



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**Centro de Investigaciones de Ingeniería – CII –**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**Instituto de Investigaciones Agronómicas –IIA–**  
  
**Dirección General de Investigación -DIGI-**

**EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE TANINOS EN CORTEZA DE  
3 ESPECIES FORESTALES CULTIVADAS EN GUATEMALA, PINO OCOTE  
(*Pinus oocarpa* Schiede),, ENCINO NEGRO (*Quercus brachystachys* Benth) Y  
ALISO COMÚN (*Alnus jorulensis* HBK.). UNA ALTERNATIVA DE  
DESARROLLO AGROINDUSTRIAL PARA EL USO DE TANINOS  
NATURALES**

Nombre de los integrantes del equipo de investigación :  
Ing. José Mario Saravia Molina    Coordinador de proyecto  
Inga. Telma Maricela Cano Morales    Investigadora Asociada  
Inga. Blanca Luz Chávez Quiñónez    Investigador Titular I  
Inga. Ericka Johana Cano Díaz    Investigador Titular I  
Br. Otto Javier Cerezo Quezada    Auxiliar de Investigación II

GUATEMALA, FEBRERO - OCTUBRE DE 2002

## ÍNDICE

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN .....</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>INTRODUCCION .....</b>            | <b>2</b>  |
| <b>OBJETIVOS .....</b>               | <b>3</b>  |
| <b>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>METODOLOGÍA .....</b>             | <b>23</b> |
| <b>RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>    | <b>28</b> |
| <b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b> | <b>38</b> |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>            | <b>41</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>         | <b>43</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>            | <b>44</b> |

## 2.1. RESUMEN

La investigación fue llevada a cabo en el marco del Programa Universitario de Investigación en Desarrollo Industrial – PUIDI – en el laboratorio de análisis fisicoquímicos de la Sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala –CII/USAC.

Se levantó un experimento bifactorial en bloques al azar, donde cada especie es un bloque, al que se le evaluó la influencia en el porcentaje de extracto tánico de dos factores: edad del árbol y altura a la cual se obtuvo la corteza, con tres repeticiones para cada extracción. Se evaluaron 3 rangos de clases diamétricas (11 – 20 cm ; 21 – 30 cm y 31 – 40 cm) y 3 diferentes alturas de extracción de la corteza : al dap, a ½ de la altura del fuste y a la altura del árbol en la cual el diámetro es de 10 cm. El material tánico se obtuvo mediante extracciones sucesivas con agua y sulfito de sodio al 2%.

Las especies forestales estudiadas se obtuvieron a través del apoyo de la Fundación Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI). La corteza de Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) y Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) se recolectaron en el bosque de la sede de dicha Fundación ubicada en el km 27.5 carretera a San Lucas Sacatepéquez y la corteza de Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede), se recolectó en el bosque “Los Cimientos”, aldea Matanzas, San Jerónimo, Baja Verapaz; propiedad de FUNCEDESCRI. La corteza fresca se procedió a secarla en condiciones controladas en el secador solar de Agronomía hasta llevarlo a un contenido de humedad entre 24 % y 25%, para luego triturlarla en un molino de martillos y tamizarla para obtener un tamaño de partícula de 250 micrones.

Se obtuvo un rendimiento medio de extracto tánico total a escala de laboratorio de 51.27% para Pino ocote (*Pinus oocarpa* Schiede), 45.07% para Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) y 42.36 % para Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK).

Se realizaron también análisis cualitativos a los extractos obtenidos: reacción con cloruro férrico y con acetato de plomo. Para estas pruebas resultaron positivas para todos los extractos, lo que confirma la presencia de taninos.

## **2.2. INTRODUCCIÓN**

Para los propósitos de la presente investigación se seleccionaron tres especies forestales: Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Shiede), Encino (*Quercus brachystachys* Benth) y Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) las cuales se consideran prometedoras con respecto a su área de bosque actual, su accesibilidad y el posible contenido de tanino y sus usos como material curtiente por la población en tenería artesanal. Los resultados obtenidos corroboran lo supuesto y les hace muy prometedores para la sustitución de taninos importados utilizados por la industria local (Quebracho, Castaño y Mimosa), especies muy utilizadas en la industria de extractos curtientes en Guatemala.

El presente proyecto de investigación realiza un estudio del rendimiento de taninos en las tres especies forestales mencionadas, utilizando el método de extracciones sucesivas con agua y sulfito de sodio al 2%, ya que según el estudio realizado en CORFO 1987, es el más eficiente para obtener el mayor porcentaje de rendimiento de taninos. Se evaluaron tres rangos de clases diamétricas y tres distintas alturas extracción de corteza, con tres repeticiones para cada tratamiento.

Se realizó análisis cualitativos a los extractos obtenidos: reacción con cloruro férrico y reacción con acetato de plomo. Estas resultaron positivas para todos los extractos.

La presente es una investigación que cubre una parte de la línea de investigación que se está fomentando en la Sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería con relación a la temática de extractos vegetales, específicamente extracción de taninos, la que se ha realizado atendiendo las necesidades de Organizaciones no gubernamentales que lo han requerido, para brindar a las comunidades guatemaltecas asesoría y apoyo, como en el mejor uso y manejo del recurso bosque que parta del óptimo aprovechamiento de los productos del mismo.

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. Generales**

2.3.1.1 Obtención y caracterización a en laboratorio de los taninos de 3 especies forestales nativas de Guatemala Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) ,Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Shiede) y Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth), utilizando el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%, utilizando corteza a 3 niveles de alturas del árbol y 3 diferentes clases diámétricas.

### **2.3.2. Específicos**

**2.3.2.1.** Análisis físico de la corteza: Determinación de humedad.

**2.3.2.2.** Obtener los taninos presentes en cada una de las especies utilizando el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2% considerando su dependencia con las 3 diferentes alturas del árbol y 3 edades del mismo.

**2.3.2.3.** Realizar un análisis comparativo del porcentaje de taninos obtenido en las diferentes especies, en las diferentes clases de diámetro y en las 3 alturas evaluadas.

## 2.4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Generalidades

#### Taninos

Los taninos han sido descritos como penta-(m-digaloil)glaucosa y por la fórmula química  $C_{76} H_{52} O_{46}$ . La fórmula molecular es sólo aproximada, aunque se sabe que los taninos son derivados del ácido gálico, conocidos desde hace siglos en su forma bruta por su utilidad para curtir pieles, ya que una solución de este ácido precipita a la albúmina.

Los taninos generalmente se presentan en tres formas: como polvo amorfo, brillante y débilmente amarillo, como escamas brillantes o como una masa esponjosa. Se oxida fácilmente ennegreciéndose al contacto con el aire, es inodoro y de sabor muy agrio. Es soluble en agua, alcohol y acetona y casi insoluble en benceno, cloroformo, éter y éter de petróleo. Con cloruro férrico y otras sales, se colorea y precipitan las proteínas de las soluciones acuosas. Es combustible y se descompone a  $210^{\circ}C$  siendo su punto de inflamación de  $199^{\circ}C$  y su temperatura de auto ignición de  $528.5^{\circ}C$ . Es moderadamente tóxico por ingestión e inhalación.

La clasificación de los taninos se hace en base a dos criterios: según los productos resultantes de su destilación seca o de acuerdo a su origen. De acuerdo al primer criterio existen dos grupos: 1) Los taninos hidrolizables y 2) Los taninos condensados. Los taninos hidrolizables dan productos solubles en el agua por hidrólisis con un ácido inorgánico diluido e hirviendo. Los taninos condensados son los extractos curtientes más importantes y se presentan generalmente en la madera, la corteza y las raíces de las plantas. Pertenecen a este grupo los taninos de quebracho, cañagria, eucalipto, oyamel, mangle, etc.

Estos extractos tánicos forman un flavofeno insoluble por calentamiento con ácidos orgánicos diluidos y dan reacciones positivas de hidróxidos fenólicos. Los taninos condensados consisten de unidades flavonoides las cuales han soportado diversos grados de

condensación. Los taninos son invariablemente asociados con sus inmediatos precursores, otros flavonoides análogos, carbohidratos, restos de amino y aminoácidos.

De acuerdo a su origen, los taninos se dividen en dos grupos: 1) taninos fisiológicos y 2) taninos patológicos. Los primeros deben su origen a funciones celulares normales mientras que los segundos deben su origen a picaduras de insectos en los que los vegetales, ya sea por la oviposición o por la irritación de la picadura, forman una especie de protuberancia o bolsa (como es el caso de las agallas en los encinos), donde los taninos aparecen rápidamente y en cantidad considerable.

Desde el punto de vista biológico, se da el nombre genérico de taninos a una clase de sustancias muy complejas que producen las especies vegetales distribuyéndolas en sus tejidos con fines antisépticos o de conservación, las cuales, al disolverse en el agua circulan junto con la savia impregnando las paredes de los tubos, distribuyéndose en los tejidos, aún los leñosos, y depositándose principalmente en los intersticios.

Haciendo un corte de un árbol, en el tronco o ramas. se puede comprobar la presencia de taninos aprovechando la propiedad que éstos tienen de producir un color rojo oscuro cuando son tratados con sales de hierro que forman tanatos de hierro de ese color.

### **Principales familias vegetales productoras de taninos.**

Los taninos son sustancias amargas que se pueden encontrar en las cortezas, frutos, hojas, raíces o semillas de una gran cantidad de especies de muchas familias del reino vegetal y, porque de ellos se extraen se les denominan taninos vegetales. A pesar de su origen común " El Reino Vegetal " la especificidad de las plantas de donde proceden los hacen distinguirse en su fuerza y características, color, calidad y concentración, que los hace producir curtidos de distintos tipos. Estos taninos pueden usarse separadamente o en varias combinaciones para producir distintos efectos.

Aunque los taninos vegetales se encuentren en especies de familias vegetales de todo el mundo, sólo se mencionarán las más importantes de aquellas y sus productos, que se emplean extensamente en las tenerías industriales, ampliándose la relación a las familias y especies más importantes en Guatemala, ya sea por la importancia actual de su producción o por la importancia potencial, por su abundancia, distribución o porcentaje de productos tánicos que contienen las partes de la planta.

En Guatemala son particularmente importantes las familias Rhyzophoraceae, Fagaceae, Betulaceae, Pinaceae etc.. Como el número de especies de árboles y arbustos tániferos es tan grande, que hace imposible su enumeración completa.

### **Composición**

El nombre tanino deriva del francés TANIN, y este del germánico TAN TANNA. Químicamente, se define como un compuesto polifenólico elaborado en el interior de las plantas principalmente herbáceas y leñosas, formado por carbono, hidrógeno y oxígeno, al aplicarse en pieles las convierten en cueros, en la que realizan una función protectora.

Son compuestos polifenólicos amorfos coloidales no cristalizables, de reacción ácida, caracterizados por la acumulación de hidróxidos alifáticos y fenólicos, y en algunos casos por grupos carboxílicos; elaborados en el interior de las plantas principalmente herbáceas y leñosas, que desempeñan una función bastante heterogénea, algunas veces como formadores de diversas sustancias (aceites esenciales, resinas, lignina, etc.), protectores (propiedades fungicidas y bacteriostáticas, moderador de las oxidaciones, antifermentos) y sustancias de reserva. (Haslam, 1966)

A los taninos se les denomina curtientes, por su capacidad de provocar en las fibras de la piel, un aumento de la temperatura de retracción ( las fibras de colágeno de la piel se contraen de manera no armónica cuando se les calienta por encima de ciertas temperaturas; ésta es más elevada cuando las pieles están curtidas ).



Forman un polvo, blanco-amarillento o bien pequeñas escamas de sabor áspero y astringente. Son solubles en agua, éster acético y glicerina, y muy poco en éter absoluto, benceno, cloroformo y sulfuro de carbono. La solución acuosa de tanino posee una conductibilidad extraordinariamente pequeña. Los taninos son ópticamente activos, encontrándose para la rotación máxima unos  $[\alpha]_D + ^\circ 76.5$ . La solución acuosa de tanino posee una conductibilidad eléctrica extraordinariamente pequeña.

El tanino se distingue por una “reacción cromática”, característica. Con una solución de una sal ferrosa exenta de sal férrica, de un precipitado gelatinoso, que, expuesto a la luz, toma rápidamente color azul, y con sales férricas un precipitado azul negruzco y en solución muy diluida, un líquido del mismo color.

La propiedad más importante del tanino es la de precipitar grupos complejos de compuestos químicos. Precipitan sales metálicas como las de plomo, cobre, mercurio, bismuto, etc., y da precipitados insolubles con gran número de bases orgánicas, especialmente alcaloides y materiales colorantes. Precipita la albúmina, gelatina, almidón y muchos glucósidos de sus soluciones acuosas, formando lo que se llaman tanatos, los que utilizan los curtidores para curtir sus pieles sin que éstas se alteren y son absorbidos de su solución acuosa por la piel del animal, algodón, etc. Todas las precipitaciones son amorfos y, por regla general, de composición inconstante, no formando compuestos químicos definidos, sino productos de adsorción.

## **Constitución**

El tanino se tomó, durante largo tiempo, por el ácido digálico, en numerosos trabajos se defendió el punto de vista de que era una mezcla de ácido digálico (I) y leucotanino (II).

Actualmente, para el tanino comercial, la fórmula empírica usualmente dada es  $C_{76}H_{52}O_{46}$ , la estructural recibe el nombre de *corilagin*.

## **Métodos más utilizados para la extracción de taninos**

### Método de aprovechamiento.

De Cortezas y Raíces: la corteza para la manufactura de jugos curtientes suele despegarse de los árboles, cortarse en longitudes de 1.20 m, apilarse y secarse al aire antes de venderla. Previo a su derribo, se anula el árbol con cortes en dos partes del tronco, uno cerca del suelo y el otro corte 1.20 m más arriba. Se hiende la corteza verticalmente y se arranca con una hacha. La primera parte de la corteza del árbol se quita estando éste en pie, evitando así la pérdida de ella en la parte de derribo y por la facilidad de operación estando el árbol, en esta posición. Si el árbol es muy grueso, puede hendirse, la corteza en varios trozos más estrechos para facilitar el sazonomiento y apilado, ya que cuando se seca tiende a enrollarse. Después del derribo, se efectúa la misma operación: cortar circularmente (anillar) a intervalos de 1.20 m, corte vertical y se arranca. (Corporación de fomento de la producción, 1997)

La primera operación de secado al aire es exponer la cara interior de la corteza cortada o "carne", al sol y al viento poniéndola derecha contra el tronco o tendiéndola en el suelo con la cara interior para arriba a fin de obtener un secado rápido y evitar el moho. El secado preliminar se continúa varios días; después se apila la corteza sobre cintas o fajillas de madera para que no esté en contacto con el suelo. Luego se pone hacia arriba la cara exterior de la corteza, y se mantiene bajo secado durante 1 a 3 meses hasta que su contenido de humedad no excede del 20% - La época más adecuada para el descortezado es la de días cálidos y húmedos ya que la corteza se adhiere más al árbol en días fríos y en los cálidos secos.

De frutos, hojas y ramas: la obtención de taninos provenientes de frutos, hojas y ramas se inicia con la recolección de estas partes de las plantas en los mismos lugares en que ellas se desarrollan. Esta operación se hace por medio del corte directo o cosecha, ya sea en forma manual o ayudándose con un instrumento cortante, o bien a través de la colecta de estas partes que hayan caído al suelo. La recolección debe efectuarse con cuidado y el material recogido tiene que haber alcanzado, en el caso de los frutos, la fase de madurez justa, es decir, cuando la riqueza en tanino llega al máximo. En la misma forma que con las

cortezas y raíces, se debe proteger el material contra la acción lixiviadora de la lluvia y debe estar libre de contaminación, sobre todo, por parte de la tierra, ya que ésta puede contener sales de hierro que provocan decoloración del cuero acabado.

Una vez colectadas las partes de la planta con sustancias tánicas, se pueden almacenar evitando su exposición a las lluvias pero quedando expuestas al aire. Para impedir la formación de mohos y la fermentación, conviene darle la vuelta al material en forma periódica o mejor, extenderlo al sol.

#### Obtención de jugos curtientes vegetales.

La obtención continua de jugos curtientes vegetales tiene cuatro fases básicas: la molienda, la extracción, la condensación y el almacenamiento o paso a depósitos de reserva.

##### Molienda.

Una vez transportadas las partes de la planta que contienen taninos a los lugares en donde éstos han de utilizarse, se procede a la molienda, que consiste en abrir este material ya sea por corte o maceración, sirviéndose de morteros y pilón de madera para machacar hojas, vainas raíces y cortezas hasta la obtención de virutas o astillas de dimensiones reducidas que permitan la extracción completa del tanino. Usualmente, para reducir a partículas pequeña la madera se emplean astilladores parecidos a los utilizados para la manufactura de pulpa para papel o los de tipo par machacar madera para combustible. Como estas astilla serían demasiado grandes para la extracción de taninos se reducen más en máquinas desmenuzadoras.

Nunca debe molerse la materia prima hasta un polvo fino porque al tratar de extraer el tanino con agua, se apelmaza y se dificulta mucho la extracción. Se prefiere tener la materia prima en forma de virutas o de polvos gruesos, y cuando SE trata de productos fibrosos,

como por ejemplo las cortezas se prefiere hacer virutas o astillas de poco espesor.

### Extracción

Existe un gran número de procedimientos para la obtención de jugos curtientes condensados o no, y de extractos sólidos de sustancias tánicas, que podrían clasificarse en procedimientos rurales y en procedimientos industriales, sobre la base de su grado de tecnificación, siendo los primeros los más rudimentarios.

El procedimiento rural más económico y eficaz para contar con una provisión constante de jugo curtiente es emplear una serie de cubas o barriles de madera, aunque pueden servir ollas grandes de barro cocido, siendo la secuencia de operaciones la siguiente:

Se llenan de material triturado o machacado seis recipientes. El primer día se vierte el agua en la primera vasija de modo que cubra por completo el material machacado. El segundo día, el jugo que se ha producido en la primera vasija (A) se vierte en la segunda (B). Se hecha agua dulce de ser posible muy caliente, sobre el material desintegrado de la primera vasija (A) para su segunda lixiviación. Al tercer día, el líquido de la segunda vasija (B) se pasa a la tercera (C). La solución de la primera vasija (A) se vierte en la segunda (B), volviéndose a echar agua dulce en la primera (A). Este ciclo se repite los días, cuarto, quinto y sexto. Cada día se hace uso de una más de las seis vasijas, hasta ponerlas todas en servicio. Para entonces, el material de la primera vasija (A) habrá sido lixiviado seis veces, por lo que estará agotado. El jugo curtiente contenido en la sexta (E) vasija presentará la concentración máxima por haber pasado por los seis recipientes. Dicho líquido está ya a punto por lo que pasa el séptimo día a almacén o depósito de reserva después de filtrado, dejando en la sexta cuba el material triturado que contenía.

A partir del séptimo día hace falta una cuba más de reposición para transvasar las soluciones. El séptimo día el material agotado de la primera cuba (A) se tira, habiendo vertido su jugo en la cuba (B), se pone en ella material triturado nuevo y se le añade el jugo que contenía la quinta cuba (E) el cual fue previamente transvasado a la cuba de reposición o respeto (E-ST). En la quinta cuba (E) se vertió el contenido de la tercera (C), en la sexta (F) el de la cuarta

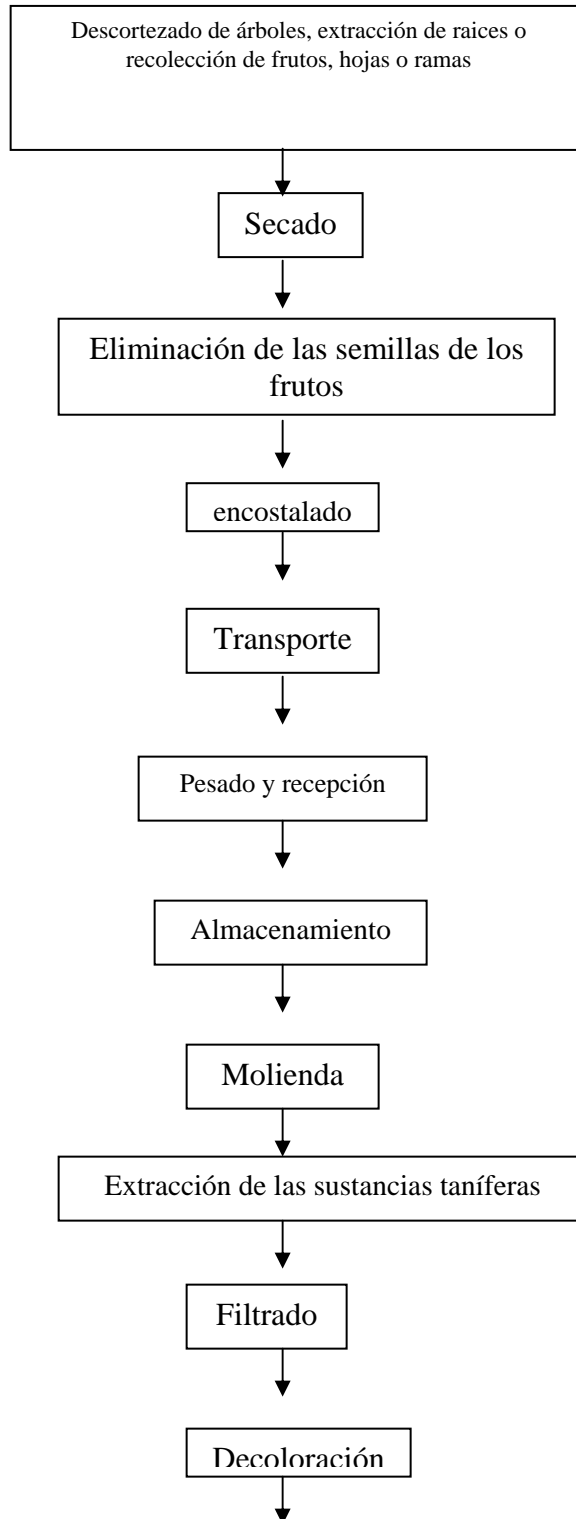
(D), en la cuarta (D) el de la segunda (B) y a la segunda se le agrega agua. .

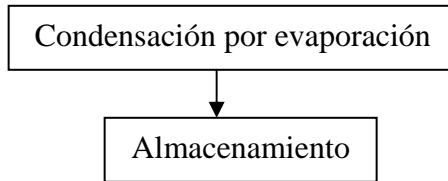
El octavo día, el jugo de la primera cuba (A) se pasa filtrado al depósito de reserva y al material que contiene se vierte el jugo de la quinta (E); a la quinta (E) el de la tercera (C), a la tercera (C), se le agrega agua. El jugo de la segunda (B) pasa a la cuarta (D), se tira, se le agrega a la cuba nuevo material vegetal tánico y se le vierte el contenido de la cuba sexta (F) previamente transvasado a la cuba de reposición (F-ST); a la cuba sexta (F) se le vierte el contenido de la cuarta (D). Se continúa el proceso hasta el duodécimo días y más, de tal forma que el día décimo tercero coincide con lo expuesto para el séptimo, el décimo cuarto como octavo y así sucesivamente,

(Fig. 1)

## DIAGRAMA DE OPERACIONES EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE SUSTANCIAS CURTIENTES DE ORIGEN VEGETAL

Fig. 1





Una vez concluido el sexto día e iniciado el séptimo se tendrá ya en pleno funcionamiento toda la batería de cubas, siendo los principios observados los siguientes:

- a. Para aumentar la concentración de la solución más fuerte se emplea material nuevo.
- b. El material más débil y casi agotado se lixivia con agua dulce, de ser posible caliente.
- c. La solución más concentrada pasa al depósito de reserva; y
- d. Una vez lixiviado seis veces, el material agotado se tira.

En esta forma el curtidor habrá producido cada día una ir determinada cantidad de jugo curtiente fuerte, destinado a su depósito de reserva, del que podrá retirarlo y usarlo cuando haga falta. Usualmente se emplea para aumentar la concentración de otras soluciones de cualesquiera de las fases del ciclo.

Para el proceso, el productor de jugos curtientes deberá ajustarse a las siguientes reglas:

- a. El jugo curtiente no debe entrar en ningún momento en contacto con hierro o con cal. Así, las vasijas empleadas para transvasar el líquido, las cucharas o paletas para removerlo y los tamices para el filtrado, deben ser de uno de los siguientes materiales: madera, barro, cobre, latón o cestería.
- b. El agua empleada para la lixiviación debe ser agua de lluvia o bien, agua de río blanda y limpia. De ser necesario, hay que filtrarla.

c. Durante la lixiviación, la corteza debe quedar completamente cubierta de agua para impedir la oxidación, ya que ésta da un curtido oscuro.

### **Aplicaciones de los taninos en la industria**

Los taninos tienen un sinnúmero de aplicaciones a nivel industrial, aunque pueden ser reemplazados por aquellos obtenidos sintéticamente que resultan ser más baratos y fáciles de obtener.

Los taninos han sido utilizados durante siglos como elementos curtientes de un sinnúmero de pieles de animales, las que luego se destinan a la elaboración de múltiples artículos: maletas de viaje, bolsos, zapatos, chaquetas, monturas para caballería, etc.

La utilización de estos principios de curtido, se debe a la particularidad de convertir una piel en cuero. Este proceso se logra gracias a que los taninos reaccionan con las proteínas, como la gelatina, distribuyéndose en forma uniforme por todas las uniones peptídicas, con lo cual se logra un cuero de características muy especiales, de acuerdo con la calidad y procesos utilizados en características muy especiales. Un cuero debidamente curtido tiene la ventaja de ser flexible y durable. Según el elemento curtiente utilizado, los cueros además de tomar un color característico, se torna inmunes al ataque de agentes externos (virus, bacterias, hongos), y no se hidrolizan al contacto con el agua.

Por la propiedad que tienen los taninos de reaccionar en forma fácil con sales férricas, proporcionando productos de tonos muy variados, los que han sido utilizados universalmente en la tintorería y por ende en la elaboración de tintas.

Los taninos en ciertas condiciones pueden obrar como medios clarificantes y al mismo tiempo como preservantes; por esto se utilizan en gran escala en la industria de enlatados y embotellados de productos como jamones, sardinas, embutidos, jugos, vinos, etc.



Es muy importante el empleo del tanino en terapéutica, como astringente. La supresión de la secreción mucosa del conducto intestinal se funda, aparentemente en su acción astringente. El tanino, lo mismo que sus derivados, se elimina del organismo en forma de ácido gálico, así queda excluida la acción astringente. Sin embargo, debe notarse que en solución concentrada actúa como cáustico sobre la piel y mucosas.

Se emplea al exterior contra las hemorragias y en los procesos con supuración, en las enfermedades de las encías, difteria, caída del cabello y como contraveneno de los compuestos metálicos y alcaloides.

Es extraordinariamente grande el número de preparados medicinales en los cuales se ha combinado con otros compuestos, en parte para disminuir sus propiedades cáusticas, insolubilizarlo, a fin de hacer menos perceptible su gusto desagradable o para que actúe más lejos, por ejemplo, en el conducto intestinal, para hacer insolubles a otros medicamentos (los alcaloides pierden así el sabor amargo), y finalmente para coadyuvar con su acción medicamentosa.

Actualmente, en algunos países, son utilizados para la conservación de aparejos de pesca, debido a sus propiedades bactericidas y fungicidas, en la fabricación de plástico y adhesivos, por su facilidad de reaccionar con el aldehído fórmico; fabricación de moldes cerámicos y en perforación de pozos petroleros, gracias a su acción dispersante y el control de viscosidad de lodos; como desincrustante de calderas de vapor y como clarificador del vino, principalmente como ácido tánico.

### **Aspecto económico**

Guatemala ha tenido, desde hace muchos años una fuga de divisas por concepto de importación de extractos curtientes y sus materias primas, principalmente de extracto de quebracho, que ha ido aumentando año con año de tal forma que en 1978 se realizaron importaciones por millones de quetzales y en 1979, por 871 millones de quetzales mientras

que la producción para los años 1975 y 1976 fue de 2,801,213 kg y 2,651,191kg, respectivamente, principalmente- en frutos de cascalote, producción que ha ido a la baja.

La situación expuesta evidencia la gran demanda que tienen estas materias primas y sus derivados y el potencial de desarrollo que tienen los aprovechamientos y la industria de producción de jugos tánicos .

### **Comercialización**

En el comercio el tanino se presenta en dos formas: como cortezas, frutos, etc., macerados y/o pulverizados, o bien, como extractos ya sea líquidos o secos. Algunas curtidorías prefieren la materia prima tal cual es, pero la mayor parte y principalmente las curtidorías modernas emplean de preferencia los extractos curtientes para evitar el trabajo de lixiviación, limitándose a preparar sus baños curtientes haciendo mezclas de los extractos secos comerciales con algunas materias primas de la región.

Con relación a los extractos la industria tiende a desecharlos en algunos casos, puesto que se presentan a adulteraciones, ya que se les pueden incorporar productos minerales de gran densidad como sulfato de bario, óxido de hierro, etc., que los hace aumentar de peso. Otras veces se presentan adulteraciones con polvos de productos curtientes de inferior calidad, lo cual demerita la capacidad o el tipo de curtido.

Se acostumbra, cuando se compran extractos curtientes, a realizar su correspondiente análisis a fin de obtener el porcentaje de taninos y el de cenizas para certificar su pureza.

La venta comercial de productos curtientes en su forma original está cayendo en desuso y ya casi no se venden las cortezas o frutos y se prefieren los extractos por su uniformidad, facilidad de la disolución, reduciendo el volumen de almacenamiento y homogeneidad de los baños curtientes. En nuestro país, sin embargo, se siguen vendiendo los productos naturales como el "cascalote", en forma de fruta partida en dos o la "suelda con suelda", en forma de trozos de más o menos 10-15 cm de longitud.

Los extractos se presentan en el comercio en forma de polvos o de pequeños cubos. En el primer caso se les empaca en cajas de madera o en sacos de yute que llevan en su interior un saco de papel; cuando es en forma de cubos se prefiere el empleo de cajas de madera o de cartón. En ambos casos el envase debe indicar el porcentaje de taninos contenido. El extracto sólido contiene hasta el 70% de taninos.

## Descripción de las Especies forestales a Estudiar

### Ficha Técnica de Especies

#### *PINO DE OCOTE*

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Género                             | Pinus  |
| Especie                            | <i>Pinus oocarpa</i> Schiede   |
| Familia                            | Pinaceae   |
| Nombres comunes                    | Pino, Pino Ocote   |
| Zonas de Vida                      | Bosque húmedo subtropical (templado)<br>Bosque muy húmedo subtropical (frío) |
| Texturas de Suelo                  | Arenoso<br>Franco-Arenoso<br>Franco-Arcilloso                                |
| Elevación (msnm)                   | 700 a 2500   |
| PH                                 | 5 a 7  |
| Precipitación (mm)                 | 750 a 2000   |
| Profundidad de suelo (cm)          | 15   |
| Número de semillas viables en 1 kg | 38000  |

#### DESCRIPCIÓN

Grande, de 30 a 40 cm de altura y de 1 m o más de diámetro; la corteza es de color rojizo oscuro o grisáceo, fisurada y exfoliante. La copa es cónica o triangular, con hojas en número de cinco por fascículo, trianguladas y aserradas. Los conos son café oscuro, lustrosos, anchamente ovoides y persistentes en el árbol.

#### Hábitat General

Del sur de México, Belice, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

### Hábitat Local

Crece desde 600 hasta 2500 metros. Se le reporta en los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Escuintla, Jalapa, Guatemala, Totonicapán, Huehuetenango, Baja y Alta Verapaz, Zacapa.

### CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Ligera diferencia entre albura y duramen. La albura es de color amarillo cremoso y el duramen es café pálido. Presenta olor característico y no presenta sabor. El hilo es recto, textura fina, brillo de mediano a alto, vetado pronunciado. Los anillos de crecimiento son típicamente visibles.

### PROPIEDADES FÍSICAS

Gravedad específica de  $0.51 - 0.55 \text{ g/cm}^3$  (pesada). Contracción tangencial total 8.3%, contracción radial total 4.4%, relación contracción tangencial/radial 1.960, contracción volumétrica 11.9%.

### USOS

Madera aserrada, construcción en general, postes, pilotes y durmientes, pisos, cajas y embalajes, molduras, andamios, encofrados, decoración y paredes para interiores, chapas y contrachapados, juguetes, artesanías, artículos deportivos, puertas y ventanas, ebanistería, gabinetes, entarimados y muebles en general. (Peters,1977)

## ALISO COMÚN

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Género          | <i>Alnus sp.</i>    |
| Familia         | Betuláceas          |
| Nombres comunes | Aile, ilite, aliso. |

### Hábitat General

Es nativo de las montañas de América Tropical, desde México hasta el norte de Argentina.

### Hábitat local

Se le reporta en los departamentos de Huehuetenango, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez y Quetzaltenango.

## DESCRIPCIÓN

Los alisos son árboles de 10 a 30 metros de altura, con tronco erecto y derecho que puede alcanzar entre 60 cm y un metro de diámetro a la base. La copa es estrecha, las hojas alternas, puntiagudas y con los bordes finamente dentados. Las flores aparecen en inflorescencias alargadas, con apariencia de cola de gato. Los frutos son conos pequeños redondos, con escamas, que contienen numerosas semillitas aladas.

## CLIMA Y SUELOS

Se puede plantar entre 1000 y 3200 metros de altura en montañas tropicales con clima húmedo (1000 a 3000 mm de lluvia por año). Necesita suelos frescos ( a proximidad de ríos) bien drenados y ricos en materia orgánica, aunque pueda darse bien en suelos rocosos. Soporta heladas breves.

## USOS

Es madera fácil de trabajar y pulir; se usa en carpintería, ebanistería, contrachapados, etc., la leña es buena seca rápido y quema bien; el carbón no es muy bueno. Los alisos fijan nitrógeno del aire y pueden acumular entre 40 y 320 kilos de nitrógeno por hectárea por año. La corteza tiene propiedades medicinales. (Peters,1977)

## ENCINO NEGRO

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Género                      | <i>Quercus</i>   |
| Especie                     | <i>Quercus spp.</i>  |
| Familia                     | Fagáceas   |
| Nombres comunes             | Encino, roble  |
| Zonas de Vida               | Bosque Húmedo Subtropical (templado)<br>Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical<br>Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical |
| Texturas de Suelo           | Franco-Arenoso<br>Franco-Arcilloso   |
| Elevación (msnm)            | 1000 a 2500  |
| Número de semillas por 1 kg | 1000   |

### Hábitat General

Áreas templadas y mediterráneas de Europa, Asia y Norteamérica; montañas subtropicales de América y Asia.

### DESCRIPCIÓN

Son árboles de tamaño variable ( 6-30 metros), de hoja ancha, con flores machos y hembras en espigas separadas. Los frutos característicos son llamados bellotas.

### CLIMA Y SUELOS

La mayoría de las especies subtropicales son originarias de montañas, a partir de 1000 metros.

## USOS

Se utiliza para construcción, herramientas, postes, leña; como forrajes, los frutos son alimento para cerdos y algunos son comestibles tostados. La corteza posee varias especies de taninos. (Peters,1977)



## 2.5. METODOLOGÍA

Para la obtención de taninos de las 3 especies forestales guatemaltecas: Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede), Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) y Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) se sometió la materia prima al proceso de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2% , seleccionado por su eficiencia.

### **Preparación de la materia prima**

Para las especies trabajadas el procedimiento fue el siguiente:

#### **Recolección**

La corteza de Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) fue recolectada en el bosque de la sede de la Fundación Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI), ubicada en el km. 27.5 carretera a San Lucas Sacatepéquez, localizada en el Bosque Montano Alto, en rodales heterogéneos de la especie en asociación con árboles del género *Quercus*.

La corteza de Pino ocote (*Pinus oocarpa* Shiede) fue recolectada en el bosque “Los Cimientos”, aldea Matanzas, San Jerónimo, Baja Verapaz; propiedad de FUNCEDESCRI, bosque localizado en una estrivación de la Sierra de Las Minas, con una altitud de 1730 msnm , longitud 90° 15´ y latitud 15° 07´.

La corteza de Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) fue recolectada en el bosque de la sede de la Fundación Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI), ubicada en el km. 27.5 carretera a San Lucas Sacatepéquez, localizada en la zona de vida del Bosque Montano Alto, en rodales heterogéneos de la especie en asociación con árboles del género *Alnus*.

Para la ubicación de las muestras, se manejo tres clases diamétricas, 11- 20 cm, 21 – 30 cm y 31 – 40 cm.

Adicionalmente para las tres especies se establecieron tres alturas de corte para la corteza:

**dap** : diámetro a la altura del pecho a 1.30 m del suelo.

**F<sub>1/2</sub>** : altura del fuste donde  $(hd_{10} - dap) * \frac{1}{2}$

**hd10** : es la altura donde el diámetro con corteza del árbol llega a los 10 cm

#### Secado

La materia prima se procedió a secarla en el secador solar de la Facultad de Agronomía ubicado en el Centro Experimental Docente de Agronomía-CEDA- Campus Universitario, zona 12. Para evitar el ataque de microorganismos que pudieran afectar el proceso de extracción de taninos, así como poder macerar con facilidad la materia prima, se realizó un secado controlado de la corteza hasta un 25% de contenido de humedad.

#### Molienda

Se procedió a triturar la corteza seca en un molino de martillos.

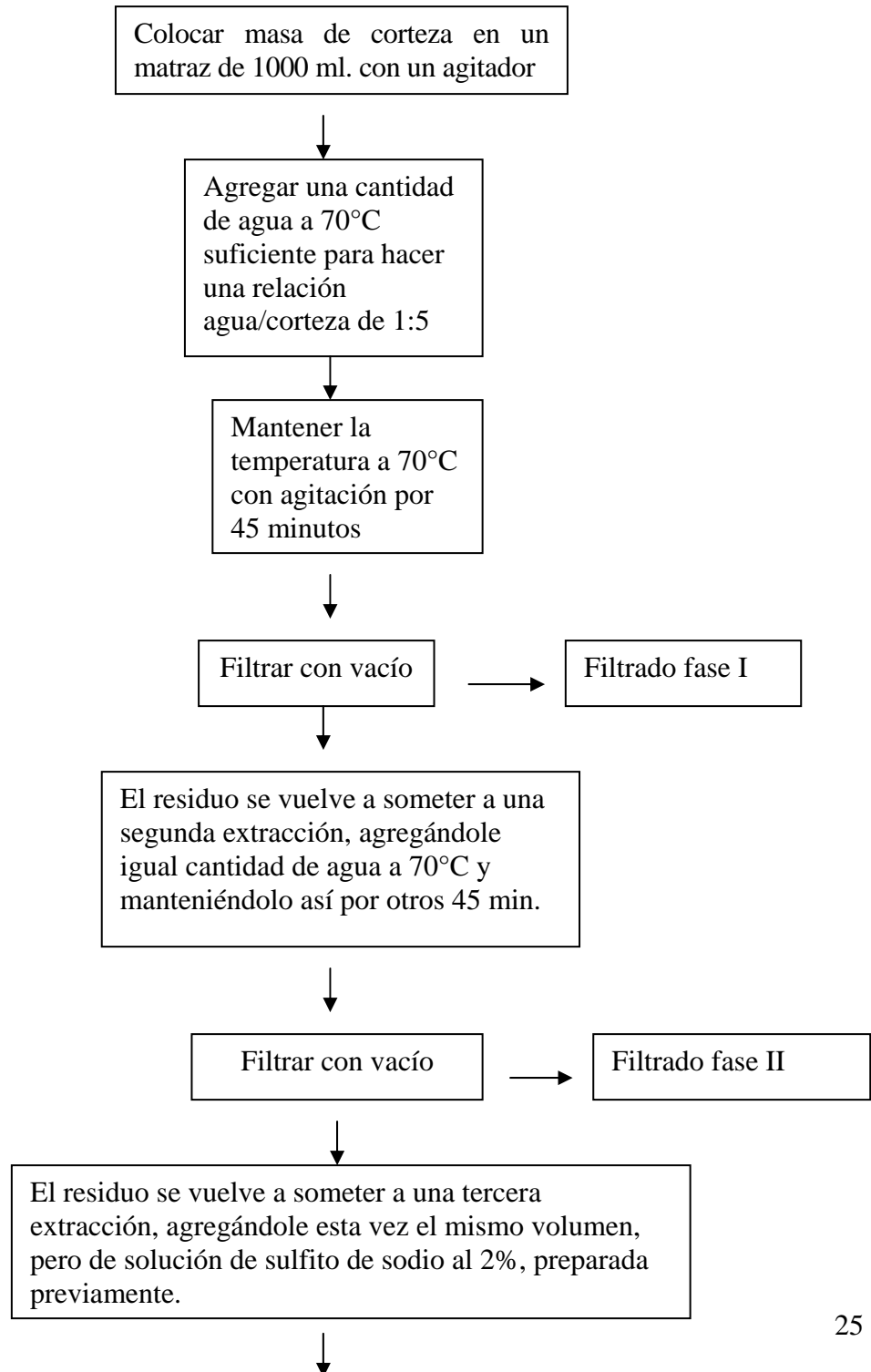
Se realizaron 26 moliendas según las muestras recolectadas, y se guardó el material en bolsas herméticas.

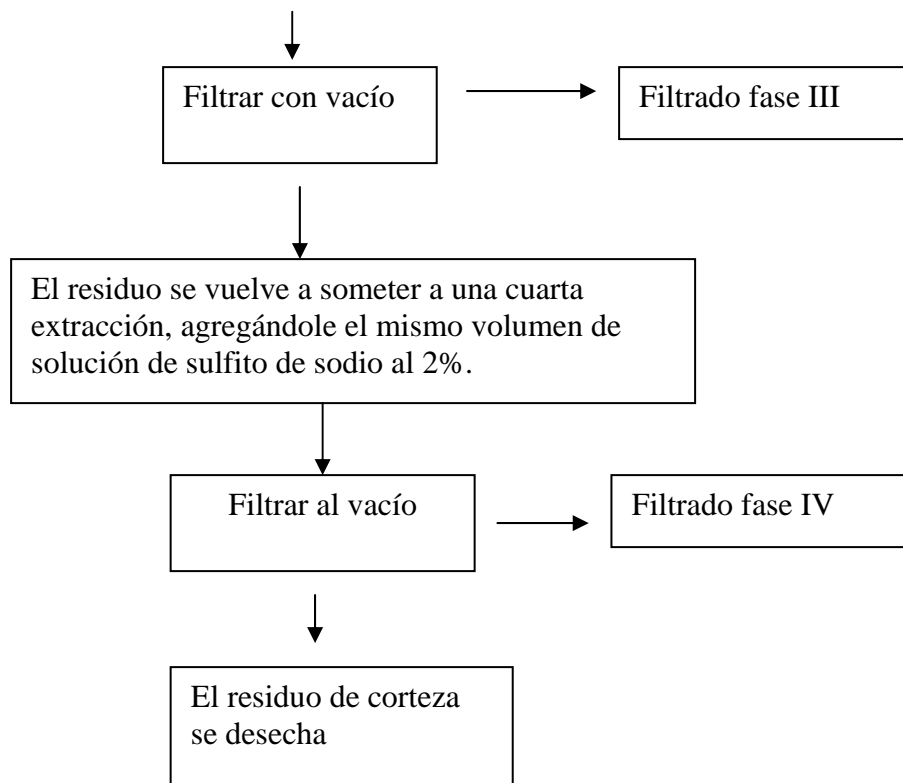
#### Tamizado

Las 26 muestras de corteza molidas, se les realizó un tamizado con tamices No. 50 y No. 60, para obtener corteza con tamaño de partícula de 250 micrones.

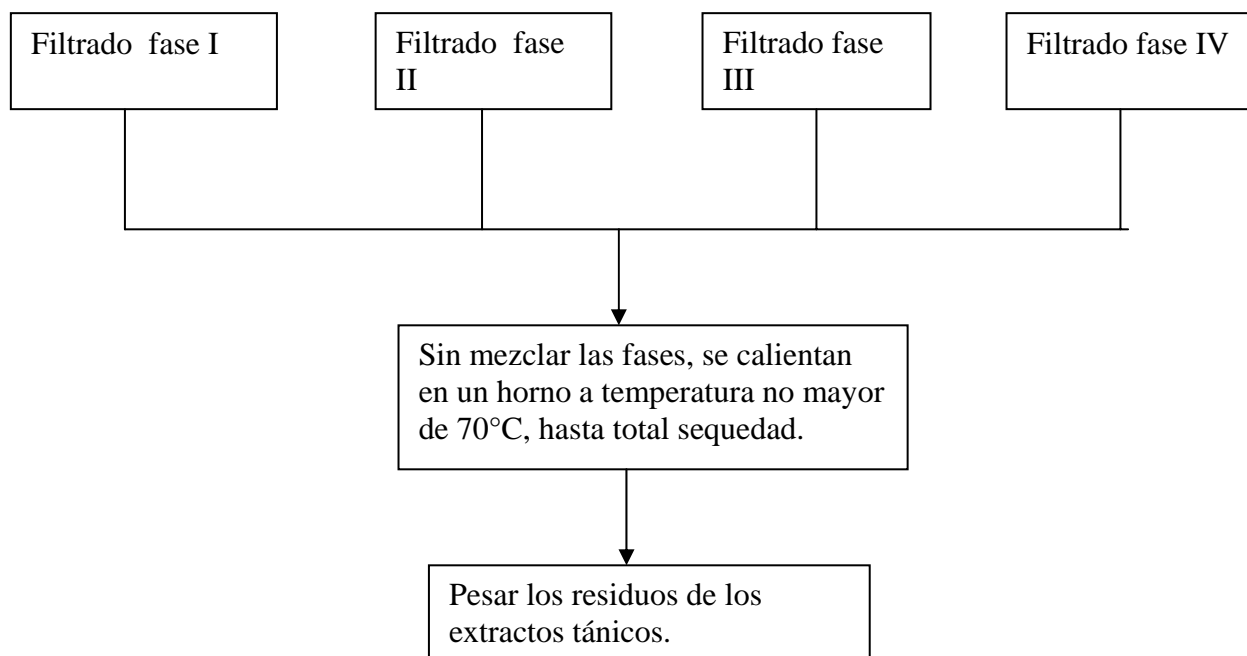
## ESQUEMA 1.

### Método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%





**ESQUEMA 2. Diagrama del proceso de secado – concentración de los extractos obtenidos por el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%**



Se utilizó un diseño en bloques al azar con un arreglo combinatorio, en el cual se aplicó un experimento bifactorial los cuales son , 3 diferentes alturas del árbol y 3 edades del árbol, dando como resultado 9 tratamientos con tres repeticiones cada una, para hacer 27 tratamientos para cada especie y un total de 81 experimentos.

Para el análisis de los resultados se utilizó el el programa SAS, con la asesoría del Ing. M Sc. Marino Barrientos, de la Facultad de Agronomía de la USAC y se comprobaron los resultados con la prueba de Tukey

#### Determinación de Humedad

Se realizó por el método gravimétrico y se usó como base peso húmedo.

#### **Análisis cualitativos de los taninos**

Para todas las fases de cada tratamiento, en todas las especies, se realizó reacción de cloruro férrico y el acetato de plomo.

#### Reacción de Cloruro Férrico

Se colocó 5 mL de solución al 25% de solución tánica , en un tubo de ensayo añadir gota a gota solución de cloruro férrico al 10%, hasta la aparición de color verde oscuro en la solución.

#### Reacción al Acetato de Plomo

Colocar 5 mL de solución tánica al 25% en un tubo de ensayo, seguidamente añadir 10mL de ácido acético al 10% y 5 mL de acetato de plomo trihidratado, hasta la formación de precipitado.

## 2.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

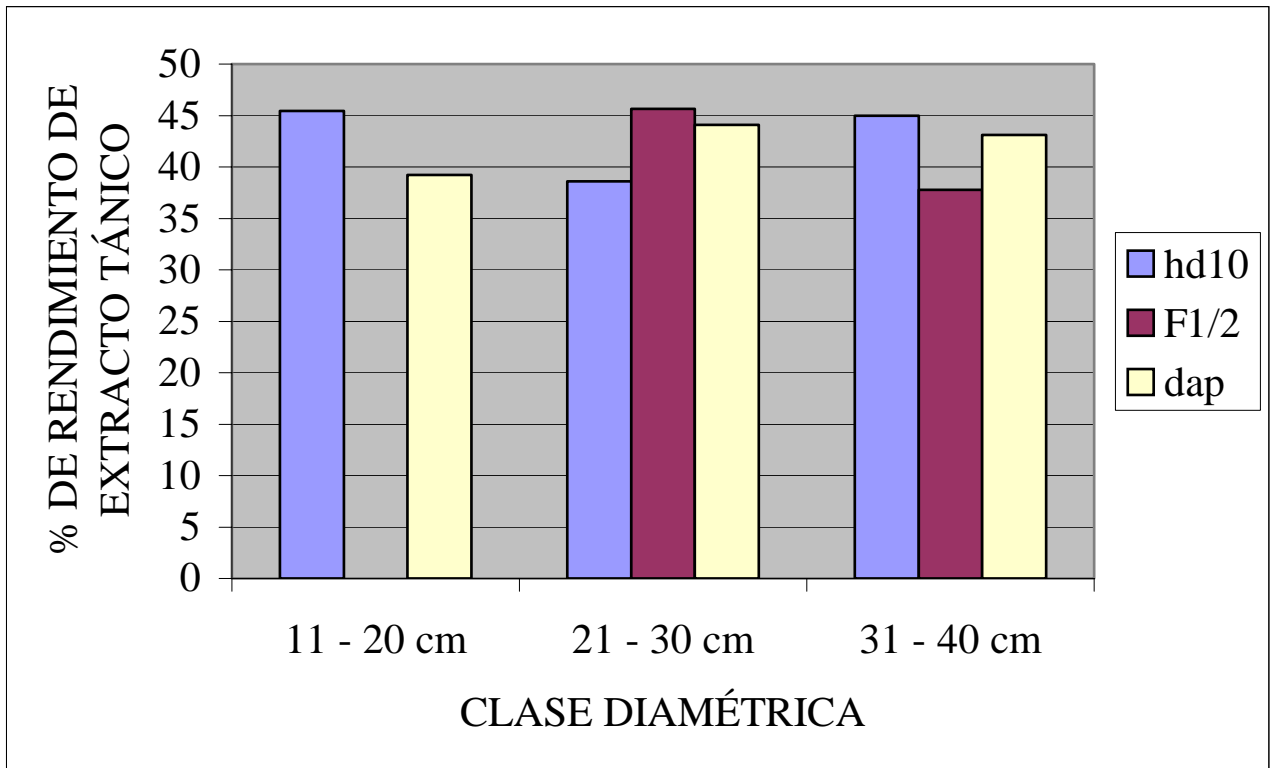
Con base en los objetivos planteados en el proyecto y como consecuencia de la metodología se obtuvo un conjunto de resultados que reflejan los alcances logrados en el desarrollo del proyecto de investigación.

**Cuadro 1** Rendimiento de extractos tánicos de la corteza de Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) por el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%\*

| CLASE<br>DIAMÉTRICA<br>( cm ) | ALTURA DE<br>CORTE | MASA MEDIA EN GRAMOS DE<br>EXTRACTO TÁNICO |         |          |         | % MEDIO<br>TOTAL DE<br>EXTRACTO |
|-------------------------------|--------------------|--|---------|----------|---------|---------------------------------|
|                               |                    | Fase I                                     | Fase II | Fase III | Fase IV |                                 |
| 31 – 40                       | hd10               | 1.73                                       | 3.74    | 4.09     | 7.34    | 43.10                           |
| 31 - 40                       | F <sub>1/2</sub>   | 6.28                                       | 3.95    | 9.70     | 13.06   | 37.79                           |
| 31 - 40                       | dap                | 4.17                                       | 6.38    | 11.13    | 9.80    | 44.96                           |
| 21 - 30                       | hd10               | 0.74                                       | 1.49    | 3.44     | 3.15    | 44.08                           |
| 21 - 30                       | F <sub>1/2</sub>   | 1.90                                       | 4.37    | 6.26     | 5.73    | 45.63                           |
| 21 - 30                       | dap                | 2.03                                       | 2.67    | 4.78     | 5.96    | 38.60                           |
| 11 - 20**                     | hd10               | 12.09                                      | 9.02    | 6.76     | 11.38   | 39.24                           |
| 11 - 20**                     | dap                | 4.23                                       | 6.82    | 9.98     | 10.79   | 45.44                           |

\* EXTRACCIÓN NIVEL LABORATORIO  
 TAMAÑO DE PARTÍCULA: 250 MICRONES  
 TIEMPO DE EXTRACCIÓN: 45 MINUTOS CADA FASE  
 TEMPERATURA DE EXTRACCIÓN: 70°C  
 PRESION: 640 mm DE Hg,

\*\*Para ésta especie con diámetro de 11 – 20 cm no se tiene valor a F<sub>1/2</sub> por ser árboles muy pequeños.



**Figura 1.** Rendimiento de extracto tánico en función de clase diamétrica y altura de extracción del Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK).

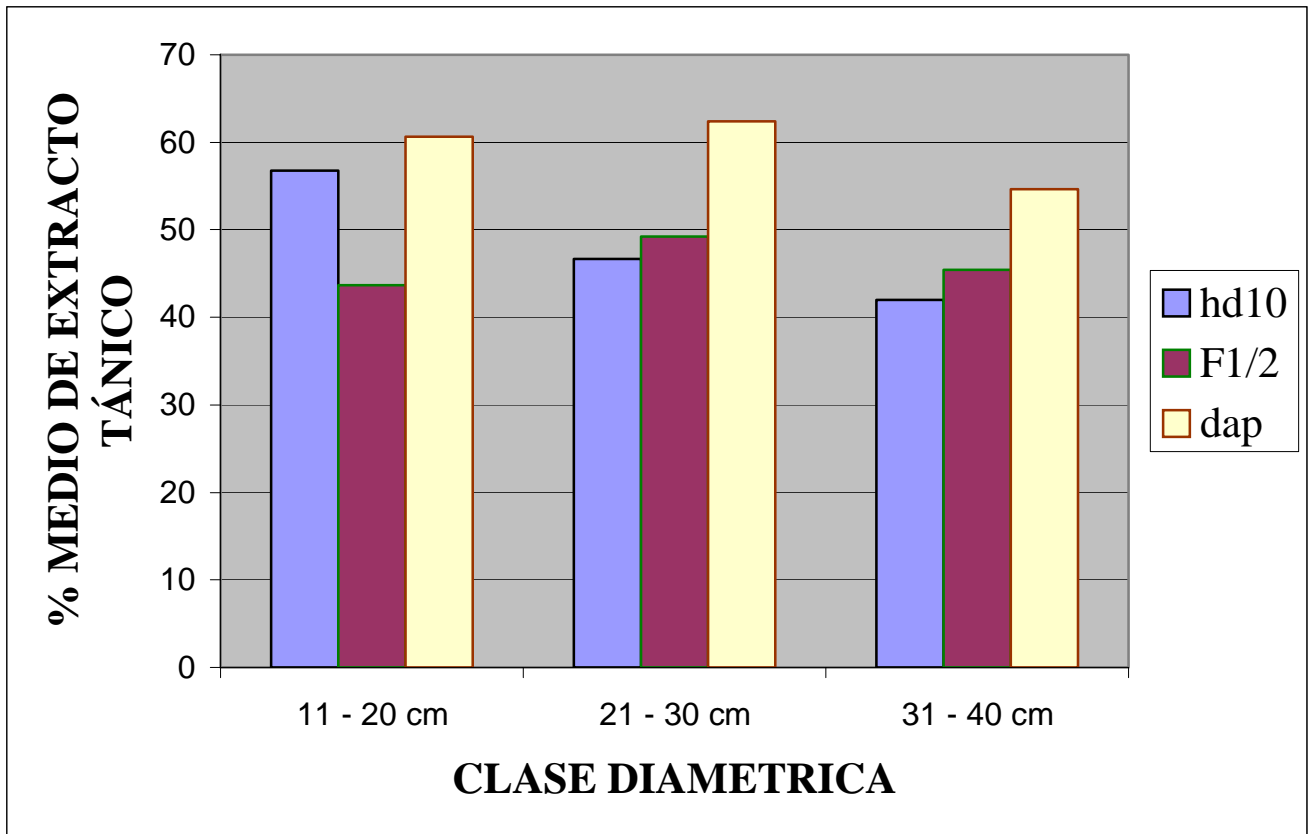
Fuente: Datos de laboratorio, 2002.

**Cuadro 2** Porcentaje de extractos tánicos de corteza de Pino ocote (*Pinus oocarpa* Shiede) por el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%\*

| CLASE<br>DIAMÉTRICA | ALTURA DE<br>CORTE | MASA MEDIA EN GRAMOS<br>DE EXTRACTO TÁNICO |         |          |            | % MEDIO<br>TOTAL DE<br>EXTRACTO |
|---------------------|--------------------|--|---------|----------|------------|---------------------------------|
|                     |                    | Fase I                                     | Fase II | Fase III | Fase<br>IV |                                 |
| 31 - 40             | hd10               | 1.98                                       | 1.71    | 4.37     | 3.63       | 42.01                           |
| 31 - 40             | F <sub>1/2</sub>   | 1.95                                       | 2.15    | 4.78     | 4.57       | 45.40                           |
| 31 - 40             | dap                | 3.84                                       | 2.51    | 6.42     | 7.28       | 54.63                           |
| 21 - 30             | hd10               | 3.72                                       | 4.49    | 5.32     | 6.80       | 46.67                           |
| 21 - 30             | F <sub>1/2</sub>   | 2.72                                       | 3.00    | 4.63     | 4.81       | 49.25                           |
| 21 - 30             | dap                | 3.64                                       | 2.40    | 3.86     | 3.39       | 62.41                           |
| 11 - 20             | hd10               | 5.80                                       | 4.25    | 7.02     | 6.04       | 56.79                           |
| 11 - 20             | F <sub>1/2</sub>   | 2.22                                       | 2.16    | 4.27     | 3.88       | 43.65                           |
| 11 - 20             | dap                | 3.83                                       | 3.91    | 4.55     | 5.87       | 60.62                           |

\* EXTRACCIÓN NIVEL LABORATORIO  
TAMAÑO DE PARTÍCULA: 250 MICRONES  
TIEMPO DE EXTRACCIÓN: 45 MINUTOS CADA FASE  
TEMPERATURA DE EXTRACCIÓN: 70°C  
PRESION: 640 mm DE Hg,





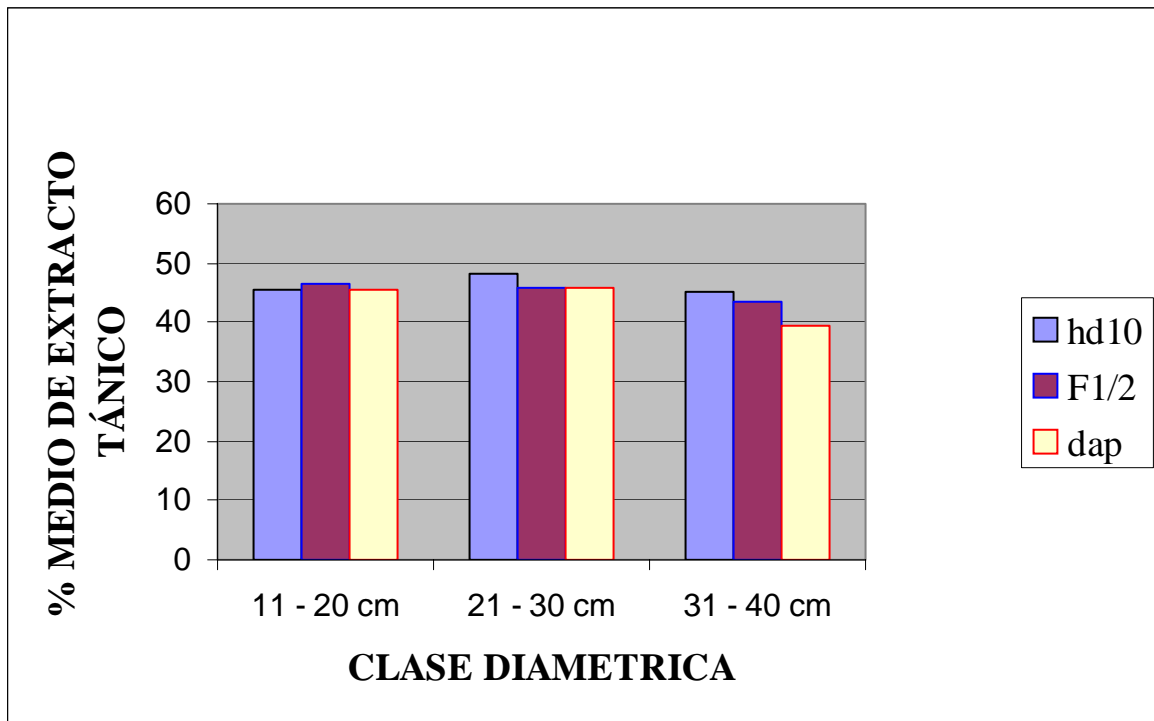
**Figura 2.** Rendimiento de extracto tánico en función de clase diamétrica y altura de extracción del Pino ocote (*Pinus oocarpa* Shiede).

Fuente: Datos de laboratorio, 2002.

**Cuadro 3** Porcentaje de extractos tánicos de corteza de encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) por el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%\*

| CLASE<br>DIAMÉTRICA<br>( cm ) | ALTURA DE<br>CORTE | MASA MEDIA EN GRAMOS DE<br>EXTRACTO TÁNICO |         |          |         | % MEDIO<br>TOTAL DE<br>EXTRACTO |
|-------------------------------|--------------------|--|---------|----------|---------|---------------------------------|
|                               |                    | Fase I                                     | Fase II | Fase III | Fase IV |                                 |
| 31 - 40                       | hd10               | 5.67                                       | 4.75    | 6.44     | 6.19    | 45.23                           |
| 31 - 40                       | F <sub>1/2</sub>   | 4.40                                       | 3.45    | 5.55     | 5.14    | 43.60                           |
| 31 - 40                       | dap                | 2.90                                       | 2.66    | 3.85     | 5.45    | 39.35                           |
| 21 - 30                       | hd10               | 5.70                                       | 4.06    | 6.95     | 6.31    | 48.16                           |
| 21 - 30                       | F <sub>1/2</sub>   | 3.30                                       | 4.56    | 6.34     | 6.75    | 45.74                           |
| 21 - 30                       | dap                | 2.97                                       | 3.37    | 5.21     | 5.24    | 45.91                           |
| 11 - 20                       | hd10               | 7.29                                       | 4.62    | 8.09     | 7.11    | 45.62                           |
| 11 - 20                       | F <sub>1/2</sub>   | 6.32                                       | 4.13    | 6.48     | 6.50    | 46.59                           |
| 11 - 20                       | dap                | 3.70                                       | 2.82    | 4.29     | 6.46    | 45.42                           |

\* EXTRACCIÓN NIVEL LABORATORIO  
TAMAÑO DE PARTÍCULA: 250 MICRONES  
TIEMPO DE EXTRACCIÓN: 45 MINUTOS CADA FASE  
TEMPERATURA DE EXTRACCIÓN: 70°C  
PRESION: 640 mm DE Hg



**Figura 3.** Rendimiento de extracto tánico en función de clase diamétrica y altura de extracción del Encino negro (*Quercus Brachystachys Benth*).

Fuente: Datos de laboratorio, 2002.

**Cuadro 4** Análisis de varianza para los rendimientos porcentuales de extracto tánico de corteza de las tres especies estudiadas en función de la clase diamétrica.

| <b>Especie</b> | <b>Rendimiento porcentual promedio</b> | <b>Fc</b> | <b>Pr&gt;F</b> | <b>Significancia</b> | <b>CV %</b> | <b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|--|-----------|----------------|----------------------|-------------|--|
| Aliso Común    | 42.36                                  | 0.12      | 0.89           | **                   | 8.47        | 0.5226   |
| Pino ocote     | 51.27                                  | 1.35      | 0.29           | **                   | 17.28       | 0.4924   |
| Encino negro   | 45.07                                  | 1.04      | 0.37           | **                   | 13.46       | 0.1795   |

**\*\* no existe diferencia significativa**

**\* existe diferencia significativa**

**Cuadro 5** Análisis de varianza para los rendimientos porcentuales de extracto tánico de corteza de las tres especies estudiadas en función de la altura de extracción.

| <b>Especie</b> | <b>Rendimiento porcentual promedio</b> | <b>Fc</b> | <b>Pr&gt;F</b> | <b>Significancia</b> | <b>CV %</b> | <b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|--|-----------|----------------|----------------------|-------------|--|
| Aliso Común    | 42.36                                  | 1.25      | 0.313          | **                   | 8.47        | 0.5226   |
| Pino ocote     | 51.27                                  | 5.60      | 0.013          | *                    | 17.28       | 0.4924   |
| Encino negro   | 45.07                                  | 0.48      | 0.625          | **                   | 13.46       | 0.1795   |

**\*\* no existe diferencia significativa**

**\* existe diferencia significativa**

**Cuadro 6** Análisis de varianza para los rendimientos porcentuales de extracto tánico de corteza de las tres especies estudiadas en función de la interacción de la clase diamétrica y la altura de extracción.

| <b>Especie</b> | <b>Rendimiento porcentual promedio</b> | <b>Fc</b> | <b>Pr&gt;F</b> | <b>Significancia</b> | <b>CV %</b> | <b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|--|-----------|----------------|----------------------|-------------|--|
| Aliso Común    | 42.36                                  | 4.93      | 0.013          | *                    | 8.47        | 0.5226   |
| Pino ocote     | 51.27                                  | 0.89      | 0.489          | **                   | 17.28       | 0.4924   |
| Encino negro   | 45.07                                  | 0.22      | 0.921          | **                   | 13.46       | 0.1795   |

**\*\* no existe diferencia significativa**

**\* existe diferencia significativa**

## ANÁLISIS CUALITATIVOS

Para las tres especies los resultados fueron los siguientes:

### **Reacción de Cloruro férrico**

A las muestras obtenidas de los 27 tratamientos y 4 fases cada una, se les realizó la prueba de reacción de cloruro férrico y se obtuvo resultados positivos que consisten en aparición de color verde oscuro en la solución

Prueba utilizando solución tánica al 25% y cloruro férrico al 10%. Temperatura: 24°Celsius

### **Reacción al Acetato de Plomo**

A las muestras obtenidas de los 27 tratamientos y 4 fases cada una, se les realizó la prueba de reacción de Acetato de Plomo y se obtuvo resultados positivos que consiste en formación de precipitado.

Prueba utilizando solución tánica al 25% y acetato de plomo trihidratado al 10%.  
Temperatura: 24°Celsius

**Cuadro 7** Rendimientos de las especies estudiadas y otros valores reportados por la bibliografía

| <b>Especies</b>                     | <b>Rendimiento de Extracto Tánico Total de la Corteza</b> |
|-------------------------------------|---|
| Pinus Oocarpa                       | 51.27 %   |
| Pinus ayachuite (pino blanco)       | 50.94 % <sup>1</sup>                                      |
| Quercus Brachistachis               | 45.07 %   |
| Alnus Jorulensis                    | 42.36 %   |
| Rhizophora mangle (mangle colorado) | 33.04 % <sup>2</sup>                                      |
| Pinus Caribaea                      | 15.71 % <sup>3</sup>                                      |

<sup>1</sup> Método de extracción con maceración mecánica con sulfito de sodio al 1%, para las alturas de toma de muestras de 1.30 m. Akú Ramirez, I.L. 2000.

<sup>2</sup> Método de extracción con maceración mecánica con sulfito de sodio al 1%, para las alturas de toma de muestras de 1.30 m. Akú Ramirez, I.L. 2000.

<sup>3</sup> Método de extracción con maceración mecánica con sulfito de sodio al 2%, Suchini L. J.M., 2002.

## 2.7. DISCUSIÓN

El estudio de extractos tánicos como curtientes vegetales para aprovechar los recursos naturales de la riqueza forestal de Guatemala, es uno de los más interesantes y beneficiosos para el país, ya que se cuenta con una diversidad de plantas que han sido utilizadas ancestralmente con fines de curtición, preservación y tinción a nivel artesanal y semi industrial. Puede aprovecharse esta experiencia previa para introducirse en elaborar extractos, como en este caso taninos, para aplicarlos en la industria, ya que se está revalorizando la utilización de productos naturales, al descubrirse efectos indeseados en productos sintéticos como también, sustituir materias primas importadas.

La corteza es un producto forestal no maderable con una amplia variedad de usos que datan desde los inicios de la civilización. El uso de la corteza de especies forestales es un potencial para la obtención de taninos naturales.

Debido a que la composición química de la corteza depende de la especie, de las condiciones de crecimiento del árbol y de la edad de éste, la presente investigación aporta datos sobre los efectos de dos factores (altura de extracción y clases diamétricas del árbol) que influyen en el rendimiento y calidad de taninos de corteza de tres especies forestales: Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede), Encino Negro (*Quercus brachystachys* Benth) y Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK).

Es conocido el hecho de que existen varios factores que se deben controlar en el proceso de extracción de taninos, como la temperatura de extracción y evaporación, la cual no debe exceder de 70°C, debido a que a temperaturas mayores tal sustancia se desnaturaliza.

Estudios anteriores (CORFO, 1997) se ha determinado que el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2%, es con el que se obtiene mayor cantidad de extracto tánico, así como mejor calidad de taninos. El método se basa en que la fracción extraída con solventes polares como el agua, contiene gran cantidad de sustancias polifenólicas que incluyen un gran número de componentes tipo flavonoides, siendo la catequina y la galocatequina las unidades más frecuentes en la corteza de coníferas; la sulfitación ayuda a que exista menor polimerización por la presencia de ésta sal e influye para que exista un mayor rendimiento porcentual de extractos tánicos.



El tamaño de partícula es uno de los parámetros que se debe de controlar en la extracción, puesto que una partícula muy gruesa no permite que exista un buen contacto entre solución – material y por consiguiente un agotamiento demasiado bajo, por el contrario un tamaño de partícula muy pequeño, puede crear canales preferenciales y evitar el contacto para extraer los metabolitos deseados; por lo tanto, el tamaño de partícula utilizada fue de 250 micrones para todos los tratamientos. Las características de la corteza son altamente dependientes de las condiciones de crecimiento de la especie.

Basándose en el análisis de varianza, con una probabilidad del 95% de acierto, para el Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) no se encontró diferencia significativa en el rendimiento de extracto tánico en función de las clases diamétricas consideradas. En consecuencia, es indistinto utilizar corteza de árboles con diferente dimensión (figura 1). Al relacionar la altura de obtención de la corteza con el rendimiento de extracto tánico, no se encontró diferencia significativa con una probabilidad de error del 5%, lo anterior indica que es factible aprovechar la totalidad de la corteza del fuste.

Para el pino ocote (*Pinus oocarpa* Schiede) al 5% de nivel de significancia, no se encontró diferencia significativa en el rendimiento de extracto tánico en función de la clase diamétrica, lo que significa que la variación no es discernible para las tres clases diamétricas comprendidas entre 10 y 40 cm. El rendimiento de extracto en función de la altura del fuste donde se obtiene la corteza, si presenta diferencia significativa al 5% de probabilidad de error. La altura de extracción que presentó mejor rendimiento fue al dap (diámetro a la altura del pecho, a 1.30 m del suelo) donde se tiene significativamente mayor rendimiento (59.22%) (figura 2), lo cual permite inferir que a la hora de aprovechar la corteza se debe de tener en cuenta que los árboles de diferentes dimensiones tienen un patrón de rendimiento similar. En cuanto a la altura de corte se debe tener cuidado en la variación de los rendimientos ya que ésta se manifiesta en forma muy dependiente de la altura.

En el Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth), con una probabilidad de acierto de 95%, no existe diferencia significativa en las dos variables evaluadas, lo que indica que el rendimiento no se ve afectado por el diámetro del árbol ni por la altura del fuste de donde se extrae la corteza (figura 3). A nivel de interacción, no existe diferencia significativa entre los dos factores estudiados, es decir, que la clase diamétrica de lo árboles, no influye en el

rendimiento de extracto tánico por efecto de la altura de extracción de la corteza. Lo anterior lleva a inferir de que al no ser significativa la variación se puede usar a discreción cualquier porción de corteza indistintamente de su procedencia.

Uno de las pruebas cualitativas que se les realiza a los extractos tánicos, es la reacción con cloruro férrico, ya que cuando los taninos se mezclan con sales de hierro se produce un colorante de color azul-verdoso, mismo que es la base para la producción de tintas. Con el Acetato de plomo, los taninos hidrolizables forman un precipitado. Por lo anterior estas pruebas son consideradas como una confirmación de la presencia de taninos en los extractos.

## 2.8. CONCLUSIONES

- 2.8.1 El rendimiento promedio porcentual de extracto tánico a nivel laboratorio con el método de extracción en etapas sucesivas con agua y solución acuosa de sulfito de sodio al 2% fueron: Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede) 51.27%, Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) 45.07% y para el Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) de 42.36 %.
- 2.8.2 Para las tres especies evaluadas con un 95% de probabilidad de acierto, no se encontró diferencia significativa del rendimiento promedio porcentual de extracto tánico de la corteza en función de la clase diamétrica.
- 2.8.3 El rendimiento promedio porcentual de extracto tánico de la corteza no se ve influenciado por la altura de extracción en Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) y Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth).
- 2.8.4 Para el Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede) la altura de extracción al dap (diámetro a la altura del pecho a 1.30 m del suelo) es la que mostró significativamente mayor rendimiento porcentual de extracto tánico.
- 2.8.5 En el Pino Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede) y el Encino negro (*Quercus brachystachys* Benth) el rendimiento no se ve afectado por el factor clase diamétrica y altura de extracción de corteza.
- 2.8.6 Para el Aliso común (*Alnus jorulensis* HBK) la edad del árbol influye en el rendimiento porcentual de extracto tánico por efecto de la altura de extracción.

2.8.7 Los datos reportados son a primera observación superiores a los datos de la bibliografía, lo que sugiere que las especies evaluadas son de alto potencial para la producción de extractos tánicos, debiendo tenerles en cuenta para tal propósito.

## **2.9. RECOMENDACIONES**

- 2.9.1 Probar la calidad de curtición proporcionada por el extracto tánico obtenido de las especies estudiadas
  
- 2.9.2 Estudiar los métodos de manejo y de utilización de los rodales de éstas especies para optimizar su aprovechamiento mediante el uso adecuado de la corteza.

## 2.10. BIBLIOGRAFÍA

1. AKÚ RAMIREZ , I. L.. 2001. Evaluación del Contenido Tánico en la Corteza de dos Especies forestales guatemaltecas, Mangle Colorado(*Rhizophora mangle*) y pino blanco(*pinus ayacahuite*) por medio de dos métodos de extracción. Tesis Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. USAC.
2. ALVARES GUADAMUZ, C. 1968. Estudios sobre algunos materiales curtientes de Guatemala. Tesis Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. USAC.
3. ASTM. 1987. American Society for testing and materiales. Annual book of ASTM Standard. Section 4, construcción. Volume 04.09 wood. Printed in Easton, MD, USA.
4. BOJ COTI, P. C.. 1999. Estudio comparativo de la influencia de los agentes enmascarantes formiato de sodio y acetato de sodio en un proceso al cromo convencional. Tesis Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. USAC.
5. Corporación de Fomento de la Producción Chile. 1997. Optimización de Producción de taninos. Universidad de Concepción. Fondo de Desarrollo Productivo.
6. FRITZ U. 1985. Enciclopedia de Química Industrial. Tomo V. pp. 808-815. XII pp 457-476 y XII pp 693-703.
7. GUERRERO MARINA, J. G. 1997. "Polifenoles Curtientes en Corteza de Tres Especies Forestales. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Post Grado.
8. LEMUS LUCAS, M. L. 1992. Recuperación de taninos a partir de la corteza de encino(*Quercus conspersa benth*) por medio de dos métodos de extracción a nivel de planta piloto. Tesis Ingeniería química Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala , pp 31.
9. MONTGOMERY, D. 1991. Diseño y Análisis de Experimentos. México Grupo Editorial Iberoamericana, pp 394-396

10. ORTIZ ALBURES, S., W. 1992. Obtención y Caracterización de los extractos crudos de "*psidium guayava*" a nivel de planta piloto de extracción destilación por medio de tres métodos de extracción. Tesis ingeniería química, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1992. pp 42
11. PAC DE PAZ, J. M. 1999. Caracterización de los efluentes líquidos de los departamentos de pelambre y curtidos de una industria curtidora en Guatemala en un proceso tradicional y en un proceso modificado. Tesis ingeniería química, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería
12. PETERS, R. 1977. Tablas de volumen de las especies coníferas de Guatemala. Instituto Nacional Forestal. Fortalecimiento del Sector Forestal, proyecto PNNUD/FAO/GUA/72/006. Experto FAO. Guatemala, pp. 45 – 46
13. SPECHER DE LEÓN, A. J. 1994. Estudio de la extracción del divi-divi para el uso industrial en Guatemala. Tesis ingeniería química, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
14. TORREBIARTE LANTSENDORFER, C. 1996. Efecto del valor pH en la oxidación precipitación, difusión y fijación de taninos y efecto del tiempo y concentración en la fijación de taninos en la solución. Tesis ingeniería química, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.
15. TORRES ROMERO, J. H. 1998. Contribución al conocimiento de plantas tánicas registradas en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural-Universidad nacional. Universidad Nacional de Colombia.