoquinonas, naftoquinonas o antraquinonas. Por sus colores, que van del amarillo al violeta, contribuyen a la pigmentación de numerosos vegetales y de algunos animales (SANTIZO, 2004). El estudio de estas sustancias tiene gran interés en la actualidad por que algunos investigadores han demostrado que poseen una significativa actividad antimicrobiana y antitumoral.

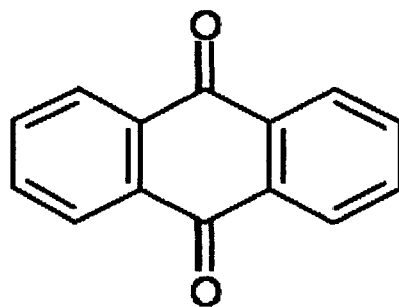


Figura 4. Estructura de una quinona

La identificación de las quinonas conocidas se establece por sus constantes físicas, su comportamiento cromático comparado con muestra auténtica, y mediante métodos químicos y espectroscópicos (OVIEDO, 1977).

Para establecer la estructura de quinonas desconocidas, además de los métodos mencionados será necesaria la preparación de derivados de diferente tipo y empleo de reacciones de síntesis.

2.2.5. Saponinas

Las saponinas son un grupo de glicósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de esta, lo que implica que al sacudir sus soluciones se forma una espuma abundante y relativamente estable. Por hidrólisis las saponinas generan carbohidratos y una aglicona, llamada genéricamente sapogenina (OVIEDO, 1977).

Las esteroidales están ampliamente distribuidas en las plantas y tienen gran importancia por que son el punto de partida para la síntesis química o microbiológica de aproximadamente el 80% de las hormonas esteroidales y si se tiene en cuenta que el 10% de los medicamentos son hormonas esteroidales, es fácil comprender la enorme importancia económica que tienen. Se han realizado trabajos con respecto a su actividad anti-cáncer, acción estimulante uterina, hipotensora y como depresores coronarios.

Para detectar estos compuestos se realizan los ensayos de la espuma, hemólisis de glóbulos rojos, Liebermann-Burchard y cromatografía de capa delgada.

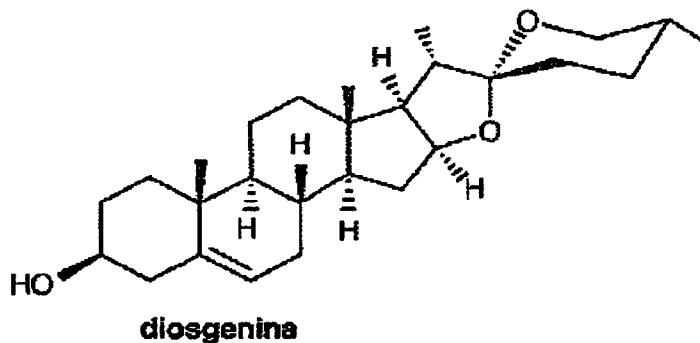
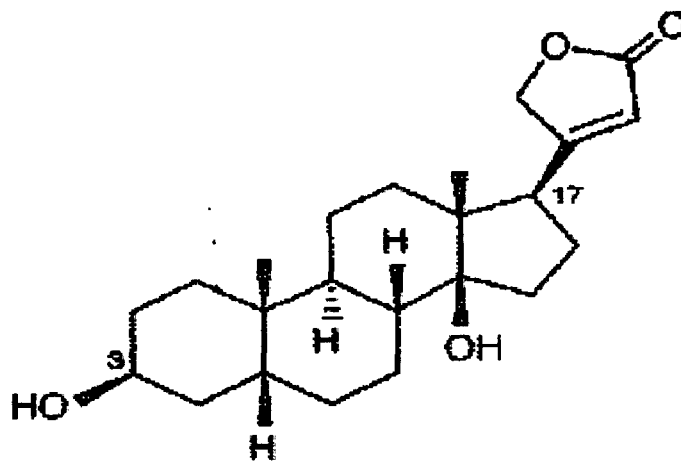


Figura 5. Estructura de una saponina

2.2.6. Glicósidos cardiotónicos

Son sustancias amargas derivadas de los esteroides que tienen acción sobre el corazón; estos compuestos se dan tanto en plantas como en secreciones de ranas y sapos y son de gran utilidad en la defensa contra depredadores, son conocidos por sus propiedades venenosas. Su importancia a nivel industrial es por su acción terapéutica, la que depende del tipo y número de unidades de azúcar y de la estructura del aglicón que posee una lactona unida al C17 18. Para detectar este tipo de compuestos se pueden realizar las pruebas de Baljet, Kedde y Raymond y cromatografía de capa delgada. La digitoxigenina ilustra la estructura de un aglicón derivado de un glicósido cardiaco (YARA, 2006).



digitoxigenina
(cardenólido)

Figura 6. Estructura de un cardenólido

2.2.7. Cumarinas

Con el nombre de cumarinas se conoce a un grupo muy amplio de principios activos fenólicos que se encuentran en plantas medicinales y tienen en común una estructura química de 2H-1-benzopirán-2-ona, denominada cumarina. Sobre esta estructura, que se origina biosintéticamente por lactonización del ácido cumarínico (2-hidroxi-Zcinámico), se disponen sustituyentes de distinta naturaleza química lo que da lugar a distintos tipos de cumarinas: sencillas y complejas. Este metabolito tiene importancia biológica como agente fotosensibilizante de la piel, por su acción anticoagulante, sedante, vasodilatadora, antibacteriana, antifúngica y antihelmíntica. La mejor manera de evidenciar la presencia de cumarinas es realizando un análisis de cromatografía de capa delgada (YARA, 2006).

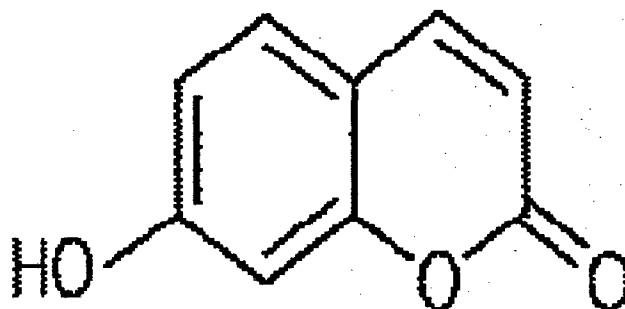


Figura 7. Estructura de una cumarina (Umbeliferona)

2.2.8. Lactonas terpénicas

Son compuestos con 15 átomos de carbono formados a partir del ácido mevalónico por la unión cabeza-cola de tres unidades isoprenoides (2-metilbutadieno -1,3), son poco distribuidas en los vegetales, se encuentran principalmente en las compuestas (Asteraceas). Su grupo principal es un ester cíclico (Figura 8). Se ha demostrado que las plantas que poseen este tipo de compuesto causa dermatitis en humanos y son tóxicos para el ganado. Se han estudiado diferentes actividades biológicas entre ellas, su acción antiprotozoarios, alelopática, antimicrobiana, citotóxica y antitumoral. Se realizan las pruebas de Hidroxamato férrico, ensayo de legal y cromatografía de capa delgada (SANTIZO, 2004).

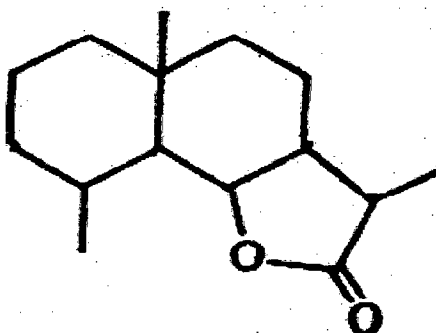


Figura 8. Estructura de una lactona terpénica

2.2.9. Esteroides y/o Triterpenoides.

Los terpenos y los esteroides, elaborados a partir del mismo precursor, constituyen un amplio conjunto de metabolitos secundarios de los vegetales. Todos los terpenos, tienen algo esencial en común: se puede considerar que se forman por el acoplamiento de un número entero de unidades pentacarbonadas ramificadas, derivadas de 2-metil butadieno²⁰.
Figura 9. La principal fuente de los compuestos terpenoides son lo aceite esenciales, que en su mayoría son mezclas de monoterpenos y de sesquiterpenos; estos pueden ser hidrocarbonatos y oxigenados. Los terpenoides son liposolubles y se encuentran localizados en el citoplasma de las células vegetales. Los aceites esenciales son fundamentales para las plantas en el proceso de polinización y a nivel industrial son muy apetecidos, principalmente en la cosmetología y perfumería (YARA, 2006).

Los triterpenos son productos naturales que se encuentran en las plantas, son unidades de isopreno. Los triterpenos tienen seis unidades isoprénicas (30 átomos de carbono). Estos compuestos existen en variedad de tipos estructurales. Constituyen los llamados aceites esenciales, que son compuestos de varias sustancias orgánicas volátiles o aromáticas, que pueden estar constituidos por alcoholes, acetonas, cetonas, éteres aldehídos, y que se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas. Se les extrae, preferentemente, por arrastre de vapor o por solventes orgánicos. Las plantas con aceites esenciales se ubican principalmente en las familias de las Labiadas y las Umbelíferas. Estos metabolitos se extraen de los tejidos

vegetales con éter de petróleo, éter etílico o cloroformo, y se separan por cromatografía sobre sílica gel o alúmina con los mismos disolventes.

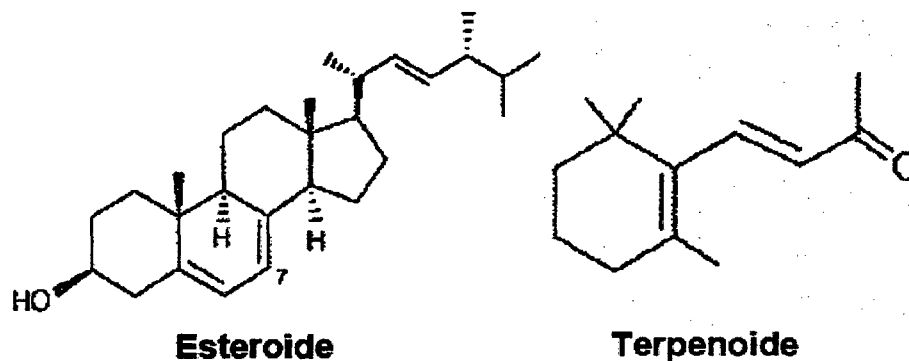
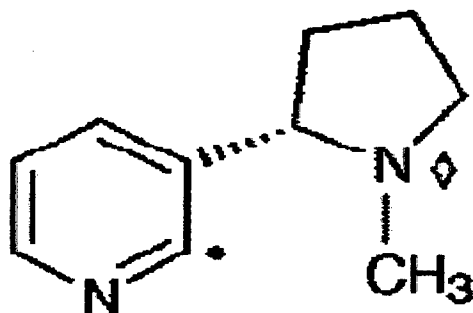


Figura 9. Estructura de un triterpenoide y un esteroide

2.2.10. Alcaloides.

No existe una definición sencilla de alcaloides puesto que es difícil tener en cuenta las diferencias entre estructuras y propiedades de 6000 compuestos adscritos al grupo de alcaloides. No obstante, una definición general de alcaloides es que son sustancias orgánicas de origen natural (sobre todo del reino vegetal) nitrogenadas, de carácter básico, de distribución restringida y dotadas de propiedades farmacológicas. Además de ser tóxicos para los insectos también lo son para el hombre como para animales superiores, lo que hace que protejan a la planta que los posee de depredadores. Existe una gran utilidad de ellos en la industria como es el caso de la cafeína, la nicotina y morfina, entre otros. Para la determinación de los alcaloides se realizan las siguientes pruebas: Dragendorff, Mayer, Valser, Reineckato de amonio y cromatografía de capa delgada (YARA, 2006).



(-)-nicotina

Figura 10. Estructura de un alcaloide

2.3. Descripción de la especie en estudio y su utilidad en la industria.

2.3.1. Huairuro

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Fabales
Familia	: Papilionaceae
Nombre científico	: <i>Ormosia coccinea</i> (M. Vahl)
Nombres comunes	: "Huairuro", "Tahuarí"
Sinónimos botánicos	: <i>Ormosia sp</i> M. Vahl

2.3.1.1. Descripción

(REYNEL, 2003), describen como un árbol de 25-90 cm de diámetro y 20-30 m de alto, con la ramificación en el segundo tercio, el fuste cilíndrico, la base del fuste recta. Densidad básica de 0,67 (g/cm³).

2.3.1.2. Usos

La madera es de muy buena calidad, muy dura y pesada, una de las maderas Amazónicas más densas; es de color pardo a crema claro en la albura y marrón oscuro en el duramen, con grano recto a entrecruzado y textura media.

Tiene muy buena durabilidad pero es difícil de aserrar por la presencia de sílice. Con ella se elaboran parquet, elementos de la construcción que requieren mucha resistencia y perduración, tales como puntales y vigas, durmientes y mangos de herramientas.

Se le emplea también para artesanía; es susceptible a buen pulimento. Las especies de Ormosia son apreciadas como ornamentales por sus flores vistosas, de colores vivos. La corteza y los vasos del duramen en la madera contienen compuestos relacionados al Lapachol, una Naptoquinona que tiene actividad antitumoral y es empleada en el tratamiento de algunos tipos de cáncer (REYNEL, 2003).

2.3.1.3. Fitoquímica

La pudrición de la madera es una de las mayores causas del deterioro micro-biológico que ocasiona fallas estructurales de manera rápida, sobre elementos de madera aprovechables (MORA y ENCINAS, 2001). Las más importantes y potentes organismo de pudrición de la madera, son los hongos de pudrición de la madera; son los hongos de pudrición blanca; marrón,

blanda y bacterias. Muchas de las especies presentan resistencia, o mejor aún, una bio-resistencia, o mejor aún, una bio-resistencia al deterioro por la acción de hongos, bacterias e insectos. Esta resistencia se encuentra generalmente atribuida a la presencia, en las paredes celulares de la madera, de sustancias químicas activas que jueguen un rol importante en la durabilidad natural. Estas sustancias proporcionan una barrera química con propiedades fungicidas o fungistáticas, que eliminan o inhiben el crecimiento y desarrollo de los agentes xilófagos (VELÁSQUEZ, 2006).

El uso de extractivos naturales para el control de microorganismos que deterioran la madera ha sido estudiado como una atractiva alternativa para la protección biológica de la misma, cuya principal ventaja es la de promover productos naturales efectivos. En el futuro, es posible llegar a reemplazar las propiedades de las formulaciones de perseverantes sintéticos para madera, con formulación basada en ingredientes bio-activos naturales, presentes en los extractos tóxicos de la madera o de otros componentes químicos resistentes, aislados de los productos naturales. Los extractos crudos provenientes del duramen de las especies *Ormosia coccinea* "Huairuro" muestran actividad anti fúngica frente a los hongos utilizados en el ensayo de extractivos.

2.3.2. Vilco Pashaco

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae

Orden	: Fabales
Familia	: Caesalpinaceae
Nombre científico	: <i>Macrolobium acaciaefolium</i> (Vellozo)
Nombres comunes	: "Pino chuncho", "Pashaco"
Sinónimos botánicos	: <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke, <i>S. excelsum</i> var. <i>amazonicum</i> Ducke ex L. Williams

2.3.2.1. Descripción

REYNEL (2003) lo describen como árbol de 30-70 cm de diámetro y 18-25 m de altura total, con el fuste cilíndrico, la ramificación en el tercer tercio, la base del fuste recta. Tiene una densidad de 0,4 (g/cm³).

2.3.2.2. Usos

La madera es muy blanda y muy liviana, con grano recto a entrecruzado, textura gruesa y color blanquecino (INIA-OIMT, 1996). Es empleada para cajonería, carpintería local y leña; en Ecuador es fuente importante de la industria del laminado para la producción de Triplay (REYNEL, 2003).

2.3.3. Shihuahuaco

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae

Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Fabales
Familia	: Papilionoaceae
Nombre científico	: <i>Dipteryx odorata</i> Harms
Nombre común	: "Shihuahuaco"
Sinónimos botánicos	: <i>Coumaruna micrantha</i> (Harms) Ducke

2.3.3.1. Descripción

REYNEL (2003), el Árbol de unos 50-150 cm de diámetro y 20-35 m de altura total, con el fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste recta o con raíces tablares pequeñas de hasta 1 m de alto. Tiene una densidad básica de 0.87 (g/cm³).

2.3.3.2. Usos

REYNEL (2003), la madera es de muy buena calidad, extraordinariamente dura y pesada, de color blanquecino en la albura y marrón amarillento o rojizo en el duramen cuando seca, con grano entrecruzado y textura media a gruesa, también con veteado de arcos superpuestos.

Es apta para el torneado, tiene buena durabilidad y es resistente a la humedad. Con ella se elaboran parquet, elementos de la construcción que requieren mucha resistencia y perduración, tales como puntales y vigas, mangos de herramientas, postes y chapas decorativas (CATIE, 2003). En otros

países de Sudamérica se le aprovecha por el contenido de Cumarina de la semilla. Esta sustancia tiene uso industrial en perfumería.

2.3.4. Cedro

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Rutales
Familia	: Meliaceae
Nombre científico	: <i>Cedrela odorata</i> L.
Nombre común	: "Cedro"
Sinónimos botánicos	: <i>C. longipetiolulata</i> Harms, <i>C. mexicana</i> M. Roemer

2.3.4.1. Descripción

El árbol de 50-100 cm de diámetro y 20-30 m de alto, con fuste cilíndrico, ramificado en el último tercio, la base del fuste recta o con raíces tablares pequeñas. Tiene una densidad básica de 0,42 (g/cm³) (REYNEL, 2003).

2.3.4.2. Usos

La madera es de la más alta trabajabilidad y durabilidad, aunque dependiendo de la condiciones del sitio puede ser algo variable en atributos. Es

blanda y liviana, con grano recto y textura media a gruesa, de color rosado claro a rojizo (REYNEL, 2003).

Es extremadamente durable, apreciada para carpintería, ebanistería fina y reconocida como una de las mejores maderas Neotropicales.

2.3.4.3. Fitoquímica

En Meliaceae, la especie más emblemática con olor a ajo es *Cedrella odorata* o cedro real, siendo éste muy significativo en la inflorescencia. De hecho, se trata de una especie que cuenta con pocos predadores, pues tanto el olor como su sabor resultan repulsivos a potenciales fitófagos. Su corteza y hojas son enormemente amargas, lo que evita, por la toxicidad de los terpenoides con los que cuentan, que sean consumidas. La aromática madera, conocida como *spanish-cedar* en las esferas comerciales en inglés, posee una alta demanda en los trópicos americanos debido a que es naturalmente resistente a las termitas y a la pudrición, siendo muy adecuada para construcciones exteriores, barcos, y en la elaboración de muebles finos, etc. Las propiedades insecticidas del cedro real se deben a ciertos metabolitos secundarios bioactivos, frecuentes tanto en la familia Meliaceae como en el orden Rutales, los terpenoides, que han demostrado actividad insecticida frente a un amplio espectro de insectos, impidiendo que la planta sea devorada por ellos. Uno de los terpenoides más potentes frente a los insectos es la gedunina, aislada de su corteza. Ésta pertenece a una subclase de terpenoides, los denominados limonoides (tetranortriterpenos) (LÓPEZ *et al.*, 2009).

2.3.5. Caoba

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Rutales
Familia	: Meliaceae
Nombre científico	: <i>Swietenia macrophylla</i> G. King
Nombre común	: "Caoba"
Sinónimos botánicos	: <i>Swietenia tessmannii</i> Harms

2.3.5.1. Descripción

El árbol de 80 - 200 cm de diámetro y 20 - 35 m de alto, con fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste usualmente con raíces tablares de hasta 1,5 m de alto. Tiene una densidad básica de 0,43 (g/cm³) (REYNEL, 2003).

2.3.5.2. Usos

La madera es de excelente calidad; en general se le considera la mejor madera Amazónica. Tiene densidad media, grano recto y textura media; es de color rosado a rojizo. Tiene muy alta durabilidad y trabajabilidad; se le aprecia para carpintería y ebanistería finas (REYNEL, 2003).

2.3.6. Cético

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Monocotyledoneae
Orden	: Urticales
Familia	: Cecropiaceae
Nombre científico	: <i>Cecropia utcubambana</i> G. King
Nombre común	: "Cético verde"

2.3.6.1. Descripción

Árbol perennifolio, mirmeecófilo, de 20 a 25 m (hasta 35 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 50 cm Tiene una densidad básica de 0,39 (g/cm³) (SOLARES, 2001).

2.3.6.2. Usos

SOLARES (2001) menciona los siguientes usos:

- Artesanal (tronco), las fibras del tronco tienen un uso artesanal. Instrumentos musicales.
- Combustible (madera), se hace carbón para la fabricación de pólvora.
- Comestible (flor), la infrutescencia es comestible, con un sabor similar al del higo. Los frutos presentan un valor

nutritivo relativamente alto; tienen una proporción mayor de proteínas que los de otras moráceas y lauráceas.

- **Construcción (madera)**, el tronco se utiliza en la construcción de chozas, palapas, cercas y sustituto de tuberías para conducir agua (por ser hueco).
- **Estimulante (hoja)**, la pubescencia de la hojas es fumada por los habitantes de la provincia de Alta Verapaz, en Guatemala.
- **Fibras (tallo)**, las fibras del tallo se utilizan en la manufactura de cuerdas.
- **Forrajero (hoja, tallo, fruto)**, forraje para ganado.
- **Implementos de trabajo (tronco)**, los troncos se utilizan como conductos de agua.
- **Industrializable (madera)**, pulpa para papel, pero presenta problemas en su industrialización por la cantidad de gomas y resinas que contiene. La resina que produce también es utilizada industrialmente.
- **Maderable (madera)**, los troncos se usan para construir balsas, boyas y redes de pescar. Se ha probado para la fabricación de tableros aglomerados, muebles, chapas y maderas terciadas, tapones y pólvoras, cabo de cerillos, cajas y embalajes.
- **Medicinal (hoja, corteza, tallo, flor, cogollo, raíz)**, especie evaluada farmacológicamente. Se reportan 30 usos

medicinales y 23 compuestos químicos. Usos: antitusivo, antidiabético, afecciones nerviosa, antipirético, afecciones cardiacas (tónico, digitálico), enfermedades hepáticas y pulmonares, asma, resfriado común, diurético (hidropesía), para heridas, fractura de huesos, mal de orín, riñones, mal de san-vito, reúma, eliminar verrugas. Es una planta con uso medicinal reportado desde el centro hasta el sureste del país, principalmente por su aplicación en casos de diabetes, donde el tratamiento consiste en emplear la infusión de las hojas, ramas, corteza o raíz como agua de uso. Para malestares de presión arterial y para tratar problemas renales, es recomendado el cocimiento de esta planta para su ingestión en ayunas por lo menos durante una semana. También recibe amplio uso contra piquetes de alacrán y hormigas y excesiva salivación, para lo cual debe lavarse la parte afectada con el cocimiento de la hojas, previamente endulzado con miel de abeja. En casos de verrugas se aplica directo el látex y contra quemaduras se recomienda moler la hoja con aceite de bebé o hervidas con sal para su aplicación en baños y fomentos o como cataplasmas.

- En Costa Rica la planta es usada popularmente en el tratamiento de la hipertensión arterial como diurético y para perder peso. El efecto hipotensor ha sido ampliamente estudiado.

2.4. Influencia de la densidad básica en la madera.

ARÓSTEGUI (1982) manifiesta que la densidad de la madera tiene gran influencia en las propiedades físicas y/o mecánicas como, indica que una madera con densidad alta es importante para el uso en parquet; una de densidad baja como material aislante y que las características más sobresalientes de la madera es su baja densidad comparada con su durabilidad. Para efectuar un análisis y evaluación se debe lograr cierto grado de comparación de los resultados, formando grupo de maderas de propiedades y usos similares; el sistema de clasificación simple y práctico empleado, corresponde a la agrupación de las maderas según su densidad básica, según este sistema de clasificación de las maderas clasificado en 3 grupos de densidad básica:

Cuadro 1. Grupos de densidades para maderas

Grupo	Densidad Basica
I. Baja	< 0,40 g/cm ³
II. Medio	de 0,41 g/cm ³ a 0,60 g/cm ³
III. Alto	> 0,61 g/cm ³

Fuente: (Guía de prácticas del curso propiedades físicas y mecánicas de la madera- RNR – UNAS - 2007)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el laboratorio de fitoquímica de la facultad de recursos naturales renovables. Ubicada políticamente en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco.

Las muestras de madera fueron extraídas de la concesión forestal Wenceslao Carlos Muñoz Valdivia; Ubicada políticamente en la cuenca/sub. Cuenca de Huamuco, distrito de Cholón, provincia de Marañón, región de Huánuco, geográficamente se ubica en las coordenadas UTM: 335083; 9094729.

3.2. Descripción del área donde se extrajo la muestra

3.2.1. Clima

Debido a sus peculiaridades geográficas y topográficas típicas de la selva, formando bosques y pequeños cerros, presenta una diversidad de climas como templado – cálido.

- Precipitaciones.- la precipitación pluvial varía de 1.354 a 898 mm, y es zona apropiada para el cultivo de arroz, cacao y palma aceitera.
- Temperatura.- la temperatura media varia entre 15° C y 30° C, estas condiciones son favorables para la producción descrita anteriormente.
- El principal fenómeno climatológico es la lluvia, que se inician en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, intensificándose con mayor frecuencia a partir del mes de Enero y llegando a su máximo nivel en el mes de Marzo.

3.2.2. Suelo

De acuerdo a la clasificación de tierras del Perú cuenta con tierras arcillosas con bastante vegetación, típico de la selva, tierras aptas para el cultivo, granja de pastoreo, para la producción forestal de frutales y tierras para la protección de reserva nacional.

3.2.3. Flora

El Centro Poblado Paraíso se caracteriza por contar con una flora diversa tales como bosques tropicales, con árboles medicinales y para el uso de muebles, entre otros. Ofrece tres modalidades que corresponden a la región de selva alta y baja que queda encerrada entre los altos climas tropicales netos

de la selva. Su área de producción permanente es influenciado predominantemente por la agricultura, presenta terrenos apropiados para la producción agrícola en general, encontrándose cultivos como: plátano, maíz, caña de azúcar, yuca, frijoles, arroz, cacao, café, entre otros; y los frutas como: papaya, naranja, anona, palta, limón, entre otros.

3.2.4. Fauna

Por los múltiples recursos vegetales que posee, por las características del clima y del aspecto físico, define sus ecosistemas equilibrados, favoreciendo al desarrollo de una variedad de vida animal, entre ellos se encuentran:

- Aves.- loros, tucanes, gallitos de las rocas, gorriones, durazneros, halcones, gallinazos, huanchacos.
- Mamíferos.- sachavaca, picuros, monos, venados, vizcachas, zorrillos, zorros, roedores como el añuje y armadillo.
- Reptiles y batracios: culebras de diferentes variedades, lagartos, lagartijas, sapos, tortugas.
- Peces.- zungaros, boquichico, anchovetas, paiche, pañas, carachaza, palometa, liza, tilapia y carpas.

3.2.5. Hidrografía

Tiene al río Huallaga, como cuenca principal que baña sus orillas de la margen derecha, que incrementa su caudal en épocas de invierno

llegando a desbordarse y causando estragos en los caseríos; tiene como afluentes a los ríos Fréjol, Camote y Chontayacu, Megote, Utuyacu, Perla, Yanajanca, Sayasta, Huánuco y Crisnejas.

3.2.6. Fisiografía

fisiografía regular (pendiente > 5%), el 70 % de suelos del valle son de calidad agrológica con vocación forestal, pastoril o de protección de donde se podría manejar eficientemente piso forrajero mediante el sistema silvopastoril realizando así una doble tarea; por un lado propiciar la ganadería extensiva y por otro contribuir a la preservación, protección del suelo y manejo de los bosques.

3.2.7. Zonas de vida

El desenvolvimiento económico y social se desarrolla en la siguiente zona de vida:

- Bosque húmedo montano tropical: Esta situado entre los 490 a 560 m.s.n.m. suelos con bastante vegetación originaria de la selva amazónica, con la existencia de bastantes bosques tropicales o de tierras vírgenes sin explorar, también presenta bastantes árboles frutales oriundos de la selva.
- Regiones naturales.- comprende la siguiente región natural:
- Selva baja: Oscila entre 300 a 600 m.s.n.m. con clima cálido.

3.3. Materiales y equipos.

3.3.1. Material biológico

- *Dipteryx odorata* Harms "Shihuahuaco"
- *Ormosia coccinea* M. Vahl "Huairuro"
- *Cedrela odorata* L. "Cedro colorado"
- *Swietenia macrophylla* G. King "Caoba"
- *Macrobium acaciaefolium* Vellozo "Vilco pashaco"
- *Cecropia utubambama* G. King "Cético verde"

3.3.2. Material de campo y transformación

- Motosierra
- Machete
- Pintura
- Combustible

3.3.3. Material de laboratorio

- Matraz erlemeyer
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Balanza analítica
- Lunas de reloj

- Cuchillo

3.3.4. Reactivos utilizados en el análisis Fitoquímico

- 150 ml de HCl al 5 %
- 1 ml de peróxido de hidrógeno al 20 %
- 50 ml de acetato de plomo al 4 % con ácido acético al 5%
- 2 ml de Urea 10 M
- gotas de cloruro férrico al 10 %
- 2 ml de ácido sulfúrico al 50 %
- 2 ml de solución de NaOH al 5 % con amoníaco al 2 %
- Reactivo de Dragendorf, Valser, Mayer y reinctato de amonio
- Reactivo de gelatina –sal
- Reactivo de Kedde soluciones A y B
- 200 ml de etanol
- 50 ml de diclorometano
- 5ml de benceno
- 2ml de anhídrido acético
- Acido sulfúrico cc
- Ácido clorhídrico cc
- 5 papeles filtro
- Limaduras de magnesio
- Sulfato de sodio anhidro

3.3.5. Equipos

3.3.5.1. Equipos de campo

- GPS

3.3.5.2. Equipos de laboratorio

- Baño maría
- Estufa
- Centrifuga

3.3.5.3. Equipos de gabinete

- Computadora equipado con programas Microsoft office 2007, AutoCAD 2006, Map source, Google Earth Pro y Arc view 3.2.

3.4. Metodología

3.4.1. Recolección y preparación de las muestras frescas

En la recolección de muestras frescas, previamente se identificó y seleccionó, 2 árboles por cada especie forestal como son, Tahuari, Shihuahuaco, Cedro, Caoba, Pashaco, Cético que tenían un d.a.p. (diámetro a la altura del pecho) mayores al DMC (Diámetro mínimo de corta), (ANEXO, Figura. 12).

En la PCA (Parcela de Corta Anual) del bosque de la concesión forestal Wenceslao Carlos Muñoz Valdivia; los árboles seleccionados fueron talados y luego marcados en tres alturas del fuste (base, media y alta) de las que se obtuvieron secciones de corte transversal en forma de rodajas de 5 cm de espesor que se utilizó en el análisis realizado en el laboratorio (Figura 11).

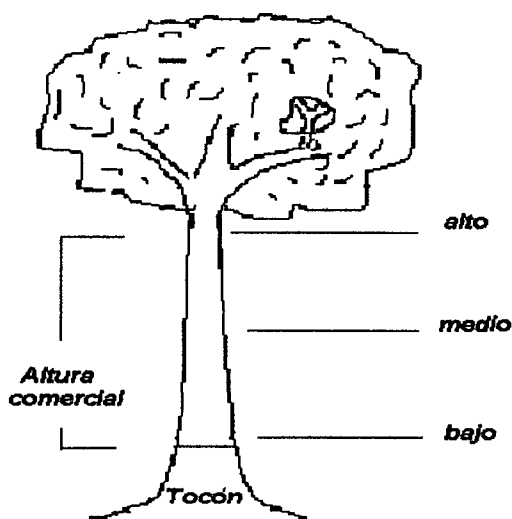


Figura 11. Estratos del árbol maduro consideradas para el estudio

3.4.2. Definición de la zona del árbol

Se emplearon seis (6) árboles maduros con tres (3) alturas del fuste de la altura comercial, desde el tocón hasta el diámetro mínimo utilizable considerada por la empresa como aprovechable

3.4.3. Tamizado de muestras

En esta fase se realizó el análisis químico de la madera que se realizo con maderas cuyo tamaños de partículas estén entre 425 y 250 μm . Es así que la madera molida se tamizó utilizando entre mallas 40/60, (ANEXO, Figura 24). Considerando la cantidad de madera molida tamizada y obtenida a

40/60 que es la adecuada para el análisis, luego esta se almacena en frascos plásticos o de vidrios herméticamente cerrados que estuvieron listos para el ensayo respectivo que se realizó el mismo día (ANEXO, Figura 18 y 19).

3.4.4. Reconocimientos de metabolitos secundarios

3.4.4.1. Reconocimiento de alcaloides

Se aplicó la metodología sustentada por (MARTINEZ, 2003):

Se desmenuzó finamente unos 10 g de muestra fresca y colocada en un erlemeyer. Se añadió un volumen suficiente de HCl al 5% para toda la muestra estuvo en contacto con la solución ácida. Se calentó con agitación a baño maría durante 5 minutos. Se enfrió y filtró (ANEXO, Figura 30).

Colocar en 4 tubos de ensayo 2 ml de filtrado ácido. Añadir a cada uno dos gotas de los reactivos de Dragendorff, Mayer, Valser y Reineckato de amonio. Si observa turbidez o precipitados por lo menos en tres tubos, se considera que la muestra contiene alcaloides, (ANEXOS. Figura 37).

3.4.4.2. Reconocimiento de flavonoides, leucoantocianidinas

Se aplicó la metodología sustentada por (MARTINEZ, 2003):

En un erlemeyer se colocó 10 g de muestra fresca, finamente desmenuzada. Se añadió un volumen suficiente de alcohol etílico que cubrió toda la muestra y le dió fluidez. Calentando al baño maría durante 5 minutos (ANEXOS. Figura

30), con agitación. Se enfriar y filtrar. Al filtrado se añadió un volumen igual de solución de acetato de plomo al 4 % que contenía ácido acético al 0,5 %. Luego se agito. Dejando en reposo 15 minutos se filtro. Con el filtrado se realizó ensayos de reconocimiento de flavonoides, leucoantocianidinas y cardiotónicos.

- Ensayo para flavonoides

Se colocó varias limaduras de magnesio en un tubo de ensayo. Se añadió 2 ml del filtrado y por la pared del tubo, gota a gota se dejó caer varias gotas de HCl cc. La aparición de colores naranja, rosado, rojo, o violeta es prueba positiva para la existencia de flavonoides en la muestra, (ANEXO. Figura 38).

- Ensayo para leucoantocianidina

Se colocó 2 ml del filtrado en un tubo de ensayo. Añadir 1 ml de ácido clorhídrico cc. calentar en baño de agua hirviendo durante 15 minutos. La aparición de coloraciones rojas es prueba positiva de la existencia de leucoantocianidinas en la muestra, (ANEXO. Figura 32).

3.4.4.3. Reconocimiento de saponinas, esteroides y/o triterpenoides y quinonas

Se aplicó la metodología sustentada por (MARTINEZ, 2003). En un erlemeyer se colocó 75 g de muestra fresca finamente desmenuzada.

Añadiendo un volumen suficiente de alcohol, se calentó al baño maria durante unos 10 minutos con agitación, luego se filtro en caliente. Se concentró hasta la mitad del volumen en el filtrado. Se trasvasó a un embudo de separación y se extrajo con dos porciones de 20 ml c/u de diclorometano, luego se añadió un volumen de agua para que se formen las dos fases. Recuperando así ambas fases. La fase acuosa se filtro y con el filtrado obtenido se realizaron ensayos para taninos, saponinas y quinonas. La fase orgánica se recuperó y se secó con sulfato de sodio anhidro el cual se filtró, con el filtrado se realizó el ensayo para Triterpenoides o esteroides.

- **Ensayo para saponinas**

Se agitó en un tubo de ensayo tapado, unos 4 ml del filtrado acuoso, vigorosamente durante 1 minuto. La formación de espuma abundante y estable es prueba presuntiva de la presencia de saponinas en la muestra, (ANEXOS. Figura 40).

- **Ensayo para triterpenos y/o esteroides**

En un tubo de ensayo limpio y completamente seco, se colocó 1 ml del filtrado orgánico. Se añadió 1 ml de anhídrido acético. Por la pared del tubo con mucha precaución, se dejó rebalsar 1-2 gotas de ácido sulfúrico concentrado. La formación de colores azules, violetas, rojos o verdes es prueba positiva de que la muestra contiene esteroides y/o triterpenoides, (ANEXOS. Figura 39).

- **Ensayo para quinonas**

a. Ensayo con una fracción:

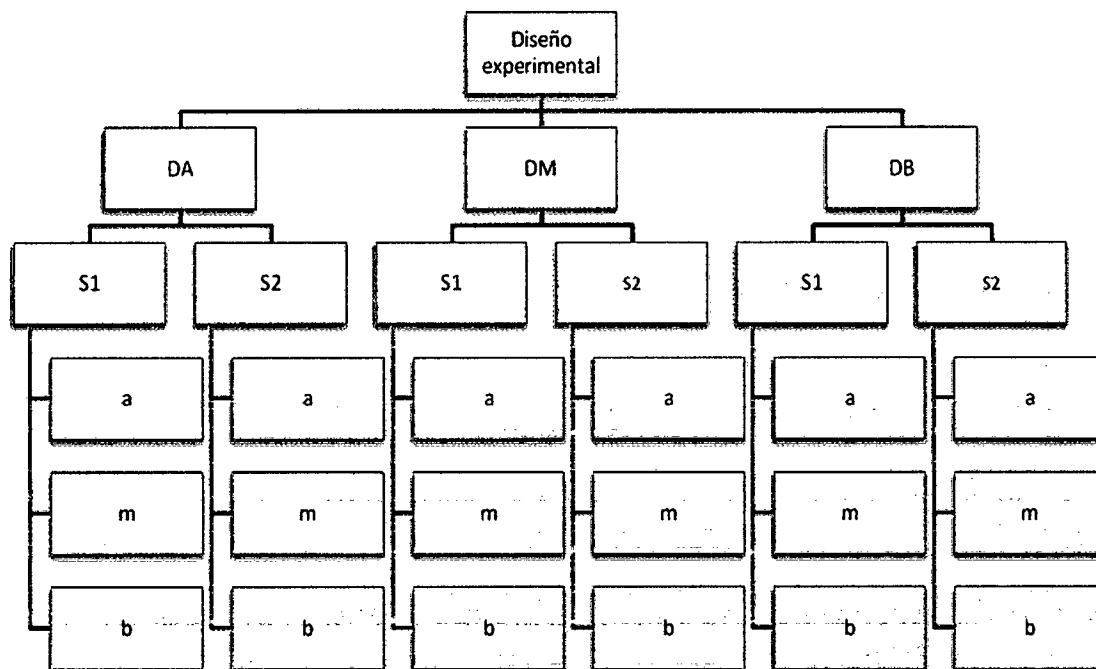
Se colocó en un tubo de ensayo unos 5 ml de filtrado acuoso. Se añadió 1 ml de peróxido de hidrógeno al 20 % y 1 ml de ácido sulfúrico al 50 %. Calentando la mezcla en un baño de agua hirviendo durante 15 minutos. Se enfrió y añadió 5 ml de tolueno para luego agitarlo sin emulsionar. Se recuperó la fase toluénica haciendo trasvasar 2 ml fase toluénica a un tubo de ensayo. Añadiendo 1 ml de una solución de NaOH al 5 % con amoníaco se agitó sin emulsionar. Si la capa acuosa toma una coloración rosada a roja a roja intensa es prueba positiva de la presencia de quinonas en la muestra.

b. Ensayo directo

Se colocó 1g de muestra seca y molida, en un sistema de reflujo, se agregó 5 ml de HCl al 5 %, Luego reflejar 5 minutos. Dejar enfriar y filtrar. Con el filtrado acuoso se procedió a como se describe para el ensayo con una fracción acuosa, (ANEXO, Figura 34).

3.4.5. Diseño experimental

El diseño de la investigación es un diseño descriptivo de casilla múltiple cualitativa según como se aprecia en el siguiente esquema:



Donde:

DA: Densidad alta

DM: Densidad media

DB: Densidad baja

S: Especie

a: Muestra de la parte alta del árbol

m: Muestra de la parte media del árbol

b: Muestra de la parte baja del árbol

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación cualitativa de alcaloides

La presencia de alcaloides se aprecia en todas las especies forestales, como indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Presencia de alcaloides en especies maderables

N.V	N.C	D.b (g/cm ³)			Resultado
		Alta	Media	Baja	
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	0,87	-	-	Si
Huairuro	<i>Ormosia coccinea</i>	0,67	-	-	Si
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	-	0,42	-	Si
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-	0,43	-	Si
Vilco pashaco	<i>Macarobium acaciaefolium</i>	-	-	0,40	Si
Cetico	<i>Cecropia utcubambama</i>	-	-	0,39	Si

Fuente: Elaboración propia

Los alcaloides se aprecian en todas las especies forestales de distintas densidades básicas, PALAZON (2010) menciona que en la especie de cético *Cecropia sp.* no hay mucha información con respecto a su fitoquímica de la madera. Sin embargo, algunas publicaciones se refieren a que las hojas y corteza contienen alcaloides, glicósidos cardiotónicos y saponínicos, taninos, triterpenos y flavonoides. Siendo estos últimos, los que se encuentran en

mayor cantidad. En las demás especies se tiene como base que existen metabolitos secundario que en densidades básicas media y alta se encuentran los alcaloides como también en las de densidades bajas. Describiendo el cuadro 2. Se reconoce que en la madera de todas las especies se encuentra los alcaloides, desconociendo las cantidades y tipos.

4.2. Determinación cualitativa flavonoides

La presencia de flavonoides es completa en todas las especies de densidades básicas media y alta más no fue así en las de densidades baja que a excepción del Vilco pashaco no se encontró en el cético como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Presencia de flavonoides en especies maderables

N.V	N.C	D.b (g/cm ³)			Resultado
		Alta	Media	Baja	
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	0,87	-	-	Si
Huairuro	<i>Ormosia coccinea</i>	0,67	-	-	Si
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	-	0,42	-	Si
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-	0,43	-	Si
Vilco pashaco	<i>Macaranga acaciaefolia</i>	-	-	0,40	Si
Cetico	<i>Cecropia utubambana</i>	-	-	0,39	No

Fuente: Elaboración propia

Los flavonoides según MARTÍNEZ (2002) desempeña un papel importante en la biología vegetal; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas. Otras funciones incluyen un papel antifúngico y bactericida, confieren

coloración, lo que puede contribuir a los fenómenos de polinización y tienen una importante capacidad para fijar metales como el hierro y el cobre.

Esto lo corrobora ESCAMILLA (2009), al ser parte fundamental de la biología vegetal, los flavonoides responden a la luz controlando los niveles de las auxinas (hormonas vegetales) reguladoras del crecimiento del árbol; intervienen en la diferenciación de las plantas y potencian la polinización al conferir coloración.

La especie *Cecropia utcubambama* descrita por VARGAS, (1996). Es una especie secundaria, heliófila. Una de las especies pioneras de vegetación secundaria temprana más abundantes y conspicuas de las zonas tropicales cálido-húmedas.

En el cuadro 3 se muestra que la especie *Cecropia utcubambama* no presenta flavonoides esto indica que el crecimiento lento es dependiente de este metabolitos, al no poseerla una especie forestal como el cético verde su crecimiento es rápido.

4.3. Determinación cualitativa quinonas

La presencia de quinonas se aprecia en las especies clasificadas según sus densidades básicas como se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Presencia de quinonas en especies maderables

N.V	N.C	D.b (g/cm ³)			Resultado
		Alta	Media	Baja	
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	0,87	-	-	No
Huairuro	<i>Ormosia coccinea</i>	0,67	-	-	SI
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	-	0,42	-	No
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-	0,43	-	No
Vilco pashaco	<i>Macrobium acaciafolium</i>	-	-	0,40	No
Cetico	<i>Cecropia utcubambama</i>	-	-	0,39	No

Fuente: Elaboración propia

Es así que la especie de densidad alta como el Huairuro respondió positivamente al reconocimiento de quinonas, esto demuestra que las quinonas no son metabolitos secundarios anti fúngicos porque para especies de densidades medias y altas como muestra el cuadro 4. Algunos metabolitos secundarios son anti fúngicos, puede cumplir cualquiera de las funciones descrita por SANTIZO (2004). Que los metabolitos secundarios desempeñan un papel clave en la bioquímica de las plantas, ya que actúan como, reguladores y mensajeros, Protegen a la planta de parásitos y enfermedades, Son muy importantes para la fertilización, Llevan información inter-celular y se relacionan con la respuesta hormonal dela planta, Controlan la multiplicación y renovación de las células. Menos la anti fúngica. Esto es discutido por muchos autores porque las especies en estudio tiene propiedades contra patógenos, como lo menciona VELASQUEZ (2006). Que los extractos crudos provenientes del duramen de las especies *Ormosia coccinea* "Huairuro" muestran actividad anti fúngica frente a los hongos utilizados en el ensayo de extractivos. MARINI-

BETTOLO (1981) .son los compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para la planta, ya que no intervienen en el metabolismo primario de las mismas. Los metabolitos secundarios de las plantas intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente, cumplen funciones de defensa.

4.4. Determinación cualitativa triterpenos

Los triterpenos están presentes en las especies forestales como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Presencia de triterpenos en especies maderables

N.V	N.C	D.B (g/cm ³)			Resultado
		Alta	Media	Baja	
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	0,87	-	-	Si
Huairuro	<i>Ormosia coccinea</i>	0,67	-	-	Si
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	-	0,42	-	Si
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-	0,43	-	Si
Vilco pashaco	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	-	-	0,40	Si
Cetico	<i>Cecropia utcubambama</i>	-	-	0,39	Si

Fuente: Elaboración propia

Esto se fundamenta en la teoría descrita por (VILLACIDE, 2009). Menciona que entre los árboles encontramos más frecuentemente compuestos carbonados de espectro más generalista (ejemplo: terpenos y polifenoles), y

que tienen efectos dependientes de la dosis, es por eso que algunas especies tienen resistencia a patógenos por lo que son durables a través del tiempo, por lo que se los considera defensas cuantitativas. VILLACIDE (2009), también mencionan los mecanismos de defensa también pueden clasificarse en resistencias preformadas o inducidas. En el primer caso entran todos los mecanismos de resistencia física y aquellos de resistencia química dados por la presencia permanente de los compuestos activos en las concentraciones adecuadas de defensa, esto según su concentración de terpenos que tenga cada especie.

La mayoría de los mecanismos de defensa de los árboles entran en este grupo. En algunas especies la alta concentración de ciertos metabolitos secundarios que cumplen funciones de defensa preformada permite el aprovechamiento industrial de los mismos.

Es por lo que la concentración en grandes cantidades se encuentra en especies forestales de media y alta densidad básica, inclusiones menores se encuentran en las de baja densidad básica, en la totalidad de especies se encuentran ciertos metabolitos secundarios (extractivos y/o metabolitos secundarios, entre 1% -10%, del peso seco de la madera) como: resinas, elastómeros (gomas), grasas, aceites, azúcares, almidones, alcaloides, taninos que determinan propiedades no estructurales: color, olor, sabor, durabilidad.

4.5. Determinación cualitativa saponinas

Se determinó que las saponinas están presentes en especies de densidades básicas alta, no fue así con las demás especies como lo muestra el Cuadro 6.

Cuadro 6. Presencia de saponinas en especies maderables

N.V	N.C	D.B (g/cm ³)			Resultado
		Alta	Media	Baja	
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	0,87	-	-	Si
Huairuro	<i>Ormosia coccinea</i>	0,67	-	-	Si
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	-	0,42	-	No
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-	0,43	-	No
Vilco pashaco	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	-	-	0,40	No
Cetico	<i>Cecropia utcubambama</i>	-	-	0,39	No

Fuente: Elaboración propia

Según lo descrito por SANTIZO (2004). Las saponinas son un grupo de glicósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de esta, lo que implica que al sacudir sus soluciones se forma una espuma abundante y relativamente estable. Se asegura que las especies que poseen saponinas son de densidades básicas altas, es por eso la dureza como durabilidad en el tiempo de estas especies clasificadas en sus densidades básicas altas.

4.6. Determinación cualitativa leuco antocianinas

Se determinó la presencia de leuco antocianinas en especies forestales es de densidades media y alta. Como muestra el cuadro 7.

Cuadro 7. Presencia de leuco antocianinas en especies maderables

N.V	N.C	D.B (g/cm ³)			Resultado
		Alta	Media	Baja	
Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	0,87	-	-	Si
Huayruro	<i>Ormosia coccinea</i>	0,67	-	-	Si
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	-	0,42	-	Si
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-	0,43	-	Si
Vilco Pashaco	<i>Macrolobium acaciaefolium</i>	-	-	0,40	No
Cetico	<i>Cecropia utubambama</i>	-	-	0,39	No

Fuente: Elaboración propia

Según lo descrito por (VILLACIDE, 2009). Las leucoantocianinas son metabolitos secundarios que dan propiedades no estructurales: color, olor, sabor, durabilidad. Esta última es en la que se fundamenta a lo mencionado por GONZALES (1996). Al igual que los metabolitos secundarios, no existen evidencias de que las leucoantocianinas tengan una función establecida en los procesos fisiológicos de las plantas. Sin embargo, su papel en los mecanismos de protección de la planta contra insectos, hongos de pudrición o como agente alelopático es bien reconocido. Así se tiene que el ataque enzimático derivado del metabolismo de hongos o bacterias hospedados en la madera puede ser inactivado o disminuido sustancialmente ante la presencia de Leucoantocianinas. Coincidiendo Los resultados del cuadro 6 con lo

mencionado por GONZALES (1996). Es así que las especies de densidades básicas media y alta son las que poseen este metabolito secundario, no es así en especies de densidades baja, lo que demuestra que las leucoantocianinas son los que le dan la durabilidad natural clasificadas en densidades básicas.

V. CONCLUSIÓN

1. Los alcaloides se encuentran en especies forestales de densidades básicas bajas, medias, y altas, variando en cantidades y tipos.
2. Los flavonoides están presentes en cinco especies forestales: *Dipteryx odorata* "Shihuahuaco", *Ormosia coccínea* "Huairuro", *Cedrela odorata* "Cedro colorado", *Swietenia macrophylla* "Caoba", *Macrolobium acaciafolium* "Vilco pashaco", y no en la especie *Cecropia utcubambama* "Cético verde".
3. Las quinonas están presentes en una sola especie forestales: *Ormosia coccínea* "Huairuro" y no en las especies *Dipteryx odorata* "Shihuahuaco", *Cedrela odorata* "Cedro colorado", *Swietenia macrophylla* "Caoba", *Macrolobium acaciafolium* "Vilco pashaco", *Cecropia utcubambama* "Cético verde".
4. Los triterpenos están presentes en todas las especies forestales de densidades básicas altas, media y bajas.
5. Las saponinas están presentes en todas las especies forestales de densidades altas, y no en las de densidades básicas medias y bajas.

6. Las leucoantocianinas están presentes en todas las especies forestales de densidades básicas altas y media, no fue así en las de densidades básicas bajas.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. El mundo de la identificación de los metabolitos secundarios en maderas es muy amplio y complejo es por eso que se debe clasificar con fines de campo.**
- 2. Implementar el estudio aplicativo de los metabolitos secundarios en el campo forestal con fines de preservar maderas blandas naturalmente y reduciendo costos de inversión en la industria forestal.**
- 3. Al tener esta información como base, utilizar los metabolitos de las maderas que se encuentran en aserraderos donde exportan maderas de gran importancia económica como son de densidades básicas altas y medias en la industria forestal con fines de conservar la madera a través del tiempo.**

VII. ABSTRACT

Secondary metabolites from wood basic densities and high average is not described in the forest world in order to preserve low-density in basic forest species, the study of this research is to provide specific information for species that have been used in forest industries and waste are discarded and not utilized. The high wood basic density of secondary metabolites contain information that have the ability to maintain low basic wood density, is for that information that the practices described in this research is to promote the study and provide dates on existing metabolites in the species mentioned in this thesis volume. Is so that I recommended the study of these metabolites appreciation to apply in lower basic wood density to have a high commercial value in the market as sawn wood forest.

Key words: Secondary metabolites, densities, forest industry

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÓSTEGUI, A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de Maderas Peruanas. Proyecto PNUD / FAO /PER/81/002. Documento de trabajo N° 2. Lima, Perú. 57p.

CATIE, 2003. Glosario. [En línea]: CATIE (<http://web.catie.ac.cr/guadua/glosario.htm> , publicaciones, 05 Oct. 2009).

DIEGUEZ, 2010. [En línea]: (<http://www.protecciondelamadera.com/portal%20proteccion/articulos/articulos9.htm>, dctos., 16 de Jun. del 2010).

ESCAMILLA 2009. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. [En línea]: (<http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no52-2/RFM052000207.pdf>, dctos., 16 de Jun. del 2010).

GONZALES, 1996. Análisis fitoquímico y metabolitos secundarios. [En línea]: MACA PERUANA, (<http://www.maca-peruana.com/analisis.htm> , documento, 02 Oct. 2009).

LÓPEZ, 2009. Fitoquímica y valor ecológico del olor a ajo en los vegetales. Medicina Naturista. Vol. 4. Pág. 7-8.

MARTÍNEZ, 2003. Manual de Prácticas de Laboratorio de Farmacognosia y Fitoquímica 2003. Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Departamento de Farmacia. Medellín. Colombia

MARTÍNEZ, 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. [En línea]: ([http://www.recursosdeenologia.com/docs/2002/2002 los flavonoides propiedades y acciones antioxidantes.pdf](http://www.recursosdeenologia.com/docs/2002/2002%20los%20flavonoides%20propiedades%20y%20acciones%20antioxidantes.pdf), dptos., 19 de Jun. 2010).

MARINI, BETTOLO *et al.*, 1981. Plant screening by chemical and chromatographic procedures under field conditions. In: Journal of-

MORA, ENCINAS, 2001. Fitoquímico: "Píldoras" para la juventud. [En línea]: BOTANICAL-ONLINE, (http://www.botanical-online.com/fitoquimicos.htm_publicaciones, 10 Oct. 2009).

OVIEDO, 1977. Guía para el análisis de los compuestos del carbono en metabolitos secundarios. [En línea]: ([http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualdata/libros/Quimica/pigmentos/archivos%20PDF/identificacion quinonas.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualdata/libros/Quimica/pigmentos/archivos%20PDF/identificacion%20quinonas.pdf), dptos., 17 de Jun. Del 2010).

PALAZON, 2010. [En línea]: (http://www.acenologia.com/ciencia55_2.htm, dptos., 15 de Jun. Del 2010).

REYNEL, 2003. Árboles útiles de la amazonia peruana. Loreto. Pag.:10-13.

SANTIZO, 2004. Metabolitos secundarios. [En línea]: BOTANICAL-ONLINE, (<http://www.botanical-online.com/col/manapuya19.htm>, publicaciones, 10 Oct. 2009).

SOLARES, 2001. Etnobotánica y usos potenciales del Cirián (*Crescentia alata*, H.B.K.) en el estado de Morelos. [En línea]: POLIBOTANICA (<http://www.herbario.encb.ipn.mx/pb/pdf/pb18/etno.pdf> , dctos., 02 Oct. 2009).

VELASQUEZ, 2006. Actividad antifúngica in vitro de los extractivos naturales de especies latifoliadas.

VILLACIDE, 2009. Metabolitos secundarios de maderas peruanas .Loreto. Pag. 16-19.

YARA, 2006. Fitoquímica de Annonaceae del departamento de córdoba, Colombia. [En línea]: BOTANICA-ALB, (<http://www.botanica-alb.org/Publicaciones/Otros/11Fitoquimica.pdf> , publicaciones, 06 Oct. 2009).

ANEXOS



Figura 12. Extracción de muestra

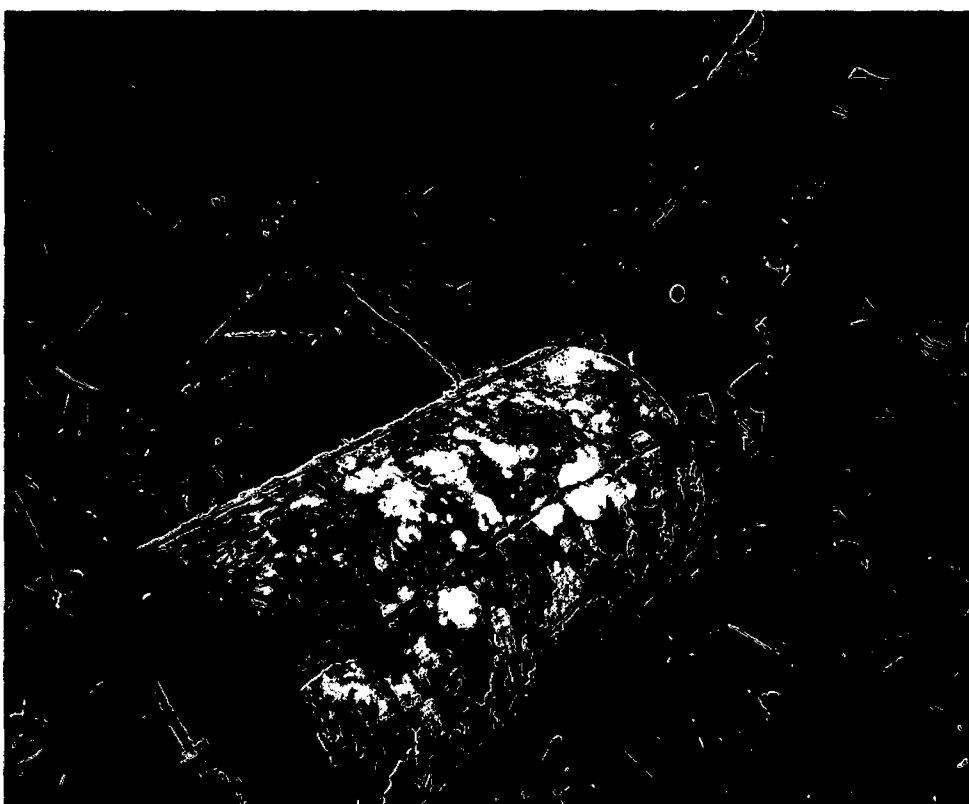


Figura 13. Aserrado de muestra



Figura 14. Secado de muestras



Figura 15. Aserrado de tabla para la obtención de viruta y/o aserrín

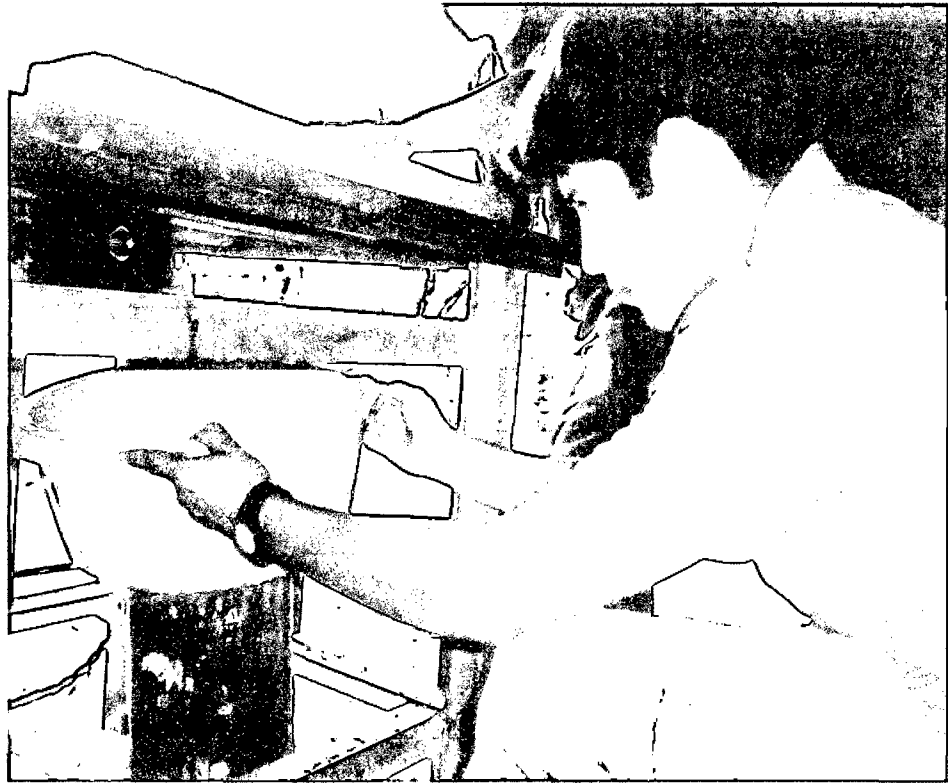


Figura 16. Colección de viruta y/o aserrín

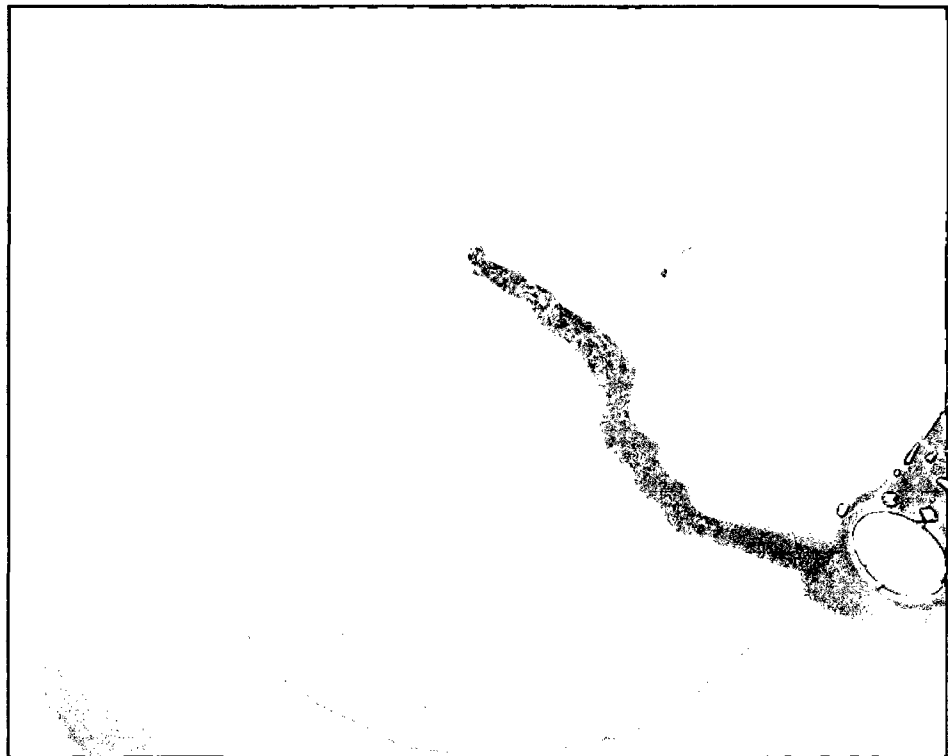


Figura 17. Muestra de viruta y/o aserrín



Figura 18. Almacenamiento de muestras



Figura 19. Muestras almacenadas en bolsas

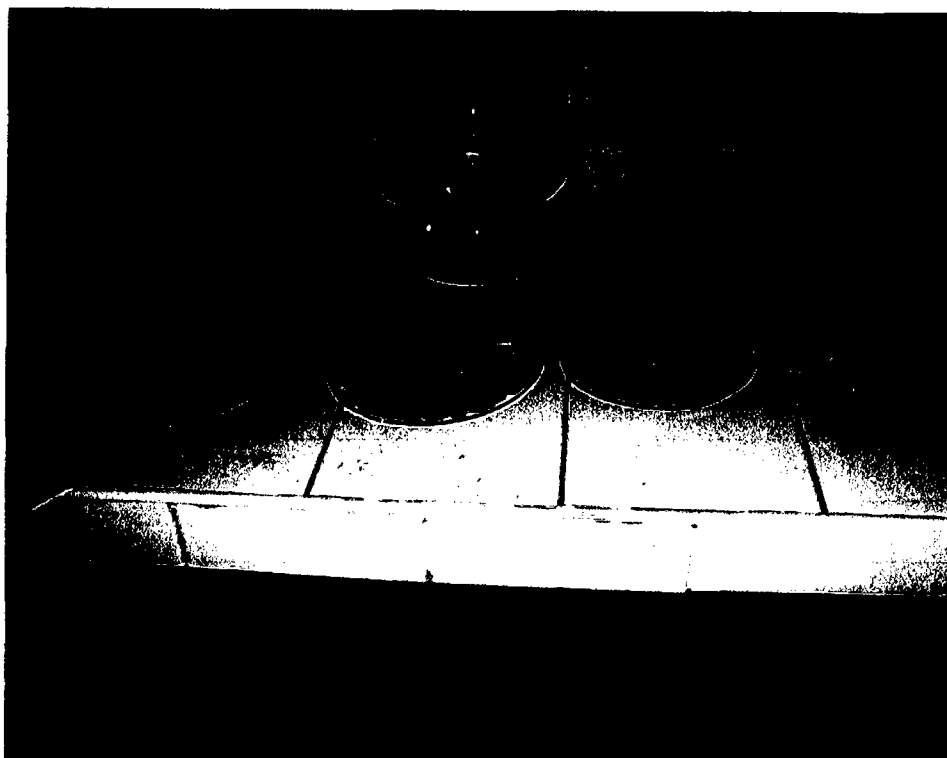


Figura 20. Distribución de muestras para el molino y/o estufa



Figura 21. Secado de muestras en estufa

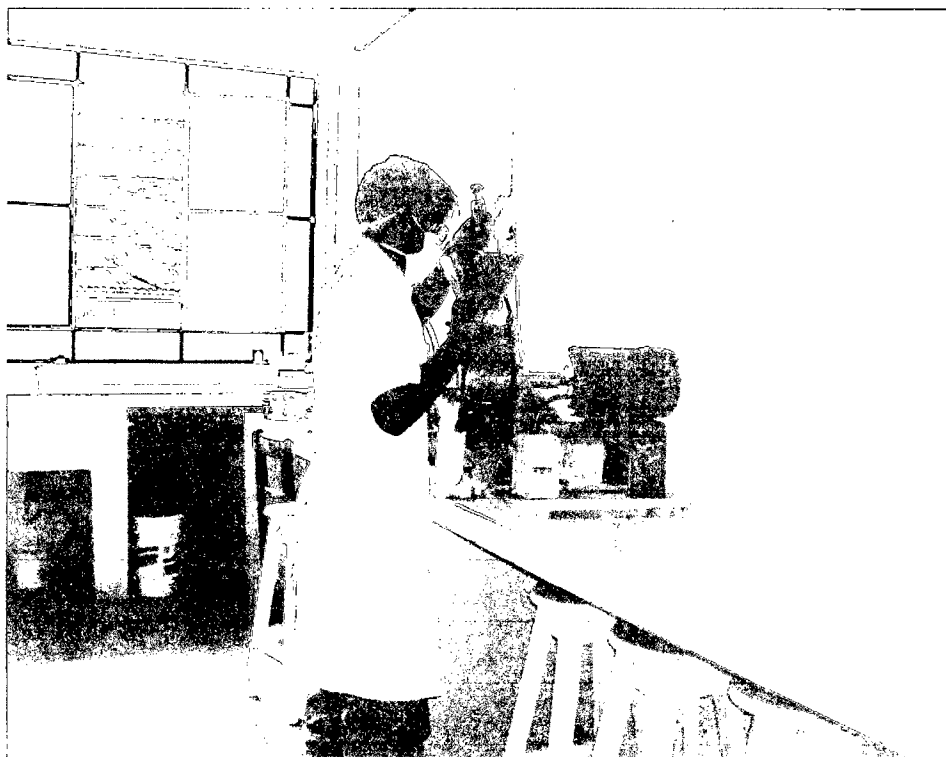


Figura 22. Molido de muestras

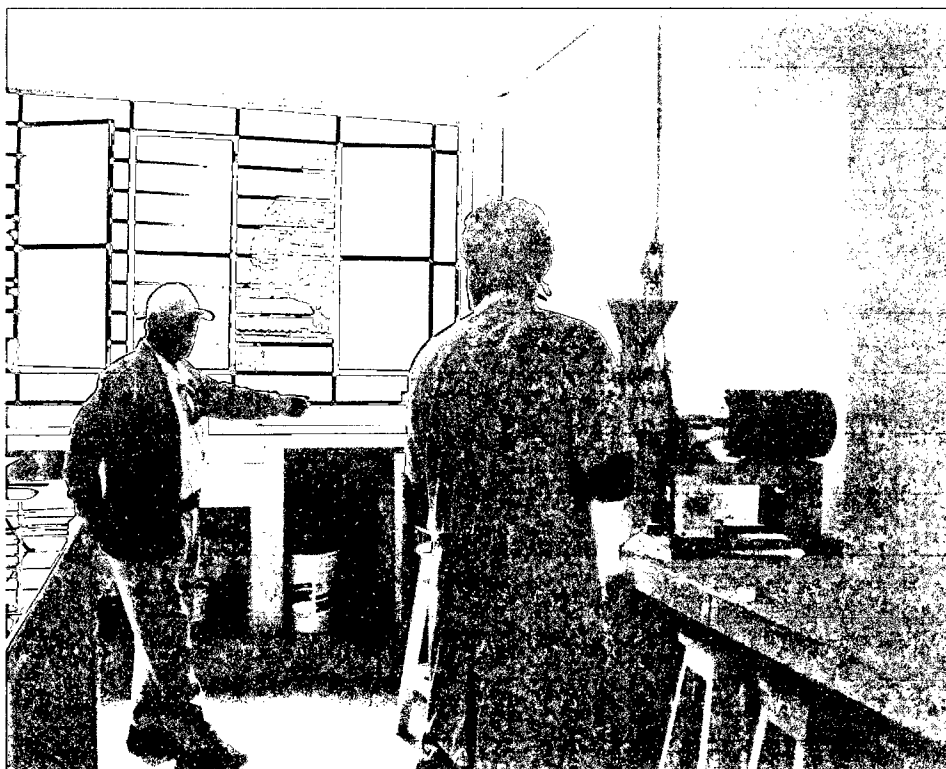


Figura 23. Supervisión técnica de los miembros del jurado



Figura 24. Tamizado de muestras



Figura 25. Selección de soluciones para preparar los reactivos



Figura 26. Cuantificación de soluciones



Figura 27. Preparación de reactivos



Figura 28. Materiales y/o insumos



Figura 29. Succionador para pipeta

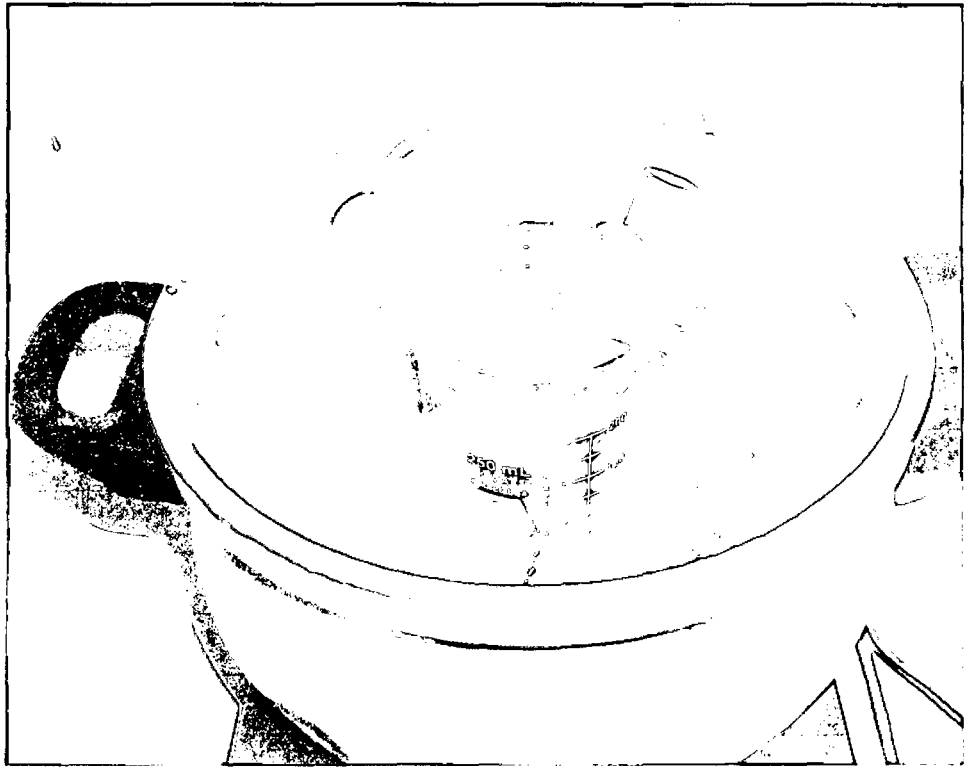


Figura 30. Probetas a baño maría



Figura 31. Reconocimiento de leucoantocianinas de la especie huairuro y shihuahuaco



Figura 32. Reconocimiento de leucoantocianinas de la especies cedro y caoba



Figura 33. Reconocimiento de leucoantocianinas de la especies pashaco y cético

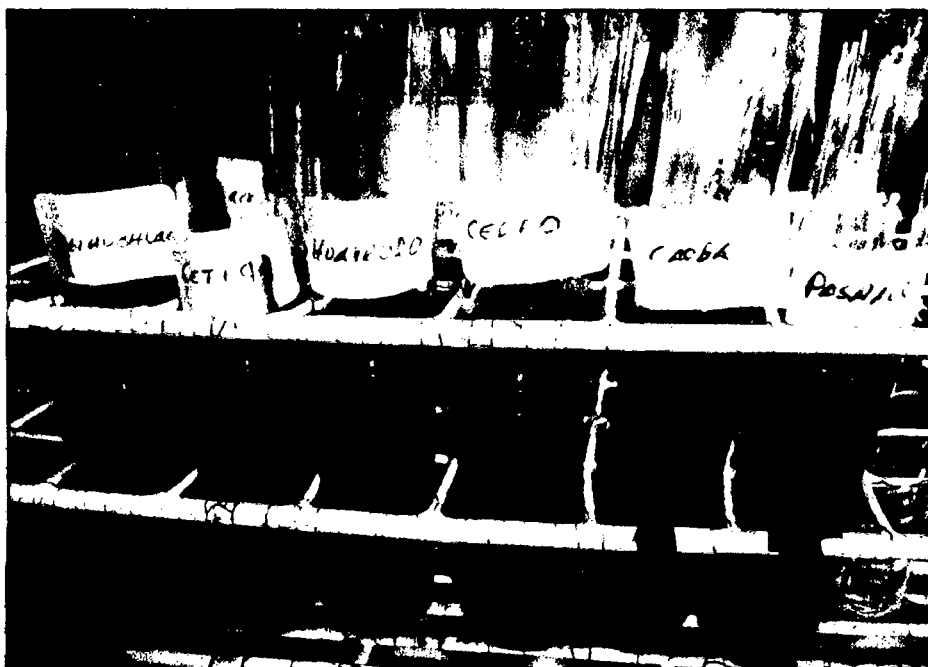


Figura 34. Reconocimiento de quinonas de la especies en estudio

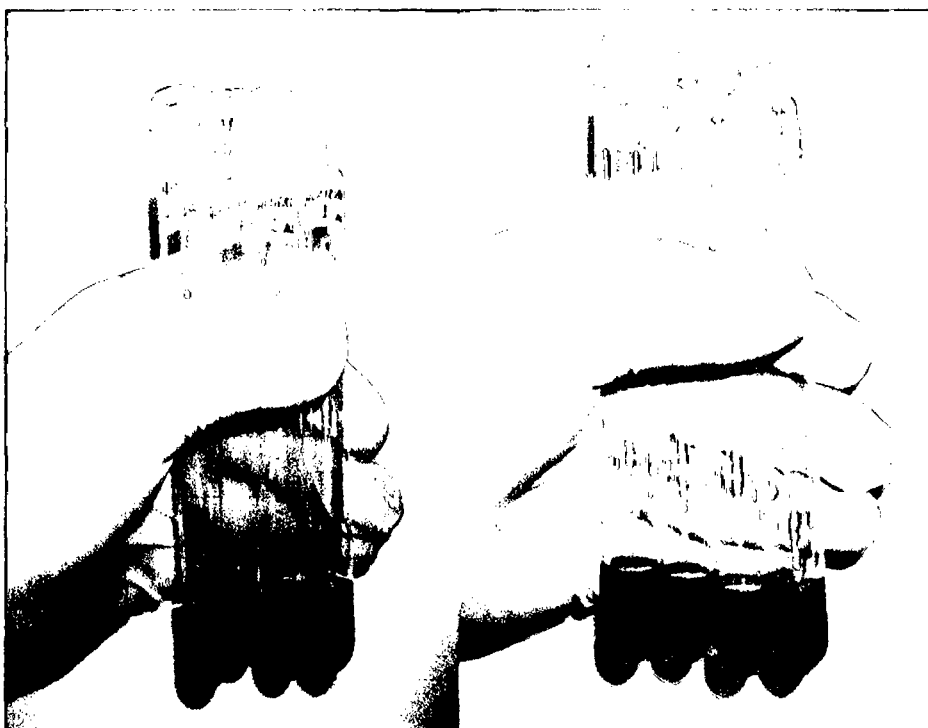


Figura 35. Reconocimiento de alcaloides de las especies huairuro y shihuahuaco

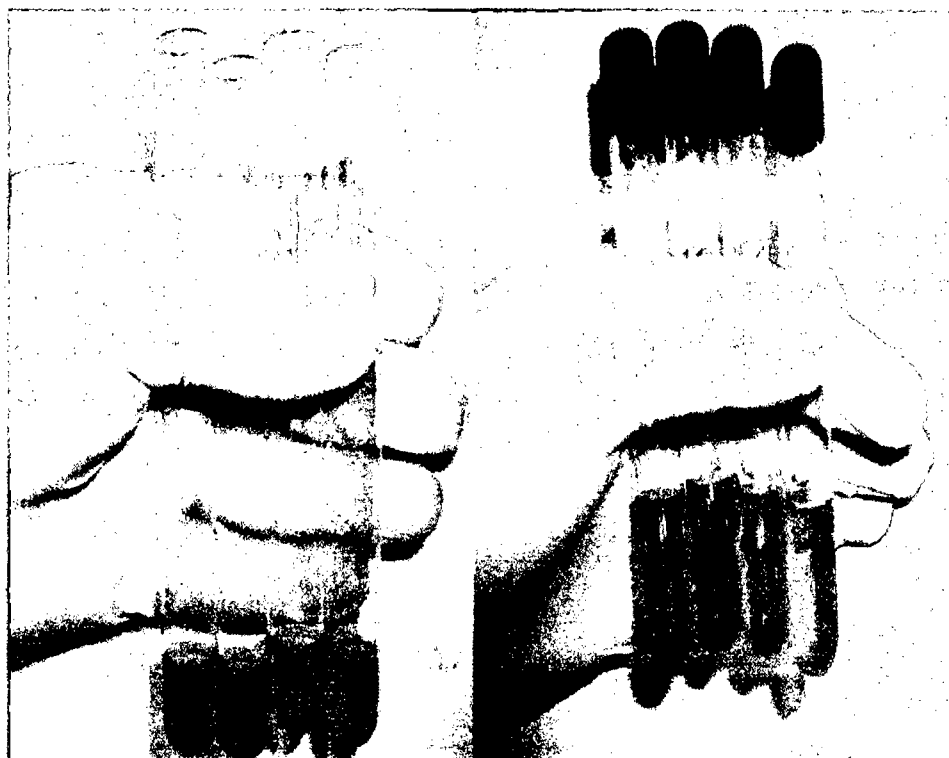


Figura 36. Reconocimiento de alcaloides de las especies cedro y caoba

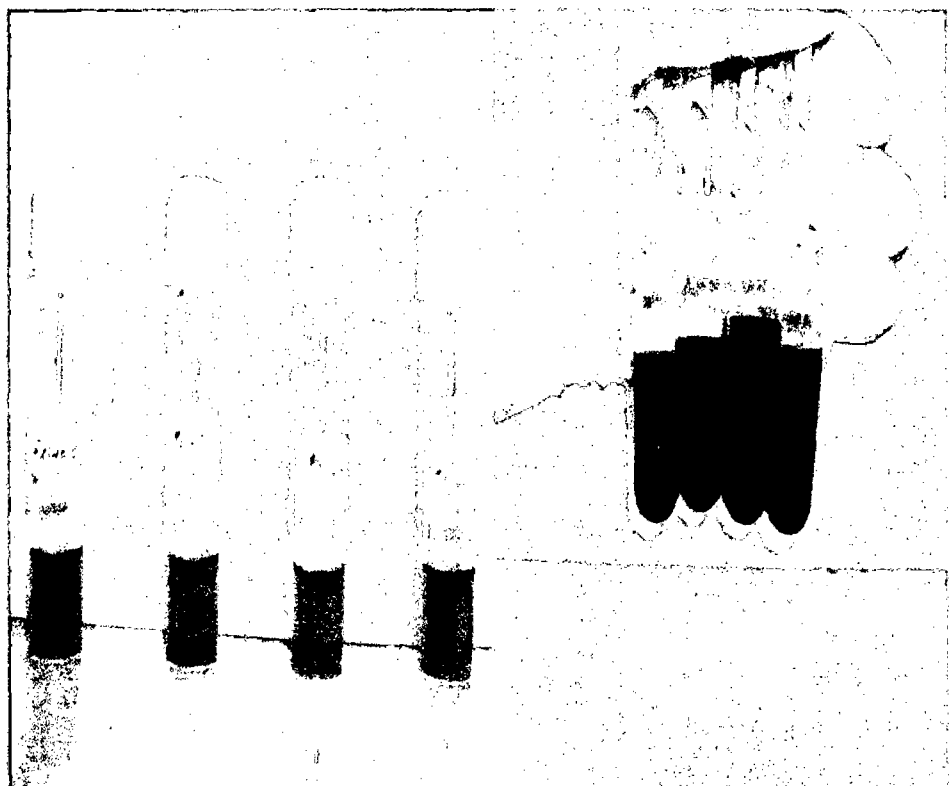


Figura 37. Reconocimiento de alcaloides de las especies pashaco y catico



Figura 38. Reconocimiento de flavonoides de las especies en estudio



Figura 39. Reconocimiento de triterpenos de las especies en estudio



Figura 40. Reconocimiento de saponinas de las especies en estudio



Figura 41. Supervisión técnica del jurado (presidente)