

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EVALUACIÓN DE LA ACIDEZ (pH) Y CONTENIDO DE EXTRAIBLES DE
ALBURA Y DURAMEN EN TRES NIVELES DE ALTURA DEL FUSTE DE LA
ESPECIE *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, EN TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

MANUEL RODRIGO JAVIER REYSÁNCHEZ

PROMOCIÓN 2009 - II

Tingo María, Perú
2010



K50

J27

Javier Reysánchez, Manuel R.

Evaluación de la Acidez (Ph) y Contenido de Extraíbles de Albura y Duramen en tres Niveles de Altura del Fuste de la Especie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, en Tingo María, Tingo María 2010

42 h; 12 cuadros 18 fgrs.; 13 ref., 30 cm.

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

1. JACARANDA COPAIA (AUBL) 2. EVALUACION ACIDEZ (PH) 3. NIVELES-ALTURA
4. COMPOSICION QUIMICA 5. ALBURA-DURAMEN 6. BRUNAS 7. 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 23 de Setiembre del 2010, a horas 06:05 p.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE LA ACIDEZ (pH) Y CONTENIDO DE EXTRAIBLES DE ALBURA Y DURAMEN EN TRES NIVELSES DE ALTURA DEL FUSTE DE LA ESPECIE *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. HUAMANSAMANA, EN TINGO MARÍA"

Presentado por el Bachiller: **MANUEL RODRIGO JAVIER REYSANCHEZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de "BUENO".

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título de conformidad con lo establecido en el Art. 81 inc. m) del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 23 de Setiembre del 2010

Ing. MSc. RICARDO OCHOA CUYA
Presidente


Ing. MANUEL R. BRAVO MORALES
Vocal

Ing. MSc. VICENTE S. POCOMUCHA POMA
Vocal

Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
Asesor

DEDICATORIA

A nuestro Divino Redentor DIOS. Te doy gracias por iluminar mi camino y vencer todos los obstáculos, además permitir el logro de mi mayor anhelo.

A mis padres: Manuel, Javier Aliaga y Paulina E. ReySánchez Rossell cuyos invalorables e indiscutibles consejos a través del tiempo refuerzan el sentido de la perseverancia y el camino a seguir, a ellos con respeto, afecto y gratitud, por la confianza y sacrificio desplegados para poder ver forjado en mí sus más ambiciosos sueños.

A mis hermanas(os):

Pohol y Diego, a ellos con mucho amor y gratitud, en quienes tengo cifrada mis esperanzas y que con propio esfuerzo logren realizarse como personas de éxito.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por darme la oportunidad de plasmarme profesionalmente.

Al Ing. MSc. Robert Pecho De La Cruz, patrocinador del presente trabajo de investigación, por su incondicional y valioso apoyo

Al Ing. Araujo Torres Raúl, asesor del presente trabajo de investigación, por su incondicional y valioso apoyo

Al Ing. MSc. Pedro Vejarano Jara, por ser Co Asesor del presente trabajo de investigación, por su incondicional y valioso apoyo

Al Ing. Warren Ríos García por su apoyo incondicional en la identificación de la especie jacaranda para la ejecución de la tesis.

Al Econ. Alex Rengifo Rojas por su apoyo incondicional en la parte estadística de la especie jacaranda para la ejecución de la tesis.

Al Señor Mario Sosa por el apoyo en el trabajo de extracción de los brotes y la obtención de las muestras.

A mis amigos Jorge Acuña, Fran Alvarado, Jhony , Franz Calero, Yaqueline Dulce, Wellington Ortiz, Michelson por haberme brindado su apoyo y así poder concluir satisfactoriamente mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Descripción taxonómica de la Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don. "Huamanzamana".	3
2.2. Característica de la especie.....	3
2.2.1. Distribución Geográfica.....	3
2.2.2. Árbol.....	4
2.2.3. Características de la madera.....	5
2.2.4. Usos de la especie.....	6
2.3. Albura y duramen.....	6
2.4. Composición química de la madera	7
2.5. Extractivos de la madera.....	7
2.6. Componentes extraíbles.....	8
2.7. Importancia de los extractivos.....	9
2.8. Influencia sobre el pH.....	9
2.8.1. Influencia de los extractivos en el pH.....	9
2.9. El pH.....	10
2.10. Métodos para la determinación del pH de la madera.....	11

2.11. pH de la madera.....	12
2.12. Efectos de la edad y lugar o sitio.....	13
2.13. Estudios realizados sobre el pH de la madera.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.2. Materiales y equipos.....	16
3.2.1. Material biológico.....	16
3.2.2. Material de campo y transformación para obtener la muestra	16
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	17
3.2.4. Reactivos.....	17
3.3. Metodología.....	17
3.3.1. Selección de árboles de <i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don.....	17
3.3.2. Definición de la zona en el árbol.....	18
3.3.3. Reconocimiento de albura y duramen.....	18
3.3.4. Obtención de aserrín.....	18
3.3.5. Clasificación de muestras.....	19
3.3.6. Preparación de reactivos.....	19
3.3.7. Preparación de soluciones acuosas de madera.....	19
3.3.8. Mediciones de pH.....	20
3.3.9. Determinación de Extractivos (Solubles en etanol- benceno).....	20
3.4. Diseño de la investigación	21
3.5. Diseño estadístico y factores estudiados.....	22

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. RECOMENDACIONES.....	38
VII. ABSTRACT.....	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
IX. ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Factores estudiados y sus correspondientes niveles.....	22
2. Análisis de varianza.....	22
3. Valores promedio de pH en madera de albura y duramen por nivel de altura de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i> ...	23
4. Análisis de varianza del contenido pH de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	25
5. Comparación de promedios Duncan de pH en los nivel de altura del árbol de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	26
6. Comparación de promedios Duncan de pH de albura y duramen de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	27
7. Interacción del pH entre sección y niveles de altura de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	28
8. Valores promedio de extractivos en madera de albura y duramen por nivel de altura de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	30
9. Análisis de varianza del contenido de extractivos de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	32
10. Comparación de promedios de Duncan en extractivos en los niveles de altura de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	32

11.	Comparación de promedios de Duncan en extractivos de albura y duramen de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i> ...	34
12.	Interacción de extractivos entre sección y niveles de altura de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	35

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1 Niveles de altura de la especie forestal en estudio.....	18
2 Valores promedio de pH de albura y duramen por niveles de altura.....	24
3 Valores promedio de pH en madera de albura y duramen por niveles de altura de la especie forestal <i>Jacaranda copaia</i>	26
4 Valores promedio de pH de albura y duramen.....	27
5 Interacción de los extractivos entre sección y niveles de altura.....	29
6 Valores promedio de extractivos de albura y duramen por niveles de altura.....	31
7 Comparación de promedios en extractivos por niveles de altura.....	33
8 Comparación de promedios en extractivos de albura y duramen por niveles de altura d fuste.....	34
9 Interacción del pH entre sección y niveles de altura.....	36
10 Tala de árbol.....	46
11 Sacando la muestra para la evaluación.....	47
12 Tamizado de la muestra.....	47
13 Pesado de la muestra.....	48

14	Mezcla de la muestra con agua destilada.....	48
15	Filtración al vacío en la digestión básica de determinación de pH.....	49
16	Medición del pH.....	49
17	Cartucho de papel filtro con 1 g de muestra.....	50
18	Determinación de extractivos Método de Soxlet.....	50

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio de nutrición animal de la facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), utilizando madera de la especie forestal *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana", extraída del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Teniendo como objetivo evaluar la acidez (pH) y contenido de extraíbles de albura y duramen en tres niveles de altura del fuste (base, medio y ápice). Los resultados mostraron que *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" el promedio mayor de pH en los diferentes niveles se presentó en la sección del duramen con 6.91, seguido por la albura con 6.36 y el promedio mayor de pH en los diferentes niveles de altura del fuste se presentó en el nivel del ápice (A) con 6.79, seguido por el nivel medio (M) con 6.78 y último el nivel bajo (B) con 6.34. El promedio mayor de extractivos en los diferentes niveles se presentó en la sección del duramen con 1.332%, seguido por la albura con 0.388% y el promedio mayor de extractivos en los diferentes niveles de altura del fuste se presentó en el nivel bajo (B) con 0.894%, seguido por el nivel medio (M) con 0.854 %y último el nivel del ápice (A) con 0.832%. Por su parte, el valor de pH de la madera influye sobre el proceso de fraguado del adhesivo y es un elemento importante de considerar al decidir la cantidad de catalizador a agregar al adhesivo, los extractos son también de gran importancia para la

industria farmacéutica, sanitaria y en perfumería. La cantidad y composición de ellos depende de la especie, la parte del árbol, la época del año, las condiciones de crecimiento y otros factores.

I. INTRODUCCIÓN

Con el correr de los años las diferentes industrias madereras fueron dándose cuenta de la importancia de conocer muy bien la materia prima con la cual trabajaban, es así como fueron centrando sus intereses en las diferentes variables que se relacionan con sus procesos, pudiendo una vez conocidas éstas, modificarlos y mejorarlos.

En el caso de la industria de las maderas reconstituidas (contrachapados, aglomerados, fibras, etc.), la composición química de la madera tiene un rol muy importante, puesto que sus variables se relacionan íntimamente con el proceso. La acidez medida como pH y en contenido de extraíbles es una de las más importantes ya que influye en el fraguado de las resinas. Por ello el conocer la acidez de la madera con que se trabaja permitirá elegir la formulación adhesiva más adecuada y conveniente.

En nuestro país, específicamente en nuestra amazonía, los trabajos de investigación sobre las propiedades tecnológicas de la madera son muy generales, bajo esa premisa nos abocaremos a realizar este trabajo cuya finalidad es proporcionar información sobre una de las propiedades que aun no han sido estudiados como es el pH y extractivos de la especie en mención, el problema está basado principalmente en determinar el comportamiento de la especie forestal *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don, su pH y extractivos a

distintas alturas del fuste comercial tanto en la parte baja, media y alta en cinco árboles de la misma especie y diferencias de pH y extractivos entre albura y duramen.

Existe variación del pH y porcentaje de extractivos a diferentes alturas de albura y duramen, la importancia de la determinación del pH y extractivos radica en que estos facilitan la labor en el proceso de transformación industrial. Por ejemplo en la coloración de la madera, fijación de determinados preservantes químicos, barnices y lacas, y principalmente en el fraguado de adhesivos de diferentes tipos y concentraciones utilizados en la industria de tableros de madera sólida, (ante estas dificultades es necesario resaltar la importancia de este trabajo de investigación sirva de base para trabajos futuros).

1.1. Objetivos

- Evaluar la acidez (pH) de albura y duramen en tres niveles de altura del fuste (base, media y alta) de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.
- Evaluar del contenido de extraíbles de albura y duramen en tres niveles de altura del fuste (base, media y alta) de la especie *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción taxonómica de la *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. “Huamanzamana”

Según. REYNEL *et al.*, (2003), da la clasificación siguiente:

REYNO	: Plantae
DIVISIÓN	: Magnoliophyta
CLASE	: Magnoliopsida
FAMILIA	: Bignonaceae
GENERO	: Jacaranda

NOMBRE CIENTÍFICO: *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

NOMBRE VULGAR : Huamanzamana

2.2. Características de la especie

2.2.1. Distribución Geográfica: La especie crece en elevaciones bajas, en climas húmedos o muy húmedos, preferentemente en las « tierras firmes» (zonas a salvo de las inundaciones). Se conforma con suelos pobres, incluso con los que se componen en parte de laterita. Bastante común en bosques secundarios, se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, entre 0 y 1500 msnm. La especie es abundante por ser pionera y de rápido crecimiento como el "palo balsa o topa" en la amazonía del Perú según las zonas y los resultados de

inventarios disponibles, el volumen bruto de la Huamanzamana varía de 0.3 a 2m³/ha.

2.2.2. Árbol: De tronco recto, cilíndrico y raíces engrosadas en la base, alcanza hasta 45 m de altura total, la altura comercial varía de 12 a 16 m. El diámetro varía de 50 a 80 cm. La copa está formada por pocas ramas casi verticales, coronada por un penacho de hojas grandes, compuestas. La corteza superficial del tronco es rugosa, de color gris claro, con moteaduras gris verdosas. Corteza viva de color blanco a amarillo beige, con olor dulce que recuerda levemente la melaza; se oscurece bastante en contacto con el aire. La corteza de un grosor de 10 a 15 mm.

Hojas: Compuestas bipinnadas, opuestas; raquis no alado; muy grandes, de 60 a 100 cm de longitud, con cerca de 10 pares de pinnas; cada pinna con 20 a 24 folíolos; folíolos opuestos o subopuestos, de unos 2 a 7 cm de longitud; los terminales mayores que el resto; láminas color verde amarillento por la cara inferior; pecíolos y peciólulos engrosados; los raquis de las pinnas son acanalados en la parte superior. En árboles jóvenes las hojas pueden sobrepasar los 2 m de longitud. Ramitas jóvenes verdes, lenticeladas.

Flores: Dispuestas en manojos hasta de 50 cm de longitud. Flores de unos 5 cm de longitud, de color violeta claro, llamativas; cáliz campanulado y recubierto de pelos finos en su interior.

Fruto: Cápsula leñosa, aplanada, circular u ovalada, de 10 a 16 cm de longitud y 5 a 9 cm de ancho; se abre por dos lados para liberar semillas aladas, planas, transparentes, de 4 cm de longitud y 2.5 cm de ancho.

Las trozas suelen tener buena conformación. Algunas pueden presentar un corazón blando. La albura no se distingue. Conservación de las trozas Muy sensibles a los ataques de los insectos (picaduras negras) y de los hongos, necesitan que se les aplique obligatoriamente un tratamiento inmediatamente después del derribo y que se las evacue muy rápidamente del bosque llevándolas en camiones, se debe evitar la flotación por la poca durabilidad de la madera. Además después de una estancia prolongada en el agua, las trozas tienden a hundirse.

2.2.3. Características de la madera

Color: El tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color marrón muy pálido y las capas internas (duramen) de color similar a la albura, no observándose entre ambas capas contraste del color. Suele presentar decoloración producida por hongos. En madera seca, la albura se toma a color blanco rosáceo 8/2 7.5YR, el duramen a marrón pálido 7/4 10YR (REYNEL *et al*, 2003).

Olor	: No distintivo.
Lustre o brillo	: Moderado.
Grano y Textura	: Recto y Media.
Veteado o figura	: Definido por líneas vasculares.

2.2.4. Usos de la especie

Madera empleada en la fabricación de tableros, cajas, palillos de fósforos, mangos de escobas y en la producción de pulpa para papel. Los árboles de esta especie presentan un crecimiento rápido en sitios abiertos, por lo que pueden emplearse para recuperar ecosistemas degradados en lugares húmedos. También pueden utilizarse como árboles ornamentales por sus hermosas flores de color azul púrpura (REYNEL *et al*, 2003).

2.3. Albura y duramen

La albura se encuentra en la parte lejana al eje del tronco rodeando al duramen, su importancia radica en que es conductora de agua y nutrientes minerales desde la raíz hacia el interior de la madera, está constituida por un tejido parenquimático vivo que a menudo cumple con algunas funciones fisiológicas tal como almacenamiento de almidón y grasas (MELO, 1976).

El duramen se ubica en la parte céntrica del tronco junto a la médula, se origina cuando la madera formada con algunos años de antelación, sufre unos fenómenos denominados duraminización que determina como principal efecto el cambio de color, tonalidades más oscuras. Pero también se producen otros cambios, los que destaca la pérdida del contenido de humedad, la merma de sus cualidades de permeabilidad e incremento en el contenido de resinas, grasas, taninos y otras sustancias extractivas. La duraminización constituye el íntimo estado de transformación antes del siguiente proceso que es la degradación de los tejidos de los árboles (MELO, 1976).

2.4. Composición química de la madera

Para hacer un aprovechamiento óptimo de la madera desde el punto de vista químico es necesario conocer su composición química, cuyos compuestos surgen de la combinación de los elementos como Carbono 50%, Hidrógeno 6%, Oxígeno 43%, Nitrógeno 1%, Cenizas 0.5%. La que se compone, de forma general, de dos grupos de sustancias: extraíbles y los componentes de la pared celular, estos últimos comprenden la celulosa, lignina y hemicelulosa (HON y NOBUO, 1990).

Cada uno de estos componentes presenta distintas estructuras químicas. Sus proporciones, en los vegetales leñosos, comprenden los siguientes rangos de valores (HON y NOBUO, 1990).

Componentes de la lignina, entre 25 y 35% (maderas blandas), entre 17 y 25% (maderas duras), celulosa, entre 40 y 45%, prácticamente igual tanto para maderas duras que para maderas blandas; hemicelulosa, 20% (maderas blandas), entre 15 y 35% (maderas duras). Por otra parte se puede decir que los árboles no podrían alcanzar tanta altura si sus troncos no estuvieran impregnados de lignina, cuya propiedad de aglutinamiento proporciona la dureza y rigidez necesaria a los haces de fibras celulósicas (HON y NOBUO, 1990).

2.5. Extractivos de la madera

Son aquellas sustancias que no forman parte de la pared celular y que pueden ser extraídos con solventes neutros. Por sustancias extraíbles de

la madera se entienden aquellas sustancias que se extraen de diferentes partes de los árboles de coníferas y latifoliadas mediante agua, disolventes orgánicos, vapor de agua y mediante un exprimido mecánico (Vidorov, 1987, citado por ESTHER, 2005).

2.6. Componentes extraíbles

Existen en la madera pequeñas cantidades de otros materiales de diferente naturaleza, los cuales son fácilmente extraídos como son: terpenos, resinas, fenoles ácidos grasos. Su porcentaje varía de unas maderas a otras (entre 2 y 8%), pero en cualquier caso no representan ningún problema en el proceso de industrialización.

Tenemos compuestos alifáticos, aromáticos, alcoholes, y varios tipos de ácidos, esterres y compuestos fenólicos, taninos, aceites esenciales, resinas, ceras y algunos alcaloides. Se incluye además a los componentes inorgánicos y a los carbohidratos solubles en agua. De esta lista solo un pequeño grupo de ellos es tecnológicamente importante. Los extraíbles están distribuidos en el lumen de la célula en los canales resiníferos, en las células parenquimáticas radiales y en menor cantidad en la lámina media, espacios intercelulares, y pared celular de traqueídas y fibras. Es importante destacar que los extractivos (extraíbles) a pesar de dar propiedades especiales tales como color, olor y durabilidad, no forman parte de la madera. El contenido de extractos en la mayoría de las maderas es bajo, por ejemplo en especies que crecen en zonas templadas se presentan en cantidades promedio de 5% y en especies de zonas tropicales representan un 10%, los azúcares, el almidón y

algunos compuestos nitrogenados se les encuentran en la albura y las sustancias fenólicas se encuentran normalmente en el duramen. Los extractivos se ubican preferentemente en el duramen, pero existe una pequeña cantidad en la albura que alcanza un promedio de 1 - 2%, respecto al peso seco de la madera. La cantidad de extractivos decrece en forma gradual en el árbol desde el suelo hasta la copa (FENGEL y WEGENER, 1984).

2.7. Importancia de los extractivos

La importancia de los compuestos contenidos en los extractos reside en su aplicación en diversos tipos de industrias: cosmética, farmacia, alimentación, adhesivos, resinas, pinturas, tintas, plaguicidas, curtición y recubrimientos, entre otras (RICHTER *et al*, 1996).

2.8. Influencia sobre el pH

2.8.1. Influencia de los extractivos en el pH

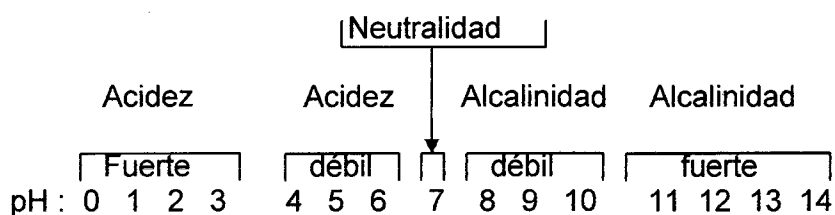
La importancia de los extractivos, en que estos son los que determinan el pH y de la madera, propiedades que dependen del tipo y cantidad de los compuestos extraíbles (WEGENER, 1984).

Pero la acidez de la madera depende de la cantidad y tipos de extraíbles. Su pH está en la albura esta entre 5 y 6 para casi todas las especies. En el duramen algunos extraíbles, especialmente los taninos, pueden acidificar más la superficie (JOHNS y NIAZI, 1980).

2.9. El pH

Es una unidad de medida aceptada y común como un "metro" es una medida de la longitud, y un "litro" es una medida de volumen fluido. El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Es necesario porque, dado que en ciertos casos no es suficiente decir que el agua está caliente, o no es suficiente decir en ciertos casos que el jugo del limón es ácido, al saber que su pH es 2.3 nos dice el grado exacto de acidez. Necesitamos ser específicos.

Para toda solución, la acidez o basicidad dependerá de la cantidad de iones hidrógeno o iones hidroxilo presentes, es decir la concentración de iones hidrógeno e hidroxilo determinará el nivel de acidez o basicidad de la solución. Por lo tanto una sustancia se comportará al nivel de acidez o basicidad, cuando al disolverla en agua aumente la cantidad de iones H^+ u OH^- (FENGEL y WEGENER, 1984). Podemos definir los diferentes niveles de acidez o basicidad mediante una escala que comprende el rango de 1 a 14. Definiéndose como ácidas las sustancias o soluciones cuyo pH esté en el rango de 1 a 6 y se definirá como básicas o alcalinas las sustancias o soluciones cuyo pH esté en el rango de 8 a 14 y el valor central se considera como pH neutro (FENGEL y WEGENER, 1984).



2.10. Métodos para la determinación del pH de la madera

NIAZI K. (1980), manifiestan que; la prepararon diferentes soluciones de ácidos y bases en ellas se sumergieron muestras de madera, la solución que no varío su pH representará el verdadero pH de la madera este método puede decirse que es más exacto, pero por la desventaja que posee es necesario preparar una gran cantidad de soluciones con valores de pH aproximados al de la madera. En 1958 Ingruber usó el método de Campell y Bryant, para obtener una gráfica de variación de pH de la mezcla en función del pH original, interpolando para determinar el punto en que no ocurrieran cambios de pH.

STAMM (1966) menciona que comparó el método de CAMPELL y BRYANT y el usado por INGRUBER con el método de medición de pH en la superficie de la madera húmeda y encontró que los métodos dan resultado comparable, sin embargo, el último resultó ser menos exacto, pues presentan errores en las mediciones que no se han realizado adecuadamente. Este investigador estableció, que la simple extracción usando una mezcla de madera molida y agua en proporción de 1:6 da valores satisfactorios de pH.

El procedimiento que generalmente se utiliza para determinar el pH de las maderas consiste en mezclar polvo de madera en 5 a 10 veces su peso en agua destilada, llevada a ebullición y enfriar o simplemente agitarlo por varios minutos sin calentar, seguido de la determinación del pH del extracto de agua. Los resultados obtenidos pueden verse afectados por la extracción incompleta de los extractivos, que afectan el pH de la madera, variación de la

cantidad y tipo de componentes extractivos en el agua y variación en el pH original del agua. Otro método para determinar el pH es la determinación calorimétrica de la concentración de iones de hidrógeno, que se realiza con indicadores cuyos colores dependen del pH. Este método induce al error, ya que depende de la apreciación personal (STAMM, 1966).

2.11. pH de la madera

El pH de la madera es una propiedad que tiene influencia en varios campos del aprovechamiento de la madera: el pH influye en la corrosión de metales en contacto con ella, en la fijación de determinados preservantes químicos, en la coloración de algunas maderas expuestas a la radiación solar, en la fijación de lacas y barnices sobre su superficie y en el fraguado de colas y adhesivos, ya sea en madera sólida o en forma de chapas o partículas para la producción de tableros (FENGEL y WEGENER, 1984).

Las variaciones de pH, que se presentan en las diferentes partes del árbol, están en función a factores como calidad de sitio (pH del suelo), y otros factores como temporada de corte o volteo del árbol, altura de la muestra, densidad, contenido de humedad de la madera y cantidad de extractivos presentes en la madera (KOLLMANN, 1959).

Se puede observar diferencias de pH entre madera de la base y de la copa de un árbol. La madera de la copa muestra en la mayoría de los casos, menos acidez que a la altura del pecho (ALBIN, 1975).

2.12. Efectos de la edad y lugar o sitio

Los efectos de la edad varían por especie y localización geográfica donde los árboles crecen. El aumento de la edad en los árboles, va acompañado de una serie de fenómenos que modifican la calidad de la madera. Así para una cierta edad se verifica, un descenso en la rapidez de crecimiento, un aumento en la textura promedio para la sección del fuste y generalmente, un incremento en el grosor de las paredes celulares (MORALES, 1968).

El sitio de procedencia de los árboles juega un papel muy importante en la variabilidad de las propiedades de la madera. La influencia del sitio sobre la densidad fue determinada por diversos investigadores

Esta distribución está regida por una serie de factores entre los que se pueden destacar los de significado genético y ecológico. Su composición y cantidad relativa dependen de diversos factores como especie, edad y región. Estos constituyentes son responsables de algunas características de las plantas como resistencia natural a la pudrición, sabor y propiedades abrasivas. Los extractivos del duramen se consideran los responsables de impartir a ciertas especies de maderas olores, sabores y son también muy resistentes al ataque de hongos e insectos (Echenique, 1993, citado por ALVAREZ, 2005).

2.13 Estudios realizados sobre el pH de la madera

POYRY R. (1973), menciona que; usó el método de CAMPBELL y BRYANT, para obtener una gráfica de variación de pH de la mezcla en función

del pH original, interpolando para determinar el punto en que no ocurrían cambios de pH.

STAMM (1966), menciona que; comparó el método de CAMPELL y BRYANT y el usado por INGRUBER con el método de medición de pH en la superficie de la madera húmeda. STAMM, encontró que dan resultado comparable, sin embargo, el último resultó ser menos exacto, pues presentan errores en las mediciones que no se han realizado adecuadamente. Este investigador estableció, que la simple extracción usando una mezcla de madera molida y agua en proporción de 1:6 da valores satisfactorios de pH.

El procedimiento que generalmente se utiliza para determinar el pH de las maderas consiste en mezclar polvo de madera en 5 a 10 veces su peso en agua destilada, llevada a ebullición y enfriar o simplemente agitarlo por varios minutos sin calentar, seguido de la determinación del pH del extracto de agua. Los resultados obtenidos pueden verse afectados por la extracción incompleta de los extractivos, que afectan el pH de la madera, variación de la cantidad y tipo de componentes extractivos en el agua y variación en el pH original del agua. Otro método para determinar el pH es la determinación calorimétrica de la concentración de iones de hidrógeno, que se con indicadores cuyos colores dependen del pH. Este método induce al error, ya que depende de la apreciación personal (STAMM, 1966).

POBLETE Y ROFFAEL (1990), al determinar la cantidad de extraíbles y la acidez en corteza de cuatro especies nativas chillenas,

encontraron que el valor de pH varía en forma importante dependiendo de la especie, diferencias similares se encontraron para la capacidad buffer.

POBLETE, et al (1998), al realizar un estudio sobre el duramen y albura de *Acacia melanoxylon* como materia prima para tableros de partículas. Determinaron que el duramen presenta un mayor contenido de extraíbles y un menor valor de pH que la albura.

Algunos investigadores al realizar estudios sobre determinación de pH; obtuvieron resultados con un coeficiente de variabilidad menos del 30 % las cuales son considerados como un valor válido y representativo final (ALVAREZ y HERNANDEZ, 2001). Además, cuando el error experimental tiende a cero, indica el grado de precisión que ha alcanzado el experimento (VÁSQUEZ, 1990).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, localizada en el Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, con las siguientes coordenadas UTM:

Este : 390775
Norte : 8970603
Altitud : 660 m.s.n.m.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material biológico

El material biológico para el presente trabajo de investigación fue *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don., obtenido del Bosque Reservado de Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).

3.2.2. Material de campo y transformación para obtener la muestra

Motosierra, machete, pintura esmalte, combustible.

3.2.3. Materiales de laboratorio

Tamizadores de 40 - 60 de granulometría, peachímetro, molino de cuchillas, balanza analítica, equipo soxhlet, matraces, termómetro, espátulas, vasos de precipitación, probetas, papel filtro y bomba de vacío.

3.2.4. Reactivos

Agua destilada, alcohol al 96° y benceno.

3.3. Metodología

3.3.1. Selección de árboles de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Se realizó una selección y colección según la Norma Técnica Peruana (NTP) N° 251.008, la que establece un mínimo de cinco árboles por especie, en este caso se utilizó cinco árboles forestales de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Para la selección se consideró árboles de buen fuste recto, sin ramificación baja, ni daños patológicos.

Los árboles fueron extraídos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Los árboles seleccionados fueron apeados con una motosierra en tres posiciones del fuste (base, media y alta) y diferenciando la albura del duramen, luego fueron llevados al Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria forestal.

3.3.2. Definición de la zona en el árbol

Para la determinación del pH y contenido de extraíbles se empleó cinco árboles diferenciando tres alturas de fuste de la altura comercial, desde el tocón hasta la copa como se observa en la Figura 1.

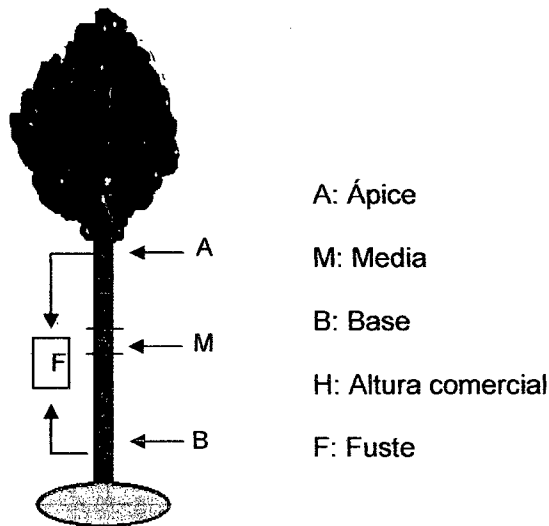


Figura 1. Niveles de altura de la especie forestal en estudio

3.3.3. Reconocimiento de albura y duramen

Previamente se identificó en cada troza de 40 cm a diferentes alturas del fuste (base, media y alta), la albura y el duramen, seguidamente se identificó y separó con una cierra disco.

3.3.4. Obtención de aserrín

Cada muestra de albura o duramen según como corresponda se convirtió en aserrín con la ayuda de una cierra disco, luego se molió en un molino y después fueron llevados a una estufa para ser secadas con una

temperatura de 70 °C por espacio de tres días, finalmente se almacenó con sus respectivos códigos.

3.3.5. Clasificación de muestras

Esta fase del trabajo estuvo regido a las normas American Society for Testing and Materials (ASTM) que indica el análisis químico debe realizarse con madera de tamaño de partículas entre 425 y 250 μm . Es así que la madera molida fué tamizada utilizando mallas (40 y 60). La cantidad de madera molida retenida en el tamiz de 40 no se utilizó en el ensayo, mientras la que pasó la malla de 40 no es la adecuada, la que queda retenida en el tamiz de 60 después de cernir en el mismo tamiz es la adecuada para el análisis, posteriormente ésta madera molida, fue almacenada en frascos plásticos y cerrados herméticamente hasta el ensayo respectivo que se realizó el mismo día.

3.3.6. Preparación de reactivos

Para el análisis correspondiente, se usó una mezcla de alcohol (96°) - benceno (1:2 v/v)

3.3.7. Preparación de soluciones acuosas de madera

Se pesó 25 gramos de muestra (granulometría de 40 a 60 mallas) en una balanza de precisión, luego se agregó dentro de un balón de 250 ml de agua destilada la muestra pesada anteriormente, se agitó para sumergir la muestra. El balón se llevó a un sistema de extracción simple (equipo Soxhlet),

durante 20 minutos y luego se dejó enfriar, para luego ser filtrada (con la ayuda de un papel filtro y un embudo). Posteriormente el extracto de 250 ml fue sellado herméticamente para evitar la oxidación hasta el momento del ensayo que se realizó el mismo día.

3.3.8. Mediciones de pH

Del extracto acuoso de madera se echó en un vaso teniendo en cuenta la temperatura (20 °C aproximadamente) procediendo a enfriar o calentar según lo requiera. Una vez homogenizada la temperatura y previamente bajo agitación magnética se registró el pH, introduciendo los electrodos del pHímetro en la solución registrando su respectiva lectura.

3.3.9. Determinación de Extractivos (Solubles en etanol-benceno)

La determinación de extractivos solubles en etanol - benceno se realizó de acuerdo con la norma Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI) 204 os-76 (CARLOS, 2008).

Se pesó el papel de filtración rápida (MP), se determinó la fracción de masa seca (K), pesar en el papel 1 gramo de muestra (Mpm), se envolvió la muestra con el papel, luego se colocó en la cámara central del equipo de Soxhlet, en un matraz se le agregó 150 ml de alcohol-benceno, se colocó en un equipo de extracción tipo Soxhlet, se ajustó el calentador de tal forma que la velocidad de evaporación reciclará el solvente 6 veces por hora, después se dejó de 4 a 5 horas, luego el solvente se recuperó por extracción, después la muestra envuelto con el papel filtro se dejó secar al ambiente por espacio de 5

horas, luego se puso a la estufa a 105 °C, luego se retiró de la estufa, después se colocó al desecador y por ultimo se pesó el papel con la muestra (Mprs).

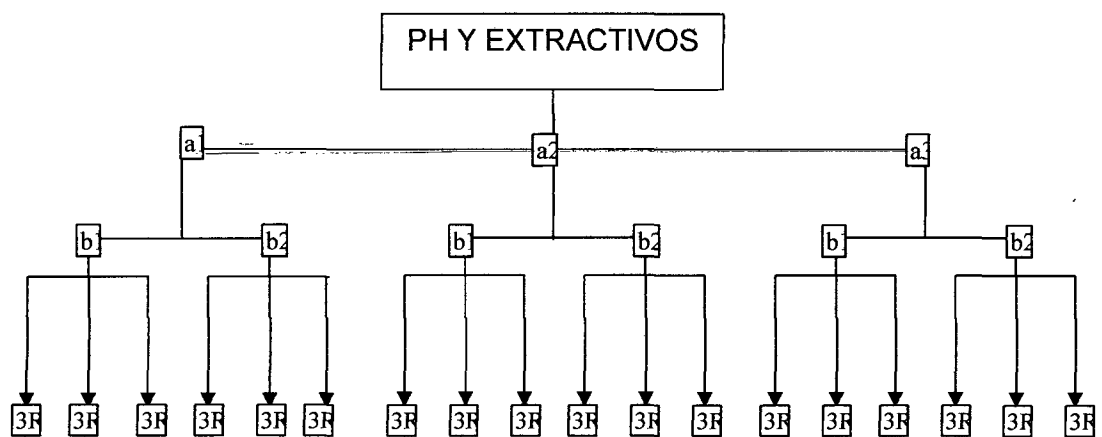
$$\text{Extractivos (\%)} = ((Mm \cdot K - Mrs) / Mm \cdot K) \cdot 100$$

Mm = Masa de la muestra

Mrs = Peso del residuo seco

K = Fracción de masa seca

3.4. Diseño de la investigación



Leyenda:

PH = % Hidrógeno

a1, a2, a3 = altura del árbol (a1 = base, a2 = media; a3 = alta)

b1, b2 = sección del árbol (b1 = albura, b2 = duramen)

3R = 3 sub. muestras

3.5. Diseño estadístico y factores estudiados

Se utilizó un Diseño Experimental Completo Al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 3A X 2B.

Cuadro 1. Factores estudiados y sus correspondientes niveles

Factores	Niveles	Símbolo
A. Altura de fuste	Base (B)	a ₁
	Medio (M)	a ₂
	Alta (A)	a ₃
B. Sección de fuste	Albura (A)	b ₁
	Duramen(D)	b ₂

Los datos se analizó bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 3A X 2B, las mismas que se muestran en el Cuadro 2, para comparar la diferencia entre promedios se utilizó la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Análisis de varianza

Fuente de variación	G.L.
Altura de fuste (A)	2
Sección del fuste (B)	1
A * B	2
Error experimental	24
Total	29

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Valores promedio de pH

En el Cuadro 3 y Figura 2, se detallan los resultados promedios obtenidos de las mediciones efectuadas en madera de albura y duramen de cada uno de los árboles. Se incluye además el resultado promedio total para cada nivel de altura de la especie forestal en estudio y el coeficiente de variabilidad.

Cuadro 3. Valores promedio de pH en madera de albura y duramen por nivel de altura de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Árbol N°	Valores promedio de pH					
	Niveles de altura del fuste					
	Base		Medio		Ápice	
	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen
1	6.26	6.41	6.51	6.55	6.60	6.52
2	5.91	5.93	6.19	7.32	6.32	7.32
3	7.29	7.52	7.23	8.04	7.21	8.22
4	5.58	6.09	6.12	6.93	5.91	7.14
5	5.94	6.51	6.14	6.74	6.21	6.49
Promedio	6.20	6.49	6.44	7.12	6.45	7.14
Desviación estándar	0.66	0.62	0.47	0.59	0.49	0.71
Coficiente de variabilidad	10.61	9.58	7.29	8.27	7.61	9.92

Los coeficientes de variabilidad de los valores promedio del pH en los diferentes niveles de altura del árbol base, medio y ápice se presentan en la albura y duramen, con valores de 10.61, 9.58, 7.29, 8.27, 7.61 y 9.92% respectivamente, menores al 30%, éstos valores se presentan por la homogeneidad del pH que existe en las diferentes partes del árbol, tal como mencionan algunos investigadores al realizar estudios sobre la determinación del pH, que resultados con un coeficiente de variabilidad menos del 30% son considerados como un valor válido y representativo final (ALVAREZ y HERNANDEZ, 2001). Esto indica que el error experimental fue controlado de manera aceptable, debido al buen desempeño de la metodología empleada para el presente trabajo de investigación.

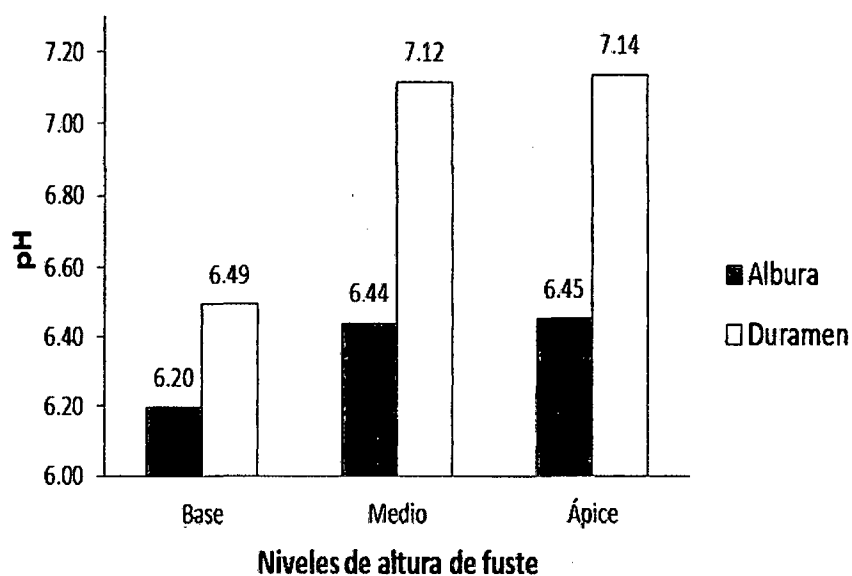


Figura 2. Valores promedio de pH de albura y duramen por niveles de altura

Las variaciones de pH, que se presentan en las diferentes partes del árbol, están en función a factores como calidad de sitio (pH del suelo), y otros factores como temporada de corte o volteo del árbol, altura de la muestra, densidad, contenido de humedad de la madera y cantidad de extractivos presentes en la madera (KOLLMANN, 1959).

4.2. Análisis de variancia del pH de la especie forestal *Jacaranda copaia*. en tres niveles de altura y secciones del árbol

Luego de realizar el análisis de variancia (ANVA); prueba que nos permitió medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes tratamientos.

El análisis de variancia (Cuadro 4) indica que no existe significancia entre los niveles de altura ni en la relación entre altura y sección, pero si existe significancia entre secciones, todo con respecto al pH, aún así se realizaron las demás pruebas para contrastar este resultado (la prueba de Duncan $p < 0.05$).

Cuadro 4. Análisis de variancia del contenido pH de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Fuente de variación	G.L.	C.M	FC	SIG.
Altura de fuste (A)	2	0.656	1.850	NS
Sección del árbol (B)	1	2.291	6.456	*
A*B	2	0.127	0.359	NS
Error experimental	24	0.355		
Total	29			

CV = 8.25%

* = Significancia (Nivel de significancia al 95%)

En la Figura 3 y Cuadro 5, se muestra la comparación de promedios de pH (prueba de Duncan al 0.05), en tres niveles de altura del fuste de los cinco árboles donde indica que el nivel alto (A) alcanzó el mayor promedio, sin superar estadísticamente a los niveles medio (M) y bajo (B).

Cuadro 5. Comparación de promedios Duncan de pH en los niveles de altura del árbol de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Niveles	Promedios	Duncan ($p < 0.05$)
Base	6.34	A
Medio	6.78	A
Ápice	6.79	A

Se puede observar diferencias de pH entre madera de la base y de la copa de un árbol. La madera de la copa muestra en la mayoría de los casos, menos acidez que a la altura del pecho (ALBIN, 1975).

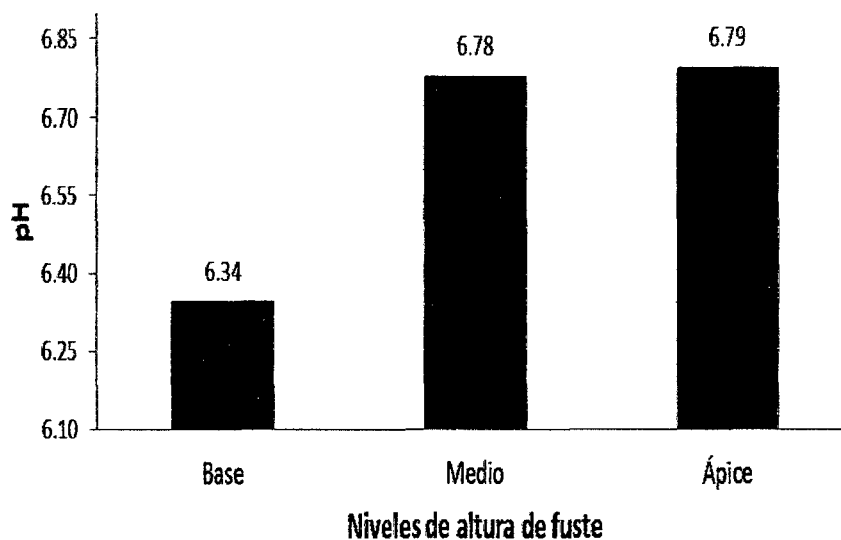


Figura 3. Valores promedio de pH en madera de albura y duramen por niveles de altura de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Por otro lado, en la figura 4 y Cuadro 6, se muestra que la madera de duramen (D) alcanzó el mayor promedio en pH, superando estadísticamente a la sección de la albura (A).

Cuadro 6. Comparación de promedios Duncan de pH de albura y duramen de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Niveles	Promedios	Duncan($p < 0.05$)
Albura	6.36	a
Duramen	6.91	b

Pero la acidez de la madera depende de la cantidad y tipos de extraíbles. Su pH está en la albura y se encuentra entre los rangos 5 y 6 para casi todas las especies. En el duramen algunos extraíbles, especialmente los taninos, pueden acidificar más la superficie (JOHNS and NIAZI, 1980).

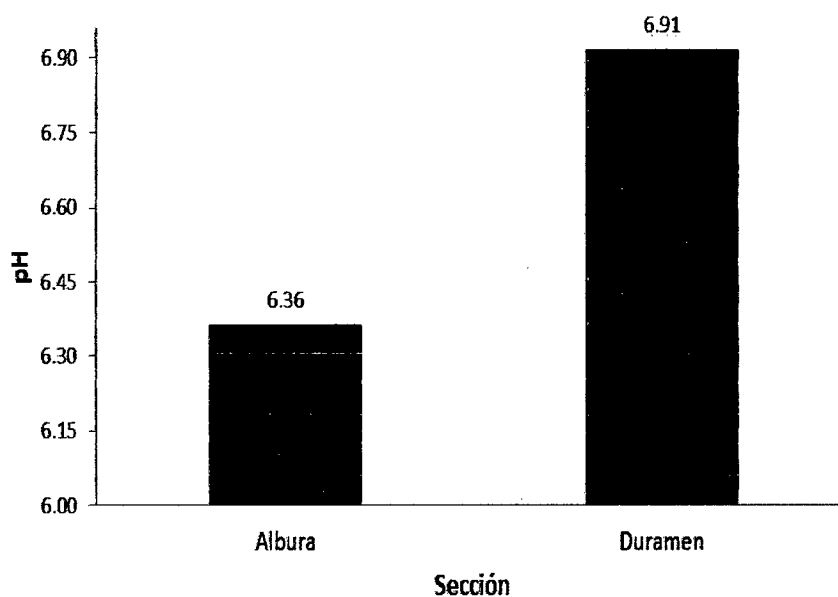


Figura 4. Valores promedio de pH de albura y duramen

4.3. Interacción del pH entre sección y niveles de altura

En el Cuadro 7 y Figura 5, se observa que el duramen y la albura mediante van subiendo de base a ápice, el contenido de pH se va poniendo más alcalino, así mismo la albura es más alcalina que el duramen a lo largo del árbol, a la vez esto nos permite tomar decisiones.

Cuadro 7. Interacción del pH entre sección y niveles de altura de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Nivel de altura	Sección	
	Albura	Duramen
Base	6.20	6.49
Medio	6.44	7.12
Ápice	6.45	7.14

El pH de la madera influye en la corrosión de metales en contacto con ella, en la fijación de determinados preservantes químicos, en la coloración de algunas maderas expuestas a la radiación solar, en la fijación de lacas y barnices sobre su superficie y en el proceso de fraguado del adhesivo y es un elemento importante de considerar al decidir la cantidad de catalizador a agregar al adhesivo y adhesivos, ya sea en madera sólida o en forma de chapas o partículas para la producción de tableros (FENGEL y WEGENER, 1984).



Figura 5. Interacción de los extractivos entre sección y niveles de altura

4.4. Valores promedio de extractivos

En el Cuadro 8 y Figura 6, se detallan los resultados promedios obtenidos de las mediciones efectuadas en madera de albura y duramen de cada uno de los árboles. Se incluye además el resultado promedio total para cada nivel de altura de la especie forestal en estudio y el coeficiente de variabilidad.

Cuadro 8. Valores promedio de extractivos en madera de albura y duramen por nivel de altura de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Valores promedio de Extractivos						
Árbol	Niveles de altura del fuste					
	Base		Medio		Ápice	
	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen
1	0.361	1.431	0.390	1.304	0.415	1.279
2	0.380	1.495	0.441	1.319	0.446	1.245
3	0.346	1.476	0.381	1.307	0.391	1.238
4	0.355	1.349	0.377	1.306	0.361	1.278
5	0.357	1.394	0.397	1.317	0.427	1.245
Promedio	0.360	1.429	0.397	1.311	0.408	1.257
Desviación estándar	0.013	0.060	0.026	0.007	0.033	0.020
Coefficiente de variabilidad	3.481	4.165	6.471	0.511	8.042	1.599

Los coeficientes de variabilidad de los valores promedio de extractivos en los diferentes niveles del árbol base, medio y ápice de la albura y duramen son de 3.481, 4.165, 6.471, 0.511, 8.042 y 1.599% respectivamente siendo menores al 30% los cuales son considerados como valores validos representativos (ALVAREZ y HERNANDEZ, 2001).

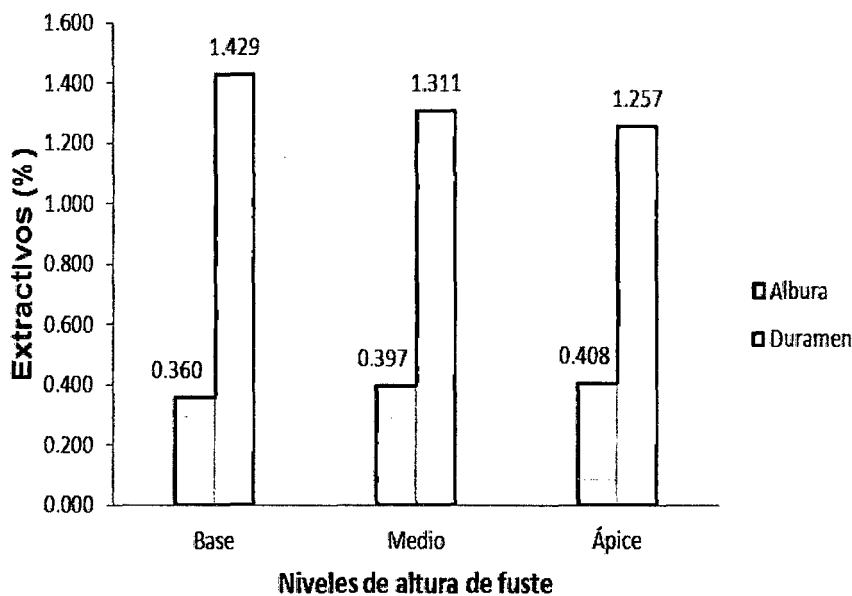


Figura 6. Valores promedio de extractivos de albura y duramen por niveles de altura

4.5. Análisis de variancia de extractivos de la especie forestal *Jacaranda copaia*. en tres niveles de altura y secciones del árbol

Luego de realizar el análisis de varianza (ANVA); prueba que nos permitió medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes tratamientos.

El análisis de varianza (Cuadro 9) indica que son altamente significativos entre los niveles de altura, entre sección y entre la relación altura y sección, con respecto a los extractivos, de acuerdo a eso se realizaron las demás pruebas para contrastar este resultado (la prueba de Duncan $p < 0.05$).

Cuadro 9. Análisis de varianza del contenido de extractivos de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Fuente de variación	G.L.	C.M	FC	SIG.
Altura de fuste (A)	2	0.010	10.079	**
Sección del árbol (B)	1	6.680	6811.642	**
A*B	2	0.032	32.650	**
Error experimental	24	0.001		
Total	29			

CV = 3.64%

** = Alta Significancia (Nivel de significancia al 97.5%)

En la Figura 7 y Cuadro 10, muestran la comparación de promedios (prueba de Duncan al 0.05) de extractivos en tres niveles de altura del fuste de los cinco árboles, donde indica que el nivel bajo (B) alcanzó el mayor promedio de extractivos al superar estadísticamente al nivel alto (A) y al nivel medio (M). Asimismo que el nivel alto (A) presentó menor promedio en extractivos que el nivel medio (M), pero siendo estadísticamente iguales. Se puede observar diferencias de extractivos entre madera de la base y de la copa de un árbol.

Cuadro 10. Comparación de promedios de Duncan en extractivos en los niveles de altura del árbol de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Niveles	Promedios	Duncan ($p < 0.05$)
Base	0.894	A
Medio	0.854	B
Ápice	0.832	B

La cantidad de extractivos decrece en forma gradual en el árbol desde el suelo hasta la copa. (FENGEL y WEGENER, 1984).

El contenido de extractos en la mayoría de las maderas es bajo, por ejemplo en especies que crecen en zonas templadas se presentan en cantidades promedio de 5% y en especies de zonas tropicales representan un 10%. La cantidad de extractivos decrece en forma gradual en el árbol desde el suelo hasta la copa (FENGEL y WEGENER, 1984).

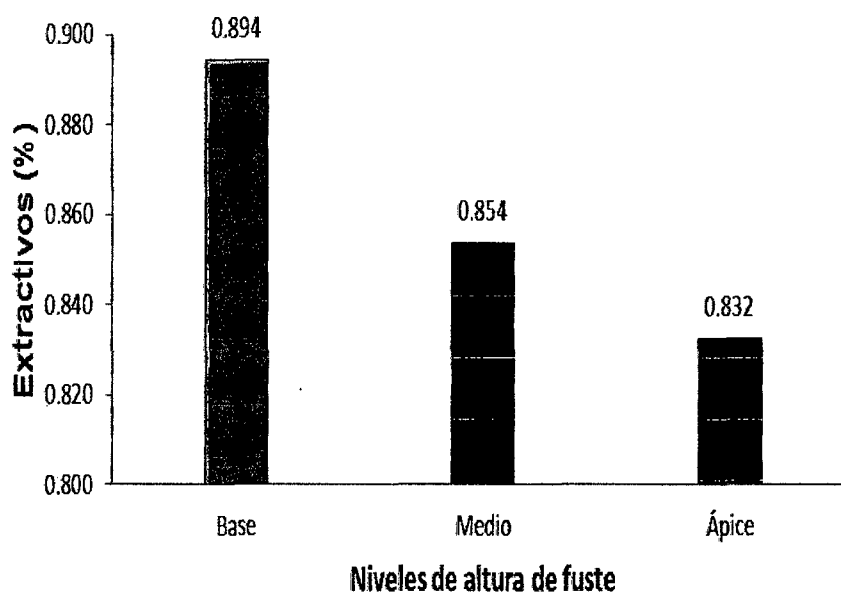


Figura 7. Comparación de promedios en extractivos por niveles de altura

Por otro lado, en la figura 8 y Cuadro 11, se muestra que la madera de duramen (D) alcanzó el mayor promedio de extractivos, superando estadísticamente a la sección de albura (A).

Cuadro 11. Comparación de promedios de Duncan en extractivos de albura y duramen de la especie forestal *Jacaranda copaia*

SECCIÓN	Promedios	Duncan ($p < 0.05$)
Albura	0.388	a
Duramen	1.332	b

La albura contiene menos cantidad de extraíbles que el duramen (JOHNS y NIAZI, 1980). Los extractivos se ubican preferentemente en el duramen, pero existe una pequeña cantidad en la albura que alcanza un promedio de 1 - 2%, respecto al peso seco de la madera. (FENGEL y WEGENER, 1984).

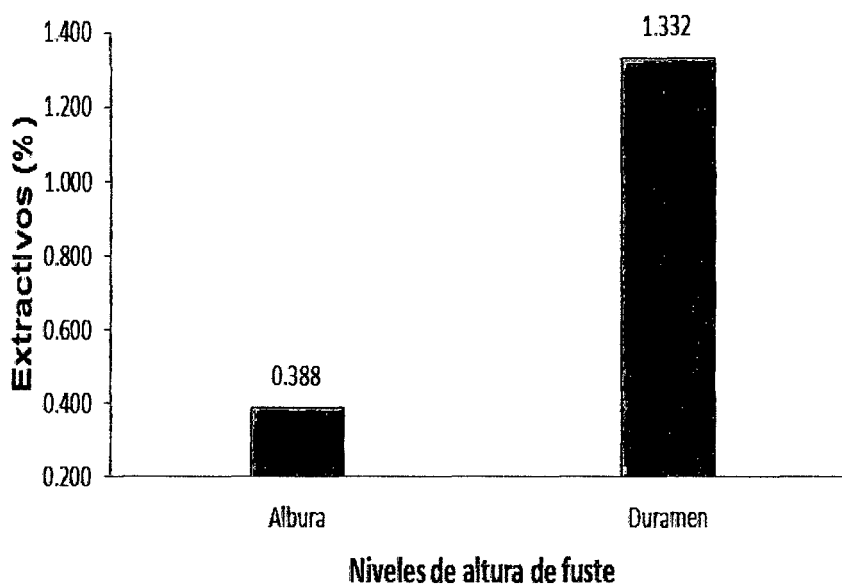


Figura 8. Comparación de promedios en extractivos de albura y duramen por niveles de altura de fuste

4.6. Interacción del extractivos entre sección y niveles de altura

En el Cuadro 12 y Figura 9, se observa que el duramen y la albura mediante van subiendo de base a ápice el contenido de extraíbles disminuye, del mismo modo a que el duramen tiene mayor % de extraíbles a lo largo del árbol.

Cuadro 12. Interacción de extractivos entre sección y niveles de altura de la especie forestal *Jacaranda copaia*

Nivel de altura	Sección	
	Albura	Duramen
Base	0.360	1.429
Medio	0.397	1.311
Ápice	0.408	1.257

A los azúcares, el almidón y algunos compuestos nitrogenados se les encuentran en la albura y las sustancias fenólicas se encuentran normalmente en el duramen. Los extractivos se ubican preferentemente en el duramen, pero existe una pequeña cantidad en la albura que alcanza un promedio de 1 - 2%, respecto al peso seco de la madera. La cantidad de extractivos decrece en forma gradual en el árbol desde el suelo hasta la copa (FENGEL y WEGENER, 1984).



Figura 9. Interacción del pH entre sección y niveles de altura

V. CONCLUSIONES

1. El promedio mayor de pH en los diferentes niveles se presentó en la sección del duramen con 6.91, seguido por la albura con 6.36.
2. El promedio mayor de pH en los diferentes niveles de altura del fuste se presentó en el nivel del ápice (A) con 6.79, seguido por el nivel medio (M) con 6.78 y ultimo el nivel bajo (B) con 6.34.
3. El promedio mayor de extractivos en los diferentes niveles se presentó en la sección del duramen con 1.332%, seguido por la albura con 0.388%.
4. El promedio mayor de extractivos en los diferentes niveles de altura del fuste se presentó en el nivel bajo (B) con 0.894%, seguido por el nivel medio (M) con 0.854 %y ultimo el nivel del ápice (A) con 0.832%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, para futuras investigaciones, profundizar más en el tema de pH y extractivos, las variables que influyan en estas propiedades de la madera debido a la importancia que tiene ya sea en la calidad del producto final como en la capacidad de producción de la empresa forestal.
2. Realizar el mismo trabajo de investigación para otras especies forestales de nuestra Amazonía.
3. Para futuras investigaciones sería muy importante implementar los laboratorios del Área de Tecnología y Aprovechamiento de la Madera con equipos y materiales adecuados para desarrollar investigaciones referentes a las propiedades tecnológicas de la madera.

VII. ABSTRACT

The research was conducted in the laboratory of nutrition animal science faculty of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), using wood from the forest species *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" extracted from the forest reserve of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). With the objective evaluate the acidity (pH) and extractable content of sapwood and heartwood in three levels of bole height (base, mid and apex). The results showed that *Jacaranda copaia* (Aubl.) D Don. "Huamanzamana" The higher average pH at different levels are presented in section 6.91 of heartwood, sapwood followed by 6.36 and higher average pH in different heights of the stem was presented at the apex (A) 6.79, followed by medium (M) with 6.78 and last low level (B) 6.34. The higher average of extractives in the different levels are presented in section 1332% heartwood, sapwood followed by 0.388% and higher average of extractives in the different heights of the stem was presented on the lower level (B) with 0.894%, followed by medium (M) with 0.854% and last level of the apex (A) 0.832%. For its part, the pH value of wood influences the adhesive curing process and is an important element to consider when deciding the amount of catalyst added to the adhesive, the extracts are also of great importance for the pharmaceutical industry, health and perfumes. The amount and composition of which depends on the species, the tree, the season, growing conditions and other factors.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBIN, R. 1975. Determinación del pH en diversas especies de los renovables de la provincia de Valdivia. Revista Bosque. Facultad de Ingeniería forestal. Chile. 30 p.
- ALVAREZ, G. 2005. Extractivos del árbol. En línea: www.ecoportal.net/contenido/temas_especiales/educacion_ambiente/extractivos_del_arbol.htm, documentos, 24/10/ 2005
- ALVAREZ, W. y HERNÁNDEZ, V. 2001. Determinación del pH y la capacidad buffer de la madera de *Pinus radiata* D. Don, proveniente de la zona III Arenales Bulnes - Mulchen. Seminario de Titulación Universidad del Bio Bio. Departamento Ingeniería en maderas. Concepción-chile. 82 p.
- CARLOS EDUARDO MUÑOS, 2008. Análisis químico de los recursos fibrosos para pulpa. Texto libre y gratis para usos no lucrativos nombrando la fuente www.cenunez.com.ar, versión marzo 2008
- FENGEL, D. y WEGENER, G. 1984. Wood chemistry, ultrastructure, reactions. Editorial Walter de Gruyter. New York, USA. 221pag.
- HON, D. y NOBUO, S. 1990. Wood and cellulosic chemistry. Editorial. Marcel Dekker, Inc. New York, USA. 4-230 p.
- JOHNS, W. and NIAZI, K. 1980. Effect of pH and buffering capacity of wood on the gelation time of urea-formaldehyde resin. Wood Fiber Sci.12: 255-263.

- KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Traducido por Instituto forestal de investigaciones y experiencias y el servicio de la madera. 2da. Edición. Madrid - España. Tomo I.
- MELO, R. 1976. Pulpa kraft de mezclas de maderas nativas del sur de Chile. Laboratorio de Productos Forestales-Instituto de Investigación Tecnológica. Escuela de Ingeniería. Universidad de Concepción, Chile. Parte I. 106 p.
- STAMM, A. 1966. A comparison of three methods for determining the pH of Wood and paper. Forest products journal. Circle Item 26. 310 p.
- REYNEL, PÉNNINGTON, FLORES y DAZA. 2003 .Árboles útiles de la Amazonía Peruana "un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies"[en línea] (http://www.icraf-eru.org/docs/14_arbolesamazon_Peru.pdf 25 marzo 2008)
- RICHTER, JONES; EZZELL, PORTER, AVDALOVIC y POHL. (1996). Accelerated solvent extraction: A technique for sample preparation. Anal. Chem.68 (6): 1033-1039.
- WEGENER, G. 1984. Wood chemistry, ultrastructure, reactions. Editorial Walter de Gruyter. New York, USA. 221 p.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos de contenido de humedad

Nº	ALTURA	SECCION	CH %
árbol 1	base	albura	12,22
		duramen	11,62
	medio	albura	11,95
		duramen	11,33
	ápice	albura	10,12
		duramen	11,90
árbol 2	base	albura	12,37
		duramen	10,80
	medio	albura	10,07
		duramen	12,49
	ápice	albura	12,15
		duramen	10,24
árbol 3	base	albura	10,87
		duramen	12,37
	medio	albura	11,82
		duramen	12,03
	ápice	albura	11,61
		duramen	9,61
árbol 4	base	albura	9,89
		duramen	15,13
	medio	albura	12,29
		duramen	11,28
	ápice	albura	15,22
		duramen	11,81
árbol 5	base	albura	11,80
		duramen	12,66
	medio	albura	12,93
		duramen	12,20
	ápice	albura	10,77
		duramen	10,11
Promedio			11,72

Anexo 2. Datos de fracción de masa seca.

Nº	ALTURA	SECCION	K
árbol 1	base	albura	0,88
		duramen	0,88
	medio	albura	0,88
		duramen	0,89
	ápice	albura	0,90
		duramen	0,88
árbol 2	base	albura	0,88
		duramen	0,89
	medio	albura	0,90
		duramen	0,88
	ápice	albura	0,88
		duramen	0,90
árbol 3	base	albura	0,89
		duramen	0,88
	medio	albura	0,88
		duramen	0,88
	ápice	albura	0,88
		duramen	0,90
árbol 4	base	albura	0,90
		duramen	0,85
	medio	albura	0,88
		duramen	0,89
	ápice	albura	0,85
		duramen	0,88
árbol 5	base	albura	0,88
		duramen	0,87
	medio	albura	0,87
		duramen	0,88
	ápice	albura	0,89
		duramen	0,90
Promedio			0,88

Anexo 3. Datos generales del árbol uno.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 1
Nombre científico: <i>Jacaranda copaia</i>	Altitud: 670 m.s.n.m.
Cap: 170 cm	Fecha: 30/10/2008
Dap = 54,113 cm	Observación: Tocón 39 cm
Altura total: 31,07 m	Coordenadas: Este 390694 UTM 8970672
Altura comercial: 19,87 m	

Anexo 4. Datos generales del árbol dos.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 2
Nombre científico: <i>Jacaranda copaia</i>	Altitud: 676 m.s.n.m.
Cap: 165,2 cm	Fecha: 18/11/2008
Dap = 52.585 cm	Observación: Tocón 30 cm
Altura total: 26,08 m	Coordenadas: Este 390980 UTM 8970625
Altura comercial: 11.78 m	

Anexo 5. Datos generales del árbol tres.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 3
Nombre científico: <i>Jacaranda copaia</i>	Altitud: 681 m.s.n.m.
Cap: 163 cm	Fecha: 26/11/2008
Dap = 51,885 cm	Observación: Tocón 23 cm
Altura total: 29 m	Coordenadas: Este 390775 UTM 8970603
Altura comercial: 12,78 m	

Anexo 6. Datos generales del árbol cuatro.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 4
Nombre científico: Jacaranda copaia	Altitud: 661 m.s.n.m.
Cap: 141 cm	Fecha: 28/11/2008
Dap = 44,882 cm	Observación: Tocón 16 cm
Altura total: 28,53 m	Coordenadas: Este 390704 UTM 8970599
Altura comercial: 15,60 m	

Anexo 7. Datos generales del árbol cinco.

Especie: Huamanzamana	Árbol N° 5
Nombre científico: Jacaranda copaia	Altitud: 658 m.s.n.m.
Cap: 142 cm	Fecha: 09/12/2008
Dap = 45,120 cm	Observación: Tocón 19 cm
Altura total: 30,20 m	Coordenadas: Este 390703 UTM 8970599
Altura comercial: 15,20 m	

Figura 10. Tala de árbol



Figura 11. Sacando la muestra para la evaluación



Figura 12. Tamizado de la muestra

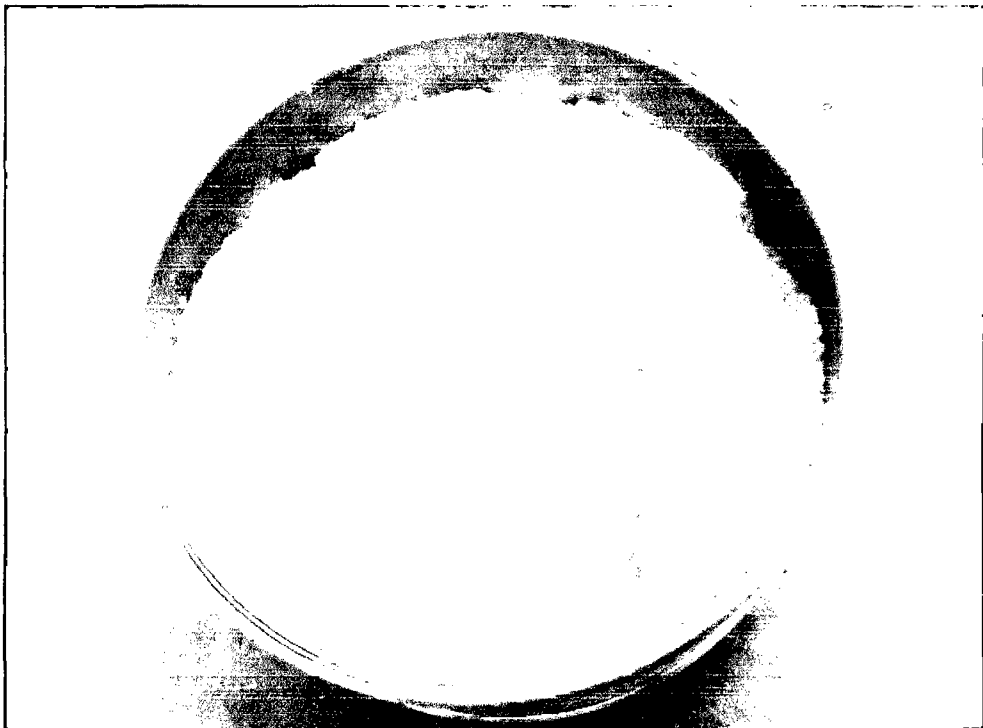


Figura 13. Pesado de la muestra



Figura 14. Mezcla de la muestra con agua destilada

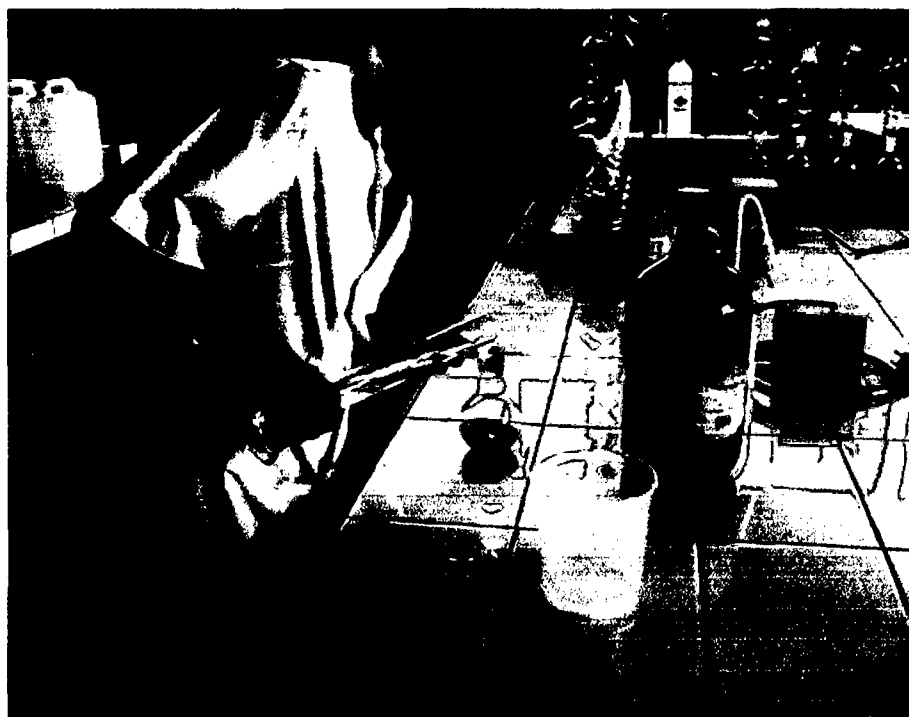


Figura 15. Filtración al vacío en la digestión básica de determinación de pH



Figura 16. Medición del pH

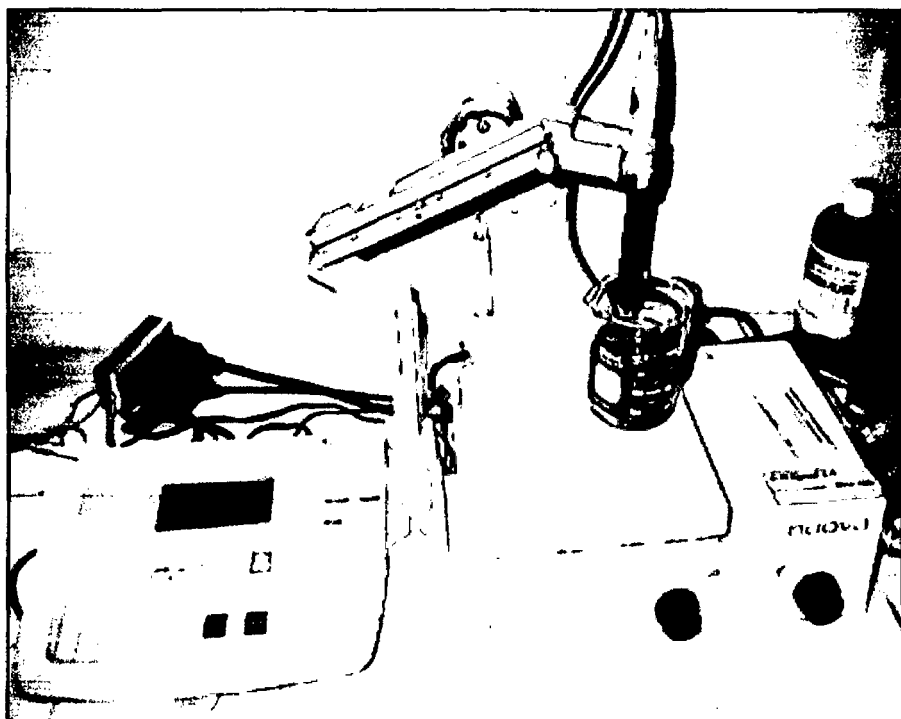


Figura 17. Cartucho de papel filtro con 1 g de muestra

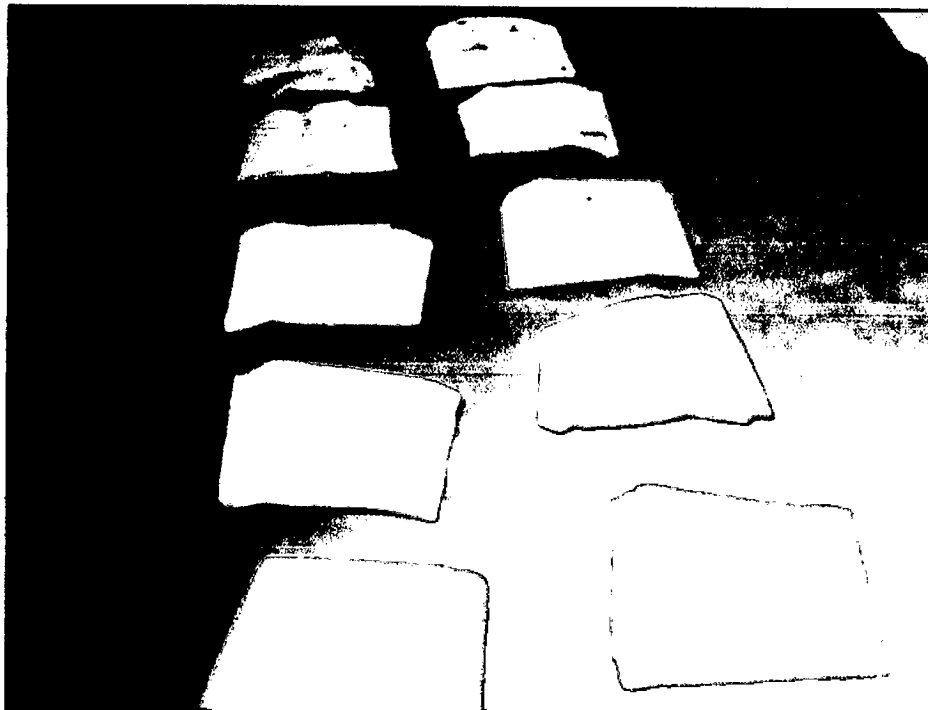


Figura 18. Determinación de extractivos Método de Soxhlet

