

## I. INTRODUCCIÓN

La caña guadua (*Guadua Angustifolia*) es una especie, de la familia del bambú, que es cultivada en regiones tropicales y subtropicales de nuestro país, siendo esta originaria de nuestra región e identidad aborígen. Este recurso forestal no ha sido valorado como tal, por falta de una cultura de manejo orientada a la industrialización, sin aprovecharlo en su totalidad.

Con relación a todos los tipos de madera, la caña *Guadua* tiene muchas ventajas cabe destacarlas, menor ciclo de cosecha, facilidad para su transportación, baja inversión en periodo de cultivo en cada hectárea de terreno, mayor densidad de cultivo.

La explotación y aprovechamiento de este recurso, parte de las necesidades de bienes socio económico, convertidos en necesidad básica de un pueblo país o región, aplicado un buen manejo del proceso, para darle un valor agregado como subproducto y producto terminado.

En la actualidad en nuestro país, la industrialización de la caña guadua ha sido muy limitada, debido a diferentes factores, primordialmente la carencia de cultivos controlados, es decir cultivos en los cuales se conoce su edad, especie, su forma de corte, etc. Además la poca cultura que tenemos en el país sobre la caña guadua, hace que no existan empresas que la industrialicen de manera adecuada.

La caña guadua es un recurso que no ha sido explotado en su totalidad, y esperando obtener los conocimientos necesarios para su industrialización se debe buscar en el futuro y presente técnicas para aprovechar todo lo que la caña guadua nos puede proveer.

La selección de la caña guadua, se la realiza desde su cultivo para obtener un buen producto, y un acabado que satisfaga el mercado interno y externo, de alta competitividad. Realizado el control en los cultivos de caña, luego de su estricta selección como materia prima, se procede su corte en secciones longitudes establecidas , pasando a un secado al ambiente con una humedad relativa no mayor del 20%. Para luego pasar a un tratamiento químico por inmersión con los agentes y preservantes químicos. Como hidróxidos, sulfatos, cloruros, alcoholes, cloruros, ácidos, etc . A determinadas concentraciones de acuerdo a los ensayos y parámetros deseados.

Este tratamiento químico mejora su conservación resistencia a los insectos xilófagos carcoma y termitas. Resistencia mecánica y propiedades ignifugas, también se realizan un tratamiento físico, con una laca de poliuretano, para mejorar su acabado con el fin de obtener un producto, netamente comercial y competitivo con relación a los demás del mercado. Con un valor agregado para su comercialización.

## **1.1. Objetivos**

### 1.1.1. General

- Obtener el método para el Curado y preservación de la caña guadua seleccionando agentes y preservantes químicos”

### 1.1.2. Particulares

- Elaboración de un método para el tratamiento químico de la caña guadua y así aplicar a la conservación de sus características.
- Obtener un producto con las especificaciones técnicas de resistencia y durabilidad, ya que este es un recurso sostenible.

- Obtener un producto con excelente calidad para que este sea un sustituto de la madera y así influir en la conservación de los bosques y el medio ambiente.
- Obtener las mejores condiciones para la fabricación de todo tipo de artesanías, como también en el campo de la construcción de viviendas.
- Debido al bajo costo que implica, la industrialización y el mantenimiento de estas viviendas se hace mas al alcancé de los sectores pobres.
- Colocar este material en el sector artesanal e industrial y así crear mas fuentes de trabajo y así ayudar al crecimiento tecnológico para la utilización de la guadua.

## **1.2. Importancia e Impacto de la investigación**

La presente tesis trata de orientar y hacer conciencia, de los recursos que nos puede brindar la caña guadua (*angustifolia*). Aplicando una cultura de cultivo antes de aplicar una tecnología nueva y propuesta para su proceso, sin afectar al ecosistema conservándolo al máximo.

Con métodos sencillos de tratamiento de preservación, estudiados y propuestos en este ante proyecto demostraremos la efectividad de los mismos, la caña guadua. Puede crear un espacio en la microempresa. Encaminado a su industrialización a gran escala, en el que intervienen sectores socioeconómicos de diferente índole . Generando un recurso forestal sostenible, para su posterior proceso e industrialización dándole un acabado y aumentar su valor agregado.

El sector encargado de los cultivos seria, el beneficiado y el mas importante debido a su naturaleza y cultura de cultivo, involucrando a un determinado numero de población. Un sector comuna o región dándoles una alternativa de ingresos a su

economía, con una buena orientación se podría obtener un producto artesanal semielaborado (o) prefabricado. Lo cual originaría y crearía una pequeña industria artesanal de mucha importancia, que bajaría los niveles de desempleo en un porcentaje considerable, por otro lado ayudaría a la migración de personas de las regiones rurales a la ciudad.

Es muy importante conocer y entender las técnicas de cultivo de la caña guadua e industrialización comercialización en diferentes mercados interno o externo generando divisas para encaminarnos, en una ruta de progreso sin errores y valorar las diversas variedades de caña que poseemos a lo largo de nuestro país poseedor de riqueza agroforestal. No debemos perder este recurso ya que en algún momento podría desaparecer, por no comprender su utilidad e importancia, para dar paso a otros cultivos introducidos por ciertos sectores tradicionales con algún interés creado, ocasionando un gran daño al país sin reparo alguno, por lo que desaparecerían los cultivos de caña. Y esta se aplicaría en actividades y construcciones rústicas y paupérrimas.

Nuestro país cuenta con tres regiones, en las que se puede cultivar diversas especies de caña (bambú) de acuerdo a su naturaleza, la cual define las propiedades tanto físico mecánicas de la caña, para su aplicación en diferentes usos y actividades.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Características y Usos de la caña guadua.

#### 2.1.1. Características

A pesar de que muchas de las características de la Caña Guadua son similares a las de la madera, está clasificada como una planta mucho más densa y, por lo tanto, más resistente que la madera. Además, crece mucho más rápido, por lo cual es un recurso fácilmente renovable. La caña guadua es de la familia gramínea, y sus fibras tienen calidades superiores al hierro, puede ser tan resistente como él, pero mucho más flexible y su costo es infinitamente menor.

#### 2.1.2. Usos e Industrialización de la caña.

El uso de caña *Guadua angustifolia* ha estado muy ligado a la cultura de nuestro pueblo, desde la época del Imperio Inca, cuando ya los indígenas trabajaban con guadua en sus tareas diarias. En la actualidad, en las regiones rurales de nuestro país, ésta es usada en corrales, cercas de patios, casas, ranchos, y en la elaboración de herramientas de trabajo como por ejemplo escaleras.

La caña tiene fibras naturales muy fuertes que permiten desarrollar productos industrializados tales como paneles, aglomerados, pisos, laminados, esteras, pulpa y papel, textiles de acuerdo a las variedades de caña, es decir productos de calidad que podrían competir con otros materiales en el mercado nacional e internacional.

Es importante señalar que con el uso de la guadua en los procesos industriales anteriormente mencionados, se reduciría el impacto sobre los bosques nativos, porque la guadua pasa a ser un sustituto de la madera.

### 2.1.2.1. Construcción

Para la construcción de una casa, ésta puede estar hecha solamente de caña, a excepción del fogón y la chimenea, pero en la mayoría de los casos, sin embargo, la Caña es combinado con otros materiales de construcción tales como madera, arcilla, cal, cemento, hierro galvanizado, y hojas de palma, de acuerdo con su relativa eficiencia, disponibilidad y costo. La importancia del bambú en cualquier región dada, está determinada generalmente por el nivel económico de la gente. En las regiones rurales, y en barrios marginales, la caña es utilizada en construcción de casas paupérrimas, sin embargo en ciertas áreas urbanas y en barrios de niveles económicos altos del Japón, Java y Malasia, el bambú es empleado arquitectónicamente en formas que son distintivas y básicamente artísticas. Los elementos estructurales del tejado son fijados al poste, y permite que una casa adecuadamente construida se mantenga en pie pese a los temblores de tierra y las operaciones.

Una de las características que permiten que la caña sea empleada en la construcción, es el fácil manejo para su corte y transporte. Las cañas tienen una estructura física característica que les proporciona alta resistencia con relación a su peso. Son redondas o casi redondas en su sección transversal, ordinariamente huecas, y con tabiques transversales rígidos, estratégicamente colocados para evitar la ruptura al curvarse. La superficie natural de la caña es limpia, dura y lisa, con un color atractivo, cuando las cañas han sido convenientemente almacenadas y maduras.

## **2.2. Estructura de la caña *guadua angustifolia*.**

La estructura anatómica de la caña *guadua* es axial, a diferencia de la madera que es radial, su tallo es protegido por su epidermis como sello hermético, su lado interior es la zona basal, donde existen avenidas principales que contienen los vasos del

metaxylema de las haces vasculares. Ellas son distribuidas de forma irregular y ocupan un 8-10% del área total de la sección atravesada. Su orientación, fuertemente axial, se distorsiona en los nudos. El acceso a los vasos se obstruye a menudo después de ser cosechado, debido a que reacciones cicatrizantes de la herida llenan su lumen. Las células circundantes del “parenchyma” conforman el componente principal del tejido y son conectados por hoyos pequeños llamados “pits”. Su contenido de almidón es la comida principal para los insectos y algunos hongos. Con el 50% de hemi-celulosa y 25% de lignina la caña guadua no contiene componentes tóxicos con el envejecimiento, como el “duramen” de muchos arboles y el contenido de sílice 0.5- 4% no tiene impacto. El almidón se guarda como fuente de energía en las células del parenchyma su cantidad del 2 al 6%. El bambú es más resistente a la penetración que la madera debido a su estructura anatómica

### **2.3. Géneros de bambúes nativos del Ecuador**

En el mundo existen 47 géneros y 1250 especies de bambú según su origen y región, en el Ecuador existen de 400 a 500 especies de bambú introducido de otras latitudes. A continuación se indican las especies nativas del Ecuador: *Arthostylidium*, *Aulonemia*, *Chasquea*, *Cryptochloa*, *Guadua angustifolia*, *Lithachne*, *Neurolepis*, *Olyra*, *Pariana*, *Parodiolyra*, *Pharus*, *Paresia*; *Rhipidocladum*, *Streptochaeta*.

### **2.4. Ciclo de vida de algunas especies de Bambú**

El ciclo de vida de una determinada especie puede variar de acuerdo a las condiciones del lugar en que se desarrolle. Los siguientes son los ciclos de vida que se han obtenido de algunas especies:

Arundinaria falcata.....	20-30 años.
Bambusa arundinacea.....	30-45 años.
Chusquea abietifolia.....	32 años.
Dendrocalamus strictus.....	20-40 años.
Bambusa tulda.....	35-40 años.
Melocanna bambusoides.....	10-50 años.
Bambusa polymorpha.....	55-60 años.
Phyllostachys nigra.....	60 años.
Phyllostachys reticulada.....	60-100 años.
Schizostachym species.....	30-34 años.
Banbusa guadua.....	60-75 años .

Hasta la presente no se ha determinado el ciclo de vida en ninguna de las especies nativas de América. Con relación a la **bambusa guadua**, nativa de Colombia y Ecuador, no existen hasta hoy informes de que se haya presentado un florecimiento gregario, por lo cual se considera que su ciclo de vida puede ser muy largo.

## **2.5. Propiedades físicas de la caña guadua.**

La sección transversal de la caña se diferencia en una zona exterior de aproximadamente 30% y una zona blanca porosa interior de 70% aproximadamente. Con el aumento de altura sobre el suelo, la porción de las fibras externas densas en relación con la sección transversal es más alta y por eso los tallos delgados se encuentran mejor que los tallos gruesos en relación con la sección transversal. En el presente cuadro se describirán algunos aspectos físicos de la caña guadua.

Propiedades especiales	Ligeros, flexibles; gran variedad de construcciones
Aspectos económicos	Bajo costo
Estabilidad	Baja a mediana
Resistencia sísmica	Buena
Resistencia a huracanes	Baja
Resistencia a la lluvia	Baja
Resistencia a los insectos	Baja
Idoneidad climática	Climas cálidos y húmedos

### 2.5.1. Deformación.

Para cargas a largo tiempo, expresado a través de la relajación y la contracción de ésta, va a depender la ligazón que pueda tener. En el caso de la contracción, esta depende del esfuerzo normal y del valor de contracción y del modulo elástico de la madera mineralizada. Para cargas de corta duración se tiene que el modulo  $wq < 0 = 1/350$ , donde  $wq$  es la fuerza aplicada como efecto de una carga corta.

#### Donde:

$$N_s = \epsilon_{cs} A_c E_{cs}$$

$N_s$  = Esfuerzo normal de contracción.

$\epsilon_{cs}$  = Valor de la contracción que depende de la consistencia de la caña.

#### 2.5.1.1. Densidad

##### Peso específico.

Es una variable importante para evaluar el grado de compactación de la caña guadua. Expresa la relación de la masa de un cuerpo y la masa de un volumen igual al de otra sustancia referencial o sustancia patrón P.E es adimensional.

$$P.E = \frac{(m/v)S}{(m/v)S. Patron}$$

## **2.5.2. Propiedades térmicas y elásticas.**

### **2.5.2.1. Como elemento de Construcción**

En razón de las propiedades hidrométricas y térmicas el concreto ligero de madera puede proponerse como los materiales usuales, aplicándolo como elementos de planchas de uso estático, de falso techo, o de fachadas, para uso de paneles ligeros compuestos de madera y bambú.

### **2.5.2.2. Conductividad Térmica.**

Los valores a las que se puede obtener, está dado por un valor de lambda entre 0.30y0.75 W/mK. Ubicándose dentro del rango del concreto y la madera. Esto le da la disposición de ser utilizado en el exterior, como en el interior, pero en el interior se aconseja de utilizar en combinación de otro elemento debido a su baja resistencia a la difusión del vapor.

### **2.5.2.3. Durabilidad.**

La durabilidad de la caña guadua, tiene un mínimo de aproximadamente 50 años, dependiendo de su ubicación, y de las condiciones externas a la que esté expuesta, siendo esta durabilidad variable, ya que en Japón existen construcciones de más de 100 años de edad.

### **2.5.2.4. Humedad.**

La Caña guadua contiene una cantidad considerable de humedad, conocida como savia, que es la conductora de los alimentos de la planta que son obtenidos del suelo, y son necesarios para el crecimiento de la caña. La caña guadua se contrae con la pérdida

de humedad y se dilata cuando ésta aumenta, para reducir los cambios de dimensión, se la debe someter al proceso de secado, aproximándose al contenido de humedad que tendrá cuando esté en uso, o sea entre el 10 y el 15%. Manual de Construcción con Bambú de Oscar Hidalgo López.

#### **2.5.2.5. Determinación del contenido de humedad.**

A cada muestra tomada de una pieza de caña guadua, se le halló el peso del agua con relación con la parte de sólidos, tomando el peso inicial y luego llevándola al horno hasta obtener un peso constante. La relación entre el peso inicial menos el peso seco dividido para el peso seco y multiplicado por 100, da el valor del contenido de humedad, CH, en porcentaje.

$$CH = \frac{(\text{peso húmedo o inicial}) - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

#### **2.5.2.6. Absorción del agua.**

La caña guadua tiene una humedad de equilibrio del 20% y fácilmente adquiere agua, ya que es un material higroscópico, estando fácilmente expuesta a la proliferación de hongos y demás organismos que crecen en medio acuoso, por ejemplo hongos, tales como el verde penicillium, malta y tros, que pueden removerse fácilmente de la superficie de la caña una vez seco.

#### **2.5.3. Propiedades mecánicas.**

Depende de factores como: la especie, el clima, la exposición, la edad, la tala y el periodo de corte, entre los más importantes. Esto hace que se tengan valores diferentes

para cada situación particular. La acumulación de fibras de alta resistencia en la zona externa hace que sea efectivo a las fuerzas de tracción, flexión y cortante, teniendo gran elasticidad. Al centro del palo disminuyen el peligro de desabollar, como una superficie múltiple torcido, y afectan estabilidad al sistema.

**Tabla 1. Comparación de las características mecánicas de algunas clases de bambú.**

Comportamiento del material.	Unidad.	Bambú	Bambú	Bambú
		Asier	bruto.	Bois
E (modulo Young).	N/mm <sup>2</sup>	210.000	12.500	10.000
Carga proporcional.	KN/m <sup>3</sup>	78.50	6.00	5.00
Compresión.	N/mm <sup>2</sup>	235	27-56	10.5
Flexión.	N/mm <sup>2</sup>	235	74	10.5
Tensión.	N/mm <sup>2</sup>	235	74	10.5
Tensión de ruptura.	N/mm <sup>2</sup>	360	144	50
Longitud de ruptura.	Km.	4.6	18	10

**Tabla 2. Características mecánicas del bambú.**

Característica.	Unidad.	Valor.
E-modulo (Compresión paralela).	N/mm <sup>2</sup>	18.400
E-Modulo (Flexión paralela).	N/mm <sup>2</sup>	17.800
E-modulo (Tracción paralela).	N/mm <sup>2</sup>	20.700
$\beta_D$ (Compresión paralela) $\lambda= 10$	N/mm <sup>2</sup>	56
$\beta_D$ (Compresión paralela) $\lambda= 56$	N/mm <sup>2</sup>	39
$\beta_D$ (Compresión paralela) $\lambda= 86$	N/mm <sup>2</sup>	27
$\beta_D$ (Flexión).	N/mm <sup>2</sup>	74
$B_T$ (Cizallamineto).	N/mm <sup>2</sup>	4.3
$B_Z$ (Tracción paralela).	N/mm <sup>2</sup>	> 95

La configuración **anisotrópica** de la bambusa guadua proporciona valores diferentes para los esfuerzos mecánicos de acuerdo a la dirección, con relación a la orientación de las fibras.

El no contar con fibras de orientación radial, hace que los valores dados tengan una diferencia marcada, tal no es el caso con la madera que tiene una configuración **orthotropica** (con fibras en sentidos perpendicular).

#### **2.5.3.1. Dureza.**

Para considerar la posibilidad de utilizar este material en cubiertas u otras superficies, se requiere conocer su dureza. Esta característica mecánica se midió en las caras de listones previamente secados en estufa y climatizados a  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  de temperatura con  $65 \pm 5\%$  de humedad relativa del aire. Las mediciones se realizaron de acuerdo al método propuesto, efectuando las penetraciones tanto en las zonas de nodos como de internodos. Lo que proporcionó una dureza tal de  $15.000 \text{ N/m}^2$ .

#### **2.5.3.2. Resistencia a la compresión.**

Para usos en los cuales la caña guadua trabaja como columnas, puede presentarse el fenómeno de pandeo. El comportamiento de la pieza dependerá de su relación de esbeltez, dada por las dimensiones físicas del elemento y de la tensión de compresión directa provocada por una carga sobre la cual se inicia la acción de pandeo. La fuerza de compresión aumenta con la edad, los bambúes de 6 años tienen una resistencia de compresión en 2,5 veces más, que una guadua de un año. Las secciones de un tubo con nudos tienen unas características mecánicas sobre el 8% más altas que los que no tienen nudo, al aplicarle cargas de compresión paralelo a las fibras. Con la presión perpendicular a las fibras los nudos absorben la fuerza hasta en un 45%, comparándolos con los que no tienen nudo. Los aspectos que influyen en la densidad de los vasos para aumentar la firmeza a la presión son la altitud de la zona y la edad de los tallos.

### 2.5.3.3. Resistencia a la tracción.

La zona exterior tiene una **firmeza a la tracción** de dos a tres veces más que el interior. En los nudos esta firmeza es moderada, puesto que las fibras se cruzan, tomando en cuenta que los nudos disminuyen la firmeza a la tracción. También con caña guadua de más de 5 años su firmeza a la tracción se reduce.

### 2.5.3.4. Resistencia a la Flexión y Modulo de Elasticidad.

En aquellos usos en los cuales deba soportar cargas, la resistencia a la Flexión y el Modulo de Elasticidad son características importantes. En la presente tesis, se hicieron pruebas de Flexión en latillas de cañas sin tratamiento, y en latillas de cañas ya tratadas con diferentes soluciones, dichas pruebas fueron realizadas en el Laboratorio Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli, de la Facultad de Ciencias Matemáticas, y sus resultados están en el anexo de tablas y gráficos. A continuación, ponemos a consideración la resistencia a la flexión de la caña guadua en relación al álamo y al pino.

<b>Propiedad.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Guadua</b>	<b>Álamo</b>	<b>Pino</b>
<b>Tensión.</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	335	298	416
<b>Modulo de rotura.</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	621	519	740
<b>Modulo de elasticidad.</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	70195	75870	93300
<b>Tensión de rotura.</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	92	61	100
<b>Tensión máxima</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	272	302	400
<b>Carga máxima.</b>	Kg	289	140	265

## 2.6. Plagas.

Los insectos se consideran plaga cuando su presencia por abundancia se hace nociva, generando daños endémicos o epidémicos; o cuando su densidad de población sobrepasa el nivel de daño económico.

En la actualidad se maneja el termino “umbral de acción”, que es el nivel de población del insecto el cual el costo marginal es igual al beneficio marginal de control. El ataque de insectos a la Guadua mayormente sucede cuando esta trabajando en construcción o antes de ser empleada. En la Guadua Angustifolia, la primera plaga fue reportada en 1917, del orden Orthóptera, familia Tettigoniidae, especie Melanoplus. Sp. (**langosta**) cuyo daño fue la defoliación y partición de tallos debido al peso de los insectos.

Cuando un insecto ataca la caña, se debe a que encuentra en ella condiciones necesarias para desarrollarse, como son alimento (azúcar y almidón) y espacio o resguardo. Los insectos perforadores de la guadua ocupan el segundo lugar en importancia en lo que respecta al deterioro biológico de la guadua después de los hongos.

#### **2.6.1. Insecto: Dinodermus minutus.**

Familia Bostrichidae, orden coleóptera; son insectos de tamaño pequeño a mediano, de color gris, café o negro, la cabeza generalmente esta escondida debajo del amplio protoráx y las partes bucales son generalmente bien desarrolladas para masticar; su nombre común es Broma y se considera como de las peores plagas que afecta la guadua, por lo tanto se requiere que en el futuro próximo sea objeto de amplia investigación. Causa daños en las partes más blandas del tallo, especialmente cuando están presentes altos contenidos de humedad y azúcares; actúa sobre guadua en pie, apeada y transformada en esterilla y culmos secos o enfermizos; no ataca ni rebotes ni guaduas juveniles o viches. Para su control se recomienda el empleo de insecticidas de amplio espectro y a base de piretros. También se recomienda recolectar y quemar los tallos afectados.

### **2.6.2. Insecto: Podischnus agenor.**

Familia Scarabaeidae, orden coleóptera; son de cuerpo pesado, forma oval o elongada de antenas lameladas y de 8 a 10 segmentos, con tibias frontales más o menos dilatadas con el borde externo dentado o afilados; al igual que el Dinodermus, posee aparato bucal especial para masticar, pero se distingue de él por sus alas anteriores que son fuertemente cutinizadas. Comúnmente se les denomina escarabajos, cucarrones de invierno, rinocerontes o mayates de mayo.

El daño es ocasionado por el insecto adulto que ataca preferentemente las partes más tiernas de los tallos en formación; perfora las paredes externas y se introduce en los entrenudos, ovopositando en los nudos; el daño es ocasionado por las larvas que tienen forma de media luna, las que consumen los nudos interfiriendo el crecimiento del tallo y disminuyendo su altura final.

En algunas ocasiones, el adulto ataca partes terminales, de plantaciones nuevas, no mayores de 3 años, o guaduas adultas en estado joven, las que deshilacha hasta que destruye totalmente. Este insecto requiere de control periódico, ya que su daño puede afectar la calidad final de la guadua, ocasionando pérdidas económicas de importancia; su mayor incidencia ocurre en épocas de invierno y el manejo consiste en la recolección manual de larvas y adultos, si el ataque es severo se debe implementar control mecánico nocturno.

### **2.6.3. Insecto: Estigmina Chinensis.**

Familia Chrysomelidae, orden coleóptera; de tamaño pequeño, contorno oval. La superficie de los élitros usualmente lisa, punteada y a veces la esconde en las patas relativamente cortas. Aparato bucal característico de los coleópteros.

Ataca los rebrotes o tallos juveniles, el daño inicial lo ocasionan los adultos, pero son sus larvas las que consumen los tejidos tiernos, ocasionando acortamiento y torceduras del tallo cuando el ataque es severo. El control generalmente es dirigido al estado adulto

#### **2.6.4. Insecto: *Parisoschoenus* sp.**

Familia Curculinoidea, orden coleóptero; son de cabeza prolongada con su pico en forma de trompa de elefante, posee un juego de partes bucales masticadoras. El pico capacita a los adultos para alimentarse debajo de la epidermis; las larvas no tienen patas, son típicamente jorobadas, blancas y de cuerpo suave, el daño lo ocasionan tanto la larva como el adulto, que infestan sitios de cortes mal hechos y guaduas en proceso de degradación.

#### **2.6.5. Insecto: *Kalotermitis brevis*.**

Familia Kalotermitidae, orden isóptera; tienen alas más grandes que el cuerpo blanquecino y delicado, con partes bucales masticadoras. Son llamados erróneamente hormigas blancas y se encuentran distribuidas en todo el mundo a excepción de la zona ártica y la antártica. Son conocidos como termitas o comejenas. Tienen excelente organización distinguiéndose: las obreras, que se encargan de hacer túneles y canales, son ciegas, sin alas y estériles; los soldados, dedicados a trabajos especializados y a la defensa de la colmena, tienen cabeza y mandíbula esclerotizadas y las reproductoras encargadas de establecer nuevas familias en otros sitios. Su principal semejanza con las hormigas está en su vida colonial o social. Atacan a la guadua en uso, construyendo galerías y destruyéndola internamente hasta consumir todas sus fibras, ocasionando daños mecánicos irreparables. Estos insectos que se alimentan generalmente de madera,

asimilan la celulosa y otros carbohidratos gracias a la presencia de un protozoo en su intestino que le permite desdoblar estos compuestos.

#### **2.6.6. Insecto: *Atta* sp.**

Familia Formicidae, orden Hymenóptera; son insectos de las zonas tropicales, de características morfológicas típicas, donde sobresale su cuerpo segmentado con patas de movimientos rápidos, alas bien desarrolladas, reducidas o ausentes y aparato bucal trozador. Comúnmente se les llama Hormigas y aunque no se alimentan de madera, causan daño destruyendo tejidos blandos de la guadua y vivero, trozando las hojas que transporta a su madriguera, donde las utiliza para cultivar el hongo del género *Rhizytes* del cual se alimenta. El género ***Atta cephalotes*** es el más frecuente en guaduales.

Otros insectos como los pasadores o perforadores, que atacan guaduas enfermas, abandonadas, con grietas o almacenadas con alta humedad, producen galerías donde depositan sus huevos; se destacan los gorgojos del orden coleóptera, la familia scolitidae con géneros como *Xyleborus* sp y la familia Platypodidae con el género *Platypus* sp.

Hay insectos del orden lepidóptero, que cuando atacan la guadua depositan larvas que evolucionan al interior del tallo, consumen alimentos y en la fase final de su ciclo se retiran. No ocasiona daños severos y algunas partes del tallo se utilizan como elementos menores de construcción o artesanías.

#### **2.7. Enfermedades.**

Las enfermedades en la guadua son ocasionadas por hongos o bacterias que acaban con ella y le hacen perder su utilidad; estos seres vivos aparecen en cualquier lugar, ya sea el gradual plantado, natural o cualquier sitio donde se deposite la caña, es

decir, su ataque es limitado. Pueden distinguirse tres grupos de hongos según la naturaleza de su desarrollo sobre la madera y el tipo de deterioro que ocasionan, hongos xilófagos, cromógenos y mohos.

Los primeros son los más importantes, por ser capaces de desintegrar las paredes de las células y por lo tanto de cambiar las características físicas y químicas, dando origen a la pudrición. Los hongos cromógenos y los mohos se alimentan de compuestos orgánicos, almacenados en la caña y fáciles de digerir; ejercen escasa o ninguna influencia sobre las propiedades de esta. Los cromógenos causan coloraciones que se consideran como defectos, mientras que los mohos pocas veces colorean la caña.

En la guadua existen factores que favorecen el ataque de hongos o bacterias como:

- La existencia de provisión de alimentos apropiada, que se refiere a los materiales de la estructura de las paredes celulares de la guadua y las sustancias almacenadas en las cavidades de esas estructuras. Los principales tipos de alimentos almacenados son almidones, proteínas y algunas grasas. El almidón es descompuesto por enzimas como la amilasa, las proteínas por enzimas proteolíticas y las grasas por la beta oxidación.
- Contenido de humedad en la guadua, ya que los hongos requieren de cierta cantidad de humedad para su óptimo desarrollo; si existe exceso de agua por saturación o escasez, los hongos no pueden desarrollarse.

Además de los anteriores factores que favorecen la aparición de los hongos en la guadua, existen otros, que fácilmente se presentan debido a las intervenciones antrópicas y las condiciones mismas del guadual o de los viveros que coadyuvan a que

los guaduales sean potencialmente susceptibles a enfermedades, razón por la cual se deben tomar las precauciones del caso.

### **2.7.1. Mancha de asfalto**

Ocasionada por el hongo o *Phyllachora* sp. Se manifiesta en las hojas o láminas foliares; consiste en pequeñas manchas visibles por el haz y el envés de color café oscuro, bordeadas por círculos de color amarillo. Las condiciones ambientales donde la altitud es menor a 1000 metros es decir con temperaturas mayores a 24 °C y precipitaciones entre 1000 y 1500 mm al año son ideales para el desarrollo de este hongo. No reviste nivel de daño económico.

### **2.7.2. Secamiento de las hojas**

Originado por la presencia del hongo *Stagonospora* sp; el secamiento se presenta por ambos lados de la hoja, se inicia por el ápice y se disemina por los bordes hasta invadir el centro de la misma. La lesión es de color café claro y bordes en bandas más oscuras. A medida que se asciende sobre el nivel del mar disminuye la aparición de este hongo debido a la disminución de las condiciones ambientales ideales para su desarrollo.

## **2.8. Protección contra las enfermedades por insectos xilófagos.**

### **2.8.1. Protección natural de la caña.**

Cuanta más savia circule a través de la caña, más nutrientes tendrá y será más propensa al ataque de los hongos y xilófagos, que encuentran el medio ideal para alimentarse y reproducirse.

Cuanta más humedad tenga y menos aireada esté, será más propensa al ataque de los hongos que, en cuestión de semanas y a veces de días, infectan la caña que va perdiendo resistencia mecánica y a veces resulta inutilizable por completo.

Se está investigando con caña en un tratamiento térmico, introduciéndola en calderas especiales, con calor y sin oxígeno, para que libere los nutrientes, conseguir su durabilidad y protección natural.

En épocas pasadas era muy empleado el transporte de caña por río, este hecho favorecía sobre todo a los tallos de origen frondoso. La corriente de agua arrastraba, a través de los vasos comunicantes, los nutrientes de los tallos. Efecto parecido se consigue colocando la madera en estanques y lagos de agua más bien pura.

## **2.9. Protectores naturales**

Particularmente las clases de Xilófagos (Dinoderus, Bostrichidae, Lyctidae), que perforan los tallos vivos cosechados, acusan daños graves. Si se desea extender la vida de los edificios hechos en bambú, se debe prestar atención a la protección de la humedad constructiva (por ejemplo goteras o humedad ascendente).

### **2.9.1. Microorganismos existentes en la atmósfera.**

Para algunos microorganismos, tal vez uno de los medios más hostiles sea la atmósfera. Suspendido en el aire, el minúsculo propágulo microbiano puede ser sometido a desecación, a los efectos perjudiciales de la energía radiante del sol y a la actividad química del oxígeno elemental gaseoso (O<sub>2</sub>) al cual estará íntimamente expuesto. Algunos microorganismos, de modo especial las bacterias gram-negativas, realmente mueren muy rápidamente cuando se hallan suspendidas en el aire incluso, aunque ninguna es capaz de crecer y multiplicarse en la atmósfera, un número

importante de microbios son capaces de sobrevivir y usar la turbulencia del aire como medio de dispersión.

### **2.9.2. Microorganismos del aire.**

La flora bacteriana puede estar dominada por bacilos y cocos gram-positivos a no ser que haya habido contaminación reciente del aire por una aerosol generado a partir de procedencia animal o humana, o a partir del agua. Las colonias pigmentadas con frecuencia serán de micrococos o de corinebacterias mientras que las colonias grandes de un color que va desde el blanco al crema con frecuencia serán de bacilos aerobios esporógenos del genero *Bacillus*. También pueden haber colonias pequeñas, elevadas y consistentes de bacterias filamentosas pertenecientes al genero *Streptomyces* o a un genero afín de actinomicetos.

Las bacterias carecen de mecanismos activos para llegar a ser transmitidas por el aire. Son dispersadas sobre las partículas de polvo que son alborotadas por agentes físicos, sobre las diminutas gotitas de agua generadas por cualquier proceso que conduce a la formación de una aerosol y sobre las diminutas descamaciones de la pile que son eliminadas continuamente por algunos animales entre los que se incluye el hombre.

Es posible observar la evolución de algunos hongos filamentosos terrestres (los mohos) como por ejemplo el desarrollo de mecanismos cada vez más sofisticados para la dispersión aérea de sus propágulos reproductores. Algunos de los mohos más importantes en microbiología no disponen de mecanismos activos para la dispersión de sus esporas pero producen una gran cantidad de pequeñas esporas no humedecibles que son resistentes al daño de la desecación y de la luz. Son transmitidas por el aire del

mismo modo que la minúsculas partículas de polvo seco por la perturbación física y por el viento.

Algunos hongos, como por ejemplo *Fusarium*, producen esporas fácilmente humedecibles que son dispersadas en la atmósfera en forma de minúsculas gotitas de agua que se forman en el punto de impacto de una gota de lluvia y de este modo se pueden distribuir muy ampliamente en las cosechas de los campos durante el tiempo húmedo.

### **2.9.3. Microorganismos del suelo.**

El medio del suelo es extremadamente complejo por lo que los diferentes suelos poseen su propia flora variada de bacterias, hongos, protozoos y algas. El suelo es un reservorio de microorganismos tan rico, que de él se han obtenido algunas de las cepas que se usan en la producción industrial de antibióticos, de enzimas, de aminoácidos de vitaminas y de otros productos que se usan tanto en la industria farmacéutica como la industria alimentaria. Los microorganismos del suelo participan en el reciclado de los compuestos orgánicos y nitrogenados que es esencial si el suelo tiene que mantener el crecimiento activo de las plantas, pero su capacidad para degradar materiales orgánicos complejos convierte a estos mismos microorganismos en potentes organismos de alteración si se hallan presentes en la superficie. De este modo, la costumbre que comúnmente se adopta de proteger las superficies de la suciedad, esta justificada por reducir la probabilidad de que sean inoculados con organismos capaces de alterarlos.

El suelo es así mismo un medio muy competitivo y un medio en el que los parámetros físico-químicos pueden cambiar muy rápidamente. En respuesta a esto, algunas bacterias y hongos del suelo producen estructuras resistentes, como son las endosporas de *Bacillus* y de *Clostridium*, y las clamidosporas y los esclerocios de algunos hongos

que son capaces de soportar la desecación y una amplia escala de fluctuaciones de la temperatura. Si bien las endosporas bacterianas son especialmente resistentes a la temperaturas elevadas, realmente su subsiguiente germinación con frecuencia es desencadenada por la exposición a tales temperaturas.

#### **2.9.4. Microorganismos del agua.**

El medio acuático constituye, tanto en superficie como en volumen, la mayor parte de biosfera y tanto el agua dulce como el agua de mar contienen muchas especies de microorganismos adaptados a estos peculiares habitat. Las bacterias que se aíslan en las aguas de los océanos abiertos con frecuencia tienen una necesidad fisiológica de sal, crecen mejor a las temperaturas relativamente bajas de los océanos y en el aspecto nutritivo están adaptadas a la concentración relativamente bajas de los compuestos orgánicos y nitrogenados existentes en las citadas aguas. Tanto así que, desde el punto de vista de todo laboratorio que trabaje sistemáticamente con bacterias marinas se suelen definir como organismos psicrófilos oligotróficos que para su crecimiento óptimo necesitan Cloruro Sódico. Los hongos también se hallan presentes tanto en las aguas marinas como en las aguas dulces pero no tienen el mismo nivel de importancia que otros microorganismos. Existen grupos de hongos verdaderamente acuáticos que incluyen algunos que son patógenos graves de los moluscos y de los peces.

#### **2.9.5. Microorganismos de las plantas.**

Todas las superficies de las plantas poseen una flora de microorganismos propia que puede estar lo suficientemente especializada como para ser denominada flora filoplana la correspondiente a la superficie de las hojas y flora rizoplana la que se refiere a la superficie de las raíces. Es posible que el número de organismos existentes en las

superficies de las hojas de las plantas jóvenes sanas sea muy escaso pero las especies que existan en ellas están perfectamente adaptadas a este medio especializado. Con frecuencia se hallan presentes mohos tales como *Cladosporium* y la denominada levadura negra, *aureobasidium pullulans*. Claro está que, si la planta está segregando un exudado azucarado, estos mohos pueden hallarse presentes en cantidades tan elevadas que cubran la superficie de la hoja con un sedimento fuliginoso negro.

Los mohos especializados, las levaduras y las bacterias que viven como comensales inofensivos sobre la superficie de las plantas jóvenes sanas, no suelen representar problema alguno en la alteración de los productos vegetales después de la recolección. Las plantas han desarrollado varios mecanismos para contrarrestar la infección por microorganismos pero existen algunas especies de hongos y de bacterias que vencen esta resistencia y causan enfermedad a las plantas y algunas de ellas también causan problemas de alteración después de la recolección y del almacenamiento.

#### **2.9.6. Microorganismos de origen animal.**

Todos los animales sanos llevan consigo una compleja flora microbiana, una parte de la cual puede ser muy especializada y adaptada al crecimiento y supervivencia en la superficie de su hospedador y otra parte puede ser temporal, reflejando las interacciones inmediatas al animal con su medio. Desde un punto de vista tipológico, el intestino también forma parte de la superficie externa de un animal pero ofrece un medio muy especializado y de aquí que la importancia de la flora intestinal humana.

## **2.10. Tratamiento de la caña**

El tratamiento de la caña guadua, tiene por objeto darle a la misma y a los productos de ella, determinadas propiedades físicas, además de protegerla contra los insectos y hongos, lo que permite utilizarla en la fabricación de diversos materiales de construcción, artículos artesanales, etc.

Existen diversos tratamientos para inmunizar a la caña, teniendo en cuenta los métodos de curado, los tratamientos químicos, e inclusive los métodos no tradicionales. En el presente capítulo se detallaran diferentes técnicas, dándole al lector distintas opciones a seguir, tomando en cuenta los procedimientos industrializados y los artesanales.

### **2.10.1. Métodos de curado**

Para evitar el ataque de insectos xilófagos a la caña guadua, esta se la debe someter a un tratamiento de curado, inmediatamente después de haber sido cortada de la mata, ya que se la debe inmunizar para hacerla menos propensa al ataque de dichos insectos, entre ellos el escarabajo del bambú (*Dinoderus minutus*), que es atraído por la sabia de la caña. El curado entonces consiste en la expulsión de la sabia de la caña para disminuir el ataque de insectos.

Entre los métodos más utilizados están los siguientes:

- Curado en la mata.
- Curado por inmersión.
- Curado por calentamiento.
- Curado de la mata de caña guadua.

### **2.10.1.1. Curado en la mata.**

Los tallos cortados se dejan recostados verticalmente contra el guadual, aislándolos del suelo por un lapso de cuatro a ocho semanas. Después de cortado el tallo, se deja con ramas y hojas recostado lo más vertical posible, sobre otros bambúes y aislado del suelo por medio de piedras. En esta posición se deja por un tiempo no menor de 4 semanas, después de lo cual se cortan sus ramas y hojas y se deja secar dentro de un área cubierta bien ventilada. Este método ha sido hasta ahora el más recomendable, pues los tallos no se manchan y conservan su calor.

Las ramas y hojas, luego de la cosecha, permanecen en el tallo para que absorban el agua libre de los capilares (el agua fija está en las células); desgraciadamente se lo olvida por razones económicas. Si la cosecha ocurre antes de la salida del sol, el almidón todavía se encuentra en las raíces. Los Indígenas de Colombia, cosechan después del mediodía, puesto que el almidón se encuentra en las hojas y hay menos agua en el tallo. Por la mañana, debido a la fotosíntesis, se encuentra más agua en el tallo. Si el tallo se fue cosechado por la mañana, después de poco tiempo, éste presentara el ataque de los insectos.

### **2.10.1.2. Curado por inmersión**

Se sumergen los tallos en agua, una vez cortados por un tiempo no mayor a cuatro semanas. Aun cuando se reduce considerablemente el ataque de insectos, el tallo se torna más liviano y quebradizo. Los tallos recién cortados se sumergen en agua, ya sea en un estanque o en un río, por un tiempo no mayor de 4 semanas. Posteriormente se dejan por algún tiempo. Este método ha sido hasta ahora el más utilizado.

### **2.10.1.3. Curado por calor o calentamiento**

Los tallos recién cortados se rotan sin quemarlos sobre fuego, a cielo abierto. El curado al calor se hace colocando horizontalmente las cañas de bambú sobre brasas a una distancia apropiada para que las llamas no las quemen, girándolas constantemente. Este tratamiento se hace por lo general a campo abierto. Las brasas se colocan en el fondo de una excavación de 30 a 40 centímetros de profundidad. Este método también se emplea para enderezar cañas torcidas. Este tratamiento es considerado muy efectivo; sin embargo, se corre el peligro de que el calor produzca contracciones y estas a su vez agrietamientos y fisuras en la caña.

### **2.10.1.4. Curado por humo (ahumado).**

Este método consiste en ahumar las cañas previamente colocadas horizontalmente en el interior de la casa sobre un fogón u hoguera, hasta que queden cubiertas exteriormente de hollín. Proceso por el cual se expone al calor generado por el fuego las cañas impregnándose agentes tóxicos que dan un grado de protección, además el calor puede destruir o reducir el contenido de almidón de las células de parénquima por pirolisis. Ahumar. Si se ahuma la caña guadua sobre un fuego, puede llegar a ser incomedible; para ello se utilizan sus propias ramas y hojas. Con 50 a 60 grados de temperatura ambiental y humedad variable, se ahuman los vástagos. Se intercambia entre un fuego lento y solo el calor, para la filtración del alquitrán en la madera de manera gaseosa.

En Japón se tiene experiencia en como manejar este tratamiento. Hay que perforar los vástagos, sin dejar los huecos alineados para evitar rasgaduras. La desventaja de ese tratamiento es, que los tallos huelen a humo. La caña guadua es muy interesante del

punto de vista del mantenimiento, porque una guadua (bambú) de 9 metros está lista para ser cortada y usada 5 a 7 años después de haber sido plantada. La debilidad de la caña es que este material es fácilmente atacado por insectos y plagas. El sistema tradicional para conservar el bambú consiste en inmunización a través del uso de fuertes y tóxicos químicos que son muy eficaces para este proceso, pero ellos también son muy dañinos para la naturaleza, ambiente y personas que viven en las casas y aquellos que trabajan con ellos.

El proyecto de bambú ahumado usa una tecnología muy antigua, la caña se pone en hornos que, a través de la incineración de madera desechada, produce humo y al mismo tiempo un ácido piroleñoso que impregna las paredes de la caña que crea una barrera natural que no permite la penetración de insectos y plagas. Por consiguiente, la importancia de este proyecto es que aplicando la antigua tecnología, un inmunizante químico y tóxico es sustituido por uno natural.

#### **2.10.1.5. Curado por aguardiente**

El curado por aguardiente se hace colocando horizontalmente las cañas de bambú en una solución alcohólica, girándolas constantemente y dejándolas sumergidas por varios días. Este tratamiento se hace por lo general a campo abierto. Las cañas se colocan en el fondo de una recipiente de 20 a 30 centímetros de profundidad. Este método también se emplea para enderezar cañas torcidas, como también para evitar que los insectos, hongos y demás microorganismos penetren en el torso de la caña y la corroan. Debido al alto costo de la materia prima que es el alcohol etílico, este método se lo ha desechado en algunos lugares y así tomando otras alternativas más baratas.

#### **2.10.1.6. Curado con salmuera**

El curado con salmuera ya era utilizado en los tiempos de la colonia por motivo de causarle a la caña una pequeña elasticidad y como también saturarla de minerales como el sodio, además de proporcionarle una resistencia, que hacia que el cloro desprendido bajaba el pH de la caña y así haciéndola difícil de penetrar por los insectos xilófagos, los cuales morían a alta acidez. Siendo este método, uno de los más utilizados por el bajo costo que este representa.

#### **2.11. Generalidades sobre la preservación**

La preservación de la caña comienza desde el momento mismo en que se corta de manera entresacada, seleccionado las guaduas en estado de desarrollo “maduro”. a una altura aproximada de 15 cm a 30 cm del suelo, por la parte inmediatamente superior del nudo, de forma que el agua no forme depósito y evitar que el rizoma se pudra Existen varios métodos de preservación, en los cuales se utilizan agentes químicos que favorecen a la conservación de la caña. La presente tesis, está dirigida al MÉTODO DE INMERSIÓN, siendo el que más facilidades nos dio en los ensayos prácticos, utilizando diversos reactivos a diferentes concentraciones.

Una alternativa de inmunización no tóxica es el ahumado. Consiste en poner la guadua dentro de una cámara por la cual circula humo obtenido por combustión incompleta de materia orgánica. Además de inmunizar, este sistema también seca la guadua, y mejora sus propiedades ante la pudrición.

En condiciones naturales la caña guadua es vulnerable al fuego, se deteriora y se quema. Para reducir este riesgo, se propone utilizar soluciones de productos químicos que retardan la acción del calor.

La caña es introducida en soluciones de sustancias que reducen su combustibilidad, tales como el bórax, que no tienen efectos secundarios en la salud humana y se consiguen fácilmente en el mercado. Luego de sacar la caña ya tratada con el agente ignífugo fue bañada con un combustible y se la procedió a quemar, además de la caña que estaba sin tratamiento, para comparar tres parámetros: la pérdida de peso, pues entre menos peso perdido la caña dura más, por ejemplo en un caso de incendio; la velocidad de carbonización, que permite establecer qué tan rápido se quema la caña y el tiempo de extinción de la llama para comprobar que la caña tratada se apaga con más rapidez.

En resumen se trataba de que la caña tratada “no perdiera peso, no se quemara rápido y se apagara en el menor tiempo posible”, se comprobó que ciertas cañas tratadas con sustancias ignífugas se apagan en un minuto, mientras que éstas mismas cañas al natural, sin químicos, lo hacen en 20 minutos. “Este hecho nos alienta a fomentar la cultura del ignífugo para que la gente lo utilice como medida preventiva”.

Un tratamiento preventivo que está siendo examinado es el uso de sulfato de cobre, el cual está siendo usado en huertos orgánicos para curar frutas y semillas de muchas otras enfermedades de árboles. Se espera que el sulfato de cobre aplicado a los troncos de robles vivos de la costa proteja a los árboles saludables de las infecciones.

Luego del tratamiento químico, se procede al secado, ya que para evitar el ataque de hongos y de insectos xilófagos, la caña debe de tener entre un 10% a 15% de humedad. El paso final de la preservación es, que una vez ya formada la pieza de parquet, es recomendable que esta sea bañada por un agente químico, que además de darnos un buen acabado, inmunice la pieza contra cualquier elemento externo.

Entre los riesgos del tratamiento químico, podemos decir que hasta el más benigno de los pesticidas presentan un conflicto en el medio ambiente, siendo los agricultores quienes trabajan de cerca, los que podrían presentar contagio químico.

Existen guías para la aplicación segura de compuestos que han sido desarrollados y que están siendo implementados mientras continúa el tratamiento de los árboles. Además se deben tomar las precauciones necesarias en el manejo de reactivos.

### **2.11.1. Agentes químicos utilizados para el tratamiento de la caña guadua**

Existen dos tipos de preservantes dependiendo del medio de disolución en el tratamiento de la caña guadua:

**Los preservantes óleo solubles**, que son soluciones de creosota y petróleo como por ejemplo la creosota alquitranada, que es un aceite de color oscuro, altamente toxico para los insectos y microorganismos destructores de la caña, siendo de fácil aplicación pero con la desventaja que por su color no se puede pintar la caña, tiene olor desagradable y es inflamable.

**Los preservantes hidrosolubles**, que son sales disueltas en agua teniendo como ingredientes activos el cloruro de Sodio, ácido bórico, sulfato de cobre, dicromato de potasio. Presentando como modelo el Cromato de cobre ácido, que es una mezcla en cantidades iguales de sulfato de cobre y bicromato de potasio, dando una buena protección contra los hongos e insectos, pudiendo la caña tratada con esta solución usarse en contacto con el suelo y el agua.

### **2.11.2. Aplicación de Preservantes.**

Para la aplicación de los preservantes es necesario que la caña guadua haya sido sometida a la operación de secado, teniendo una humedad entre 10% a 15%, siendo la manera más idónea para suministrar los preservantes. Existen varias formas de aplicación entre las más usadas podríamos mencionar el Aprovechamiento de la transpiración de las hojas, Método Boucherie, Método Boucherie modificado, además de otros métodos no tradicionales.

#### **2.11.2.1. Aprovechando la Transpiración de las hojas.**

Siendo similar al curado en la mata, pero con la diferencia de que una vez escurrida la savia por el extremo inferior se procede a colocar el tallo en un receptáculo que contiene la solución, la misma que es absorbida hacia arriba por la transpiración de las hojas.

#### **2.11.2.2. Método por Boucherie.**

El método de Boucherie (tapar el orificio), se requieren de cañas en condición verde. Método que demanda de una instalación de canalización de agua, donde el preservativo es alimentado por la gravitación, y la fuente esta ubicada en una parte más alta (a manera de tanque elevado).

La duración y el éxito del proceso del tratamiento dependen del tipo de preservativo, de su adherencia y precipitación, y de las influencias de la hinchazón en la pared de la caña. Los preservativos con la alta adherencia pueden fluir a través de la caña en un periodo del tiempo relativamente corto. El secado de la caña se debe hacer de forma lenta, asegurando así la penetración de la solución en el tejido fino.

Los mejores resultados por lo tanto se obtienen durante o poco después de la estación de lluvias, usando cañas más jóvenes con un contenido de humedad más alto. Después del proceso de tratamiento, la solución preservativa puede ser filtrada y reutilizada. Según Arq. Oscar Hidalgo.

#### **2.11.2.3. Método modificado de Boucherie.**

Método mejorado a través de una presión neumática (bomba de aire o bomba eléctrica), esto acorta el tiempo del tratamiento a unos pocos minutos asegurando una mayor penetración del preservativo, y evitando la posición vertical de las cañas.

#### **2.11.2.4. Tratamiento por inmersión en secciones longitudinales.**

Para tratar la caña por inmersión, los tallos se colocan horizontalmente o verticalmente dentro de un tanque con preservativos por un tiempo sea este entre 48 a 120 horas, período que fue utilizado en el ensayo de la presente tesis. Si en lugar de tallos se tratan tableros de esterilla, estos deben permanecer horizontalmente en el preservativo por lo menos 24 horas, Si no se dispone de tanques, en su lugar puede hacerse una excavación y recubrirse con un plástico grueso.

Al igual que la madera, algunas especies de bambú son más propensas que otras al ataque de los insectos y hongos y por lo tanto deben tratarse con productos químicos insecticidas (contra insectos) y fungicidas (contra hongos) que por lo general son mezclados previamente y se emplean para tratar maderas, algunos de los cuales son más efectivos dependiendo de su composición química. Debido a la impermeabilidad de la parte externa de la caña guadua, los insectos penetran por la parte extrema de la misma y en otros casos por los nudos.

#### **2.11.2.4. Método con lavado en blanco.**

Método por el cual se da un baño a las cañas con cal dormida, además de ser por cuestión estética, también previene la humedad de las cañas. También las esteras de caña son cubiertas de alquitrán y una capa de arena, y luego se le aplican hasta cuatro capas de lechada de cal.

#### **2.11.2.5. Método del tanque abierto en frío.**

Método simple y económico con buena y eficaz protección. Se sumergen en la solución del preservativo soluble en agua por un periodo de varios días, la solución entra a la caña a través de los extremos y por las lisuras y cicatrices. Es más fácil de trabajar con cañas secadas recientemente que las verdes, porque las verdes tienen un contenido de humedad superior al 100 %, no dejando espacio para que penetre la solución.

La concentración preservativa debe por lo tanto ser más alta cuando se trata con cañas verdes. Al ser más impermeable la parte exterior de la caña, es mucho más fácil tratar con cañas partidas que las redondas, o en su defecto perforar el diafragma, las fisuras en las cañas ayudan a la penetración.

#### **2.11.2.6. Método con baño frío y caliente.**

Se sumerge la caña en un tanque con preservativo, se calienta, en fuego directo o por medio de las bobinas de acero en el tanque. La temperatura del baño se eleva alrededor a 90°C manteniendo cerca de 30 minutos luego se refresca. Es mejor precalentar la caña en líquido como agua para luego transferirlo en un tanque con el preservativo en frío.

Para tener un tratamiento eficaz, se debe perforar el diafragma proporcionando el acceso interrumpido a través de la caña. Luego un secado lento permite terminar el proceso permitiendo la difusión adicional del preservativo.

## **2.12. Preservantes utilizados de acuerdo a la aplicación de la caña**

Los preservantes que se utilizan para el tratamiento de la caña guadua varía de acuerdo a los usos que a esta se le van a dar, es decir los tratamientos difieren dependiendo el propósito que a la caña se le va a dar. A continuación veremos varios preservantes y sus respectivos usos.

Para usos a la intemperie y en contacto con el suelo, es decir en cercas, astas, andamios, etc. Vamos a utilizar como preservantes soluciones de Sulfato de Cobre, Dicromato de Potasio.

En construcciones de viviendas donde se utiliza caña en Perchas, correas, columnas, soportes para plantas, estas serán sometidas a soluciones de cloruro de Sodio, y dicromato de potasio. En el tratamiento para persianas, tumbados, paneles para puertas y en pisos, se utilizarán: soluciones de Ácido bórico, bórax y dicromato de potasio, también de ácido bórico y bórax en relación 1:1.

En el caso de artículos artesanales, las soluciones más idóneas son de ácido bórico, bórax y dicromato de potasio, y en el caso de que se requiera inmunizar la caña para la protección del fuego, la solución más óptima es de ácido bórico, sulfato de cobre cristalizado, cloruro de sodio y dicromato de potasio en relación de 3:1:5:6.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Selección de métodos.**

En la selección de métodos para tratar la caña guadua, de acuerdo a las experiencias realizadas, nos decidimos por el MÉTODO DE INMERSIÓN, debido a su bajo costo dependiendo la solución utilizada, la facilidad de improvisar una cuba, el fácil manejo del material en el medio de solución, etc. No dejando a un lado las precauciones que debemos tener al manejar diferentes soluciones que en un porcentaje podrían ser tóxicas para el ser humano, es decir debemos utilizar las mascarillas, guantes y gafas, y evitar la inhalación, ingestión, el contacto con mucosas, ojos y piel.

#### **3.2. Agentes Químicos usados en todos los ensayos.**

Estos productos químicos fueron seleccionados por muchos factores, entre los que tenemos, su facilidad de adquisición, su bajo costo económico, su PH, su solubilidad, etc. Estos productos químicos al aplicarlos cumplen con la función de preservantes de gran efectividad que se aplica a la caña guadua para protegerla contra el ataque de hongos, insectos, bacterias y efectos del fuego, además de mejorar sus propiedades mecánicas. La formación de preservantes más ampliamente usados en el ámbito mundial son los productos que se detallan a continuación, gracias a su capacidad de fijación en la caña, a la facilidad de aplicación y a su efectividad.

La durabilidad de la caña tratada con los agentes químicos alcanza por sobre los 80 años, según sus condiciones de uso. Podemos detallar los siguientes agentes químicos utilizados:

Solución de Ácido Bórico al 2%.

Solución de Ácido Bórico al 5%.

Solución de Ácido Bórico al 10%.

Solución de Bórax al 2%.

Solución de Bórax al 5%.

Solución de Bórax al 10%.

Solución de Hidróxido de Sodio al 2%.

Solución de Hidróxido de Sodio al 4%.

Solución de Hidróxido de Sodio al 6%.

Solución de Ácido Bórico con Bórax 1:1 al 2%.

Solución de Ácido Bórico con Bórax 1:1 al 4%.

Solución de Ácido Bórico con Bórax 1:1 al 6%.

Solución de Alcohol Etílico al 10%.

Solución de Alcohol Etílico al 20%.

Solución de Alcohol Etílico al 30%.

Solución de Cloruro de Sodio al 5%.

Solución de Cloruro de Sodio al 10%.

Solución de Cloruro de Sodio al 15%.

Solución de Sulfato de Cobre al 4%

Solución de Sulfato de Cobre al 6%.

Solución de Sulfato de Cobre al 10%.

Solución de Dicromato de Potasio al 2%.

Solución de Dicromato de Potasio al 3%.

Solución de Dicromato de Potasio al 10%.

### **3.3. Secado de la caña**

El proceso de secado en la caña guadua es muy importante, ya que al reducir el contenido de humedad de la misma, además de que evitamos el ataque de hongos y de insectos, abarata el costo de transporte, al convertirse en un material más liviano, y reduce la deformación de la caña al contraerse, ó dilatarse con la variación de humedad.

Se conocen tres métodos de secado, siendo el secado al aire, secado en estufa y secado sobre fuego abierto.

#### **3.3.1. Secado al aire**

El secado al aire consiste en colocar capas paralelas en una dirección separándolas con un pedazo de madera ó de bambú, a una distancia máxima de 1.5 mt, la distancia entre 2 tallos de caña debe ser por lo menos de medio diámetro. Este método demora un promedio de dos meses, dependiendo del contenido de humedad que varía según la región, según el Arq. Oscar Hidalgo.

#### **3.3.2. Secado en estufa ó secado artificial**

Se basa en someter las cañas a las estufas comúnmente empleadas en el secado de la madera. Este sistema es más rápido que el secado al aire, siendo un poco más costoso, pero a nivel industrial, es el más eficaz. Las piezas de caña se apilan y se introducen en unos hornos por los cuales circula una mezcla muy precisa de vapor y aire caliente. La caña secada por debajo del nivel de humedad del ambiente, intentará recuperarla hasta lograr, si se le deja expuesta mucho tiempo al aire libre, el equilibrio higroscópico.

Al horno calentándose a 75°C durante seis días, una ventaja de este proceso es la velocidad de secado. Tiene, en cambio, el inconveniente de que la caña tiende a

agrietarse y doblarse. En el caso de los ensayos realizados, la caña fue sometida al secado en una estufa en el Laboratorio de Operaciones Universitarias de la Facultad de Ingeniería Química.

### **3.3.3. Secado mixto**

En el proceso mixto, intervienen ambos métodos de secado; una vez que por secado natural se ha llegado a reducir el grado de humedad contenida en la caña, entonces se procede a secarla artificialmente, para darle ya el grado necesario.

### **3.4. Procesamiento manual de la caña guadua**

El procesamiento de la caña, es decir la transformación de la misma para la elaboración de productos artesanales, se lo debe realizar después de haber sido curado en su totalidad el tarugo, ya que se debe evitar el ataque de insectos al producto terminado. A continuación describimos el método utilizado por los artesanos japoneses.

En el procesamiento manual se emplean herramientas simples, como un cuchillo curvo que nos va a servir para el pelado, el mismo que se lo debe realizar en una sola dirección y no eliminando más de dos milímetros.

Para el corte del tarugo en sentido transversal se utilizan sierras, serruchos o seguetas, mientras que para el corte longitudinal, ya sea en sentido radial o tangencial, se va a utilizar un machete delgado o un cuchillo grande que se introduce golpeando con un martillo los cortes tangenciales, para la obtención de cintas los podemos realizar con un cuchillo afilado o por medio de una maquina especial.

Si se va a elaborar varillas o palillos redondos se emplea una pletina de acero con perforaciones de diferente diámetro, donde las varillas obtenidas de latas o tablillas de caña, son pasadas a través de una de las perforaciones, halándolas con un alicate.

El siguiente paso es el doblado al calor, el que depende de las dimensiones de la caña, ya que un bambú de 8 cm, puede doblarse a fuego abierto, y tallos de menor diámetro son doblados con la ayuda de un soplete a gas o gasolina. Una vez sometida al calor debe fijarse hasta que se enfríe, ya que la caña trata de volver a su posición original.

Luego realizamos la aplicación de colorante, el mismo que se hace por impregnación en un tanque de acero inoxidable que tiene en su parte inferior una fuente de calor, ya sea eléctrica o de gas.

El colorante es diluido previamente en un recipiente aparte, antes de agregarlo al agua caliente del tanque, después de lo cual se sumerge la caña entre 20 y 30 minutos en una solución que está entre los 80° y 100°, después las latas de caña son sacadas de la solución y se las lava con agua limpia dejándolas secar bajo techo. Finalmente, las latas de caña son utilizadas para diversos artículos artesanales.

### **3.5. Tratamiento de la caña con respecto a una planta de industrialización**

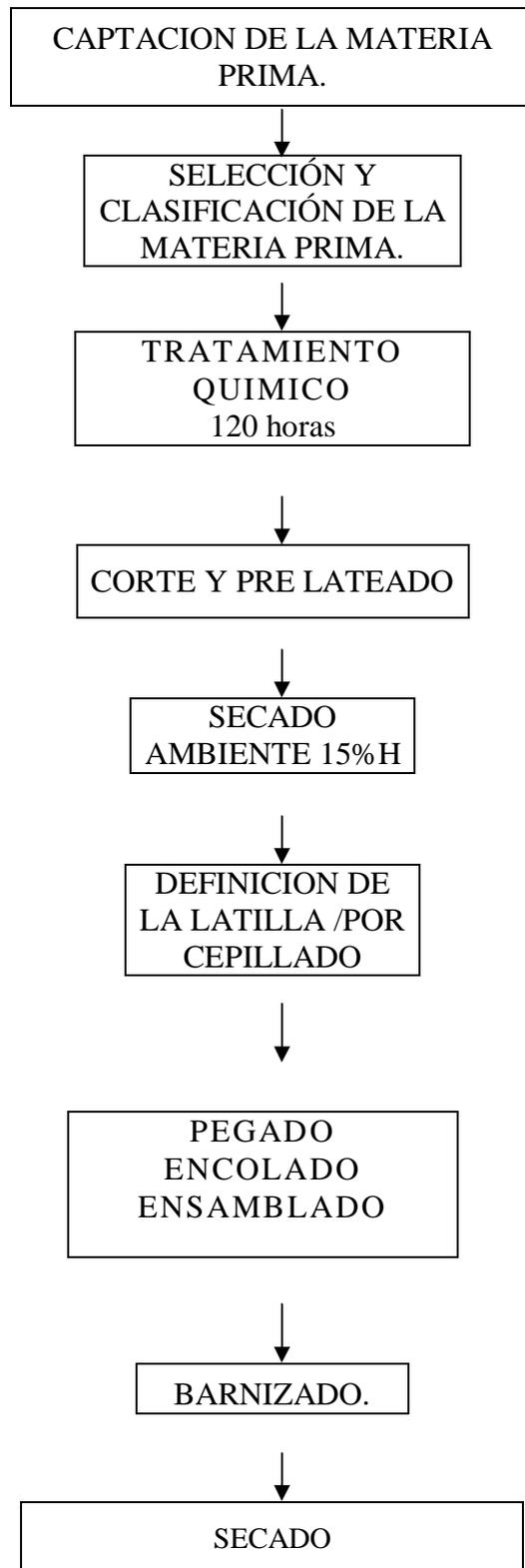
La caña guadua se puede tratar por varios métodos entre los mas idóneos esta el de inmersión o inhibición. El método de inmersión se lo realiza en un tanque abierto o piscina de acuerdo a la capacidad de material (caña guadua) a tratar.

Con los siguientes ensayos proyectaremos este tratamiento, basándose en una planta industrializada con los datos reales para poner en marcha la misma.

### **3.6. Diseño y diagrama del proceso**

### **3.7. Diseño vista superior de la planta**

### 3.8. Flujograma del tratamiento seleccionado



### **3.9. Selección y Clasificación de la materia prima**

El corte de la caña, se lo realizó en base a las experiencias empíricas de los campesinos, con relación los ciclos lunares y al tiempo de edad de cosecha de la misma. Para una mejor selección y clasificación de materia prima paso previo e importante para este ante proyecto, se selecciono cañas entre longitudes de 5 a 6 mt ya maduras en especial desde la pata de la mata

### **3.10. Preparación de la materia prima (ya seleccionada).**

Luego de una cuidadosa selección. Obteniendo una clasificación deseada, se procedió con la guadua de cinco a seis años de edad, siendo aptas para el propósito deseado, tanto por su humedad ya determinada y establecida 20%, en relación a la humedad relativa del medio ambiente (humedad ligada), luego se prepararon de la siguiente manera:

- Estableciendo una estandarización procedimos primero al corte de la caña guadua, que mide aproximadamente 6 metros de longitud y 13 centímetros de diámetro.
- Se cortaron canutos de 1 metros de largo, es decir se dividió la caña seleccionada en seis partes.
- Perforamos la parte del medio del canuto para una mejor inmersión de la caña
- Antes de su tratamiento químico determinamos su humedad para evitar resquebrajamiento de la materia prima(caña) por los agentes químicos y sus concentraciones

### **3.11. Tratamiento químico.**

Los agentes químicos aplicados que buscan mejorar las propiedades físicas de la caña guadua, para obtener una mejor materia prima y su transformación en varios productos, para su industrialización. Utilizamos una cuba (piscina) rectangular de las siguientes dimensiones, 120cm de ancho por 80 cm de altura por 240cm de largo. En la cual se introdujeron 320 Kg. de caña guadua.

En varias soluciones establecidas, con los siguientes agentes y preservantes químicos seleccionados  $\text{Na}_2\text{BO}_7$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3\text{-Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_5\text{K}_7$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{SO}_4\text{Cu}$ ,  $\text{ClNa}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . Las mismas que se detallan en el ítem 4.7. De los cuales se selecciono un agente químico mediante los análisis de resultados de los reactivos utilizados en el ensayo y un análisis estadístico de cuatro variables definidas.

Este proceso tiene como objetivo introducir la solución preservante al interior de las células de la caña guadua por medio de los vasos capilares(parénquima) y lograr que esta se fije, por lo tanto, después de 5 días ya saturada la caña guadua queda lista para ser usada en la elaboración del producto final.

### **3.12. Variables del tratamiento.**

Estas variables se definieron, en todos los tratamiento efectuados, para determinar la solución y agente químico mas idóneo con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de la caña guadua, y su resistencia a la ataques de hongos insectos y microorganismos, los cuales bajan su vida útil, la misma que se quiere mejorar o aumentar. Los ensayos de humedad, densidad y peso específico se los realizo en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Química

### 3.12.1. Humedad.

El agua en la caña guadua se presenta en dos formas:

- Como agua de adición formando parte de la pared celular.
- Como agua libre llenando los lúmenes dentro de la célula.

La caña guadua es un material higroscópico, entonces cuando los lúmenes, las paredes y los espacios intracelulares se hayan completado en saturación de agua se dice que tiene el máximo contenido de humedad.

#### Formula.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

#### Instrumentos.

- Balanza.
- Estufa.

#### Tiempo de secado

La caña se sometió a una temperatura de 105°C en 24 horas.

#### Datos

PH = 60 gramos: peso húmedo de la caña.

PS = 50 gramos: peso seco de la caña.

? = Humedad

#### Datos de la muestra (latilla).

- 30 Cm de longitud.
- 0.5 Cm de espesor.
- 3 Cm de ancho.

### Desarrollo de la formula

$$\% \text{ Humedad} = \frac{60 - 50}{50} \times 100 = 20 \%$$

### Resultado:

La humedad de equilibrio de la caña guadua es del 20

### 3.12.2. Densidad

Propiedad de una muestra igual a su masa por unidad de volumen. La densidad de los sólidos se suelen expresar g/cm<sup>3</sup>

### Formula

$$Densidad = m/V$$

### Instrumentos

Probeta de 1000ml

Balanza Analítica

Volumen utilizado de H<sub>2</sub>O 250cc

### Datos:

Peso de la latilla (m): 24gr

Volumen desplazado: 23cc

? Densidad gr./ml

### Datos de la muestra (latilla).

- 30 Cm de longitud.
- 0.5 Cm de espesor.
- 3 Cm de ancho.

### Desarrollo de la formula

$$\text{Densidad} = \frac{24\text{gr}}{23\text{cc}} = 1.0434782$$

### 3.12.3. Peso Especifico o Densidad Relativa

Se define como la relación de la masa de un cuerpo y la masa de un volumen igual al de otra sustancia referencial o sustancia patrón P.E es adimensional.

#### Datos.

Densidad de la S Patrón H<sub>2</sub>O (4C°) = 0.99966678

Densidad de la caña(S) = 1.0434782

P.E = ?

#### Datos de la muestra (latilla).

- 45 centímetros de longitud.
- 2 centímetros de espesor.
- 2,5 centímetros de ancho.

### Desarrollo de la formula

$$\text{PE} = \frac{\text{Densidad caña(S)}}{\text{Densidad H}_2\text{O(S patrón)}}$$

$$\text{PE} = \frac{1.0434782}{0.99966678} = 1.0438261$$

$$\text{Peso Especifico} = 1.0438261$$

Los datos de esta última variable, se la realizó en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias Matemáticas del Ing. Arnaldo Rufini

### 3.13. Pruebas Mecánicas: flexión

Para todas las pruebas estáticas, se obtuvieron muestras de ensayo se toman de una caña de 5 mt es decir probetas (latillas) de 30cm de largo por 0.6mm de ancho. Para las pruebas estáticas se somete primero a la latilla a la flexion.

#### **FLEXION**

Esta resistencia sintetiza las propiedades estáticas de la caña. La resistencia a la flexión es la que opone un material a la acción del momento de un a fuerza P que lo curva. Las latillas se colocan sobre dos apoyos, presiona desde arriba en su parte central contra una base, es decir se le va dando carga parciales a l a latillas hasta su punto de ruptura, en el cual se determina su modulo elástico.

#### **Dimensión de la muestra.**

- 30 centímetros de longitud.
- 0.6 centímetros de espesor.

#### **Equipos e instrumentos.**

- Maquina universal.
- Deformímetro.

### 3.14. Preparación de Soluciones (para cada Agente Químico)

#### 3.14.1. Tratamiento con Ácido Bórico.

- **Cálculos del peso de Ácido Bórico al 2%.**

$$\begin{array}{r} 10 \text{ kg de solución al 2\% de H}_3\text{BO}_3 \\ 0.20 \text{ kg de H}_3\text{BO}_3 \\ 9.80 \text{ kg de H}_2\text{O} \\ \hline 10.00 \text{ kg de solución} \end{array}$$

- **Cálculos del peso de Ácido Bórico al 5%.**

10 kg de solución al 5% de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

0.20 kg de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

9.80 kg de H<sub>2</sub>O

---

10.00 kg de solución

- **Cálculos del peso de Ácido Bórico al 10%.**

10 kg de solución al 10% de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

0.20kg de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

### 3.14.2. Tratamiento con Bórax.

- **Cálculos del peso de Bórax ( Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) al 2%.**

10 kg de solución al 2% de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

0.20kg de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Bórax al 5%.**

10 kg de solución al 5% de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

0.20kg de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Bórax al 10%.**

10 kg de solución al 10% de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

0.20kg de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

### 3.14.3. Tratamiento con Hidróxido de sodio.

- **Cálculos del peso de Hidróxido de sodio al 2%.**

10 kg de solución al 2% de NaOH

0.20 kg de NaOH

9.80 kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Hidróxido de sodio al 4%.**

10 kg de solución al 4% de NaOH

0.20 kg de NaOH

9.80 kg de H<sub>2</sub>O

---

10.00 kg de solución

- **Cálculos del peso de Hidróxido de sodio al 6%.**

10 kg de solución al 6% de NaOH

0.20 kg de NaOH

9.80 kg de H<sub>2</sub>O

---

10.00 kg de solución

#### 4.7.4 Tratamiento con Ácido Bórico-Bórax 1:1.

- Cálculos del peso de Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 2%.

10kg de solución al 2% de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> y Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 1-1

0.1kg de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

4.9kg de H<sub>2</sub>O

---

5kg de solución

0.1kg de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

4.9kg de H<sub>2</sub>O

---

5kg de solución

#### Cálculos del peso de Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 4%.

10kg de solución al 4% de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> y Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 1-1

0.2kg de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

4.8kg de H<sub>2</sub>O

---

5kg de solución

0.2kg de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

4.8kg de H<sub>2</sub>O

---

5kg de solución

- Cálculos del peso de Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 6%.

10kg de solución al 6% de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> y Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 1-1

0.3kg de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>

4.7kg de H<sub>2</sub>O  
-----  
5kg de solución

0.3kg de Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

4.7kg de H<sub>2</sub>O  
-----  
5kg de solución

#### **4.7.5 Cálculos del volumen de Alcohol Etílico al 10%.**

10kg de solución al 10% de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

0.20kg de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

9.80kg de H<sub>2</sub>O  
-----  
10kg de solución

- **Cálculos del volumen de Alcohol Etílico al 20%.**

10kg de solución al 20% de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

0.20kg de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

9.80kg de H<sub>2</sub>O  
-----  
10kg de solución

- **Cálculos del volumen de Alcohol Etílico al 30%.**

10kg de solución al 30% de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

0.20kg de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

9.80kg de H<sub>2</sub>O  
-----  
10kg de solución

#### 4.7.6 Tratamiento con Cloruro de sodio.

- **Cálculos del peso de Cloruro de sodio al 5%.**

10kg de solución al 5% de ClNa

0.20kg de ClNa

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Cloruro de sodio al 10%.**

10kg de solución al 10% de ClNa

0.20kg de ClNa

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Cloruro de sodio al 15%.**

10kg de solución al 15% de ClNa

0.20kg de ClNa

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

#### 4.7.7 Tratamiento con Dicromato de Potasio.

- **Cálculos del peso de Dicromato de potasio al 5%.**

10kg de solución al 5% de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$

0.20kg de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$

9.80kg de  $\text{H}_2\text{O}$

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Dicromato de potasio al 10%.**

10kg de solución al 10% de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$

0.20kg de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$

9.80kg de  $\text{H}_2\text{O}$

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Dicromato de potasio al 15%.**

10kg de solución al 15% de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$

0.20kg de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$

9.80kg de  $\text{H}_2\text{O}$

---

10kg de solución

#### 4.7.8 Tratamiento con Sulfato de Cobre.

- **Cálculos del peso de Sulfato de Cu al 5%.**

10kg de solución al 5% de  $\text{SO}_4\text{Cu}$

0.20kg de  $\text{SO}_4\text{Cu}$

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Sulfato de Cobre al 10%.**

10kg de solución al 10% de SO<sub>4</sub>Cu

0.20kg de SO<sub>4</sub>Cu

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

- **Cálculos del peso de Sulfato de sodio al 15%.**

10kg de solución al 15% de SO<sub>4</sub>Cu

0.20kg de SO<sub>4</sub>Cu

9.80kg de H<sub>2</sub>O

---

10kg de solución

## Capítulo V

### 5.1 Resultados y Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos, en los siguientes ensayos de realizaron en el Laboratorio de Operaciones Unitarias De La Facultad De ING Química

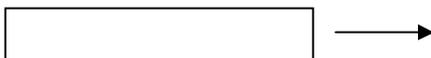
#### Determinacion del % de Humedad de la caña tratada

	peso inicial	peso final	peso perdido	% humedad		
SO4Cu 6%	33	29,7	3,3	10	1a	
	26	23,3	2,7	10,3846154	2a	
	30	27,7	2,3	7,66666667	3a	
	31	27,8	3,2	10,3225806	4a	
	26	23,2	2,8	10,7692308	5a	
	20	18,5	1,5	7,5	6a	
	17	16,6	0,4	2,35294118	7a	
	4%	33	28,9	4,1	12,4242424	8a
		31	27,2	3,8	12,2580645	9a
		37	33,8	3,2	8,64864865	10a
		38	34,4	3,6	9,47368421	11a
	10%	33	29,7	3,3	10	12a
		27	24,8	2,2	8,14814815	13a
		34	31,3	2,7	7,94117647	14a
25		22,5	2,5	10	15a	
32		29	3	9,375	16a	
37,5		33	4,5	12	17a	
27,5		25,5	2	7,27272727	18a	
25,5		22,7	2,8	10,9803922	19a	
42,5		38,6	3,9	9,17647059	20a	
27		24	3	11,1111111	21a	
Cr2O7K5 3%	31,5	29	2,5	7,93650794	22a	
	25	23,2	1,8	7,2	23a	
	55,4	51	4,4	7,94223827	24a	
	33	31,5	1,5	4,54545455	25a	
	34,5	32,7	1,8	5,2173913	26a	
	29,3	27,4	1,9	6,48464164	27a	
	30	28,5	1,5	5	28a	

	2%	50	47	3	6	29a
		31	29	2	6,4516129	30a
		43	42	1	2,3255814	31a
		20	18,7	1,3	6,5	32a
		40	41,5	-1,5	-3,75	33a
		33	32	1	3,03030303	34a
		28,5	26,4	2,1	7,36842105	35a
	10%	30	28,2	1,8	6	36a
		19,4	18,8	0,6	3,09278351	37a
		31,2	30,2	1	3,20512821	38a
		28	26,8	1,2	4,28571429	39a
		22,9	22,3	0,6	2,62008734	40a
		22,4	21,9	0,5	2,23214286	41a
		22	21,2	0,8	3,63636364	42a
Na(OH) 4%		60	45,5	14,5	24,1666667	43a
		34	26,3	7,7	22,6470588	44a
		47	35,5	11,5	24,4680851	45a
		55	41,6	13,4	24,3636364	46a
		57	43,5	13,5	23,6842105	47a
		50	37,5	12,5	25	48a
		36	26,5	9,5	26,3888889	49a
	6%	35	28,5	6,5	18,5714286	50a
		63	48,5	14,5	23,015873	51a
		39	31,5	7,5	19,2307692	52a
		49	40	9	18,3673469	53a
		35	28,5	6,5	18,5714286	54a
		45	35,5	9,5	21,1111111	55a
		41	32,4	8,6	20,9756098	56a
		15	15	0	0	57a
		56	45,5	10,5	18,75	58a
		24	19,6	4,4	18,3333333	59a
		26	20,7	5,3	20,3846154	60a
	10%	66	48	18	27,2727273	61a
		55	44	11	20	62a
		45	32,7	12,3	27,3333333	63a
		62	46,4	15,6	25,1612903	64a
		50	36	14	28	65a
		60	45,5	14,5	24,1666667	66a
		26	21	5	19,2307692	67a
CH3CH2OH 10%		33	31,2	1,8	5,45454545	68a
		27	26	1	3,7037037	69a
		48	44,4	3,6	7,5	70a
		25	23	2	8	71a
		33	31,3	1,7	5,15151515	72a
		25	23	2	8	73a
	20%	29	26,7	2,3	7,93103448	74a
		48	44,5	3,5	7,29166667	75a
		20,5	20,1	0,4	1,95121951	76a
		24	22,3	1,7	7,08333333	77a
		32	30	2	6,25	78a
		31	29	2	6,4516129	79a
		23	22,5	0,5	2,17391304	80a
		28,5	26,5	2	7,01754386	81a
		48	31,5	16,5	34,375	82a

		26	23,3	2,7	10,3846154	83a
	30%	32	29,5	2,5	7,8125	84a
		21,5	20,1	1,4	6,51162791	85a
		19	17,6	1,4	7,36842105	86a
		18	17	1	5,55555556	87a
		18	17,4	0,6	3,33333333	88a
		22	21,1	0,9	4,09090909	89a
B+H3BO3 2%		38	33,5	4,5	11,8421053	90a
		26,5	24,5	2	7,54716981	91a
		28	24,6	3,4	12,1428571	92a
		37	33,5	3,5	9,45945946	93a
		21,5	20,3	1,2	5,58139535	94a
		19,5	18,2	1,3	6,66666667	95a
		25	24	1	4	96a
	5%	22,5	21,1	1,4	6,22222222	97a
		24	22,1	1,9	7,91666667	98a
		21	19,8	1,2	5,71428571	99a
		34	28,5	5,5	16,1764706	100a
		26	23,5	2,5	9,61538462	101a
		25	22,7	2,3	9,2	102a
		36,5	32,3	4,2	11,5068493	103a
	10	26,5	24,5	2	7,54716981	104a
		23	20,8	2,2	9,56521739	105a
		19,5	18,2	1,3	6,66666667	106a
		28	26	2	7,14285714	107a
		29	26,7	2,3	7,93103448	108a
		31,5	29,9	1,6	5,07936508	109a
		28,5	27,4	1,1	3,85964912	110a
		27	24,4	2,6	9,62962963	111a
H3BO3 2%		41	30,5	10,5	25,6097561	112a
		37	27,8	9,2	24,8648649	113a
		29	21,5	7,5	25,862069	114a
		45	33	12	26,6666667	115a
		40	30,5	9,5	23,75	116a
		30	24,1	5,9	19,6666667	117a
		32	25	7	21,875	118a
	5	50	36,7	13,3	26,6	119a
		54	42,3	11,7	21,6666667	120a
		53	37,7	15,3	28,8679245	121a
		40	30	10	25	122a
		30	23,2	6,8	22,6666667	123a
		35	26,6	8,4	24	124a
		25	19,2	5,8	23,2	125a
	10	25	20,7	4,3	17,2	126a
		35	27,7	7,3	20,8571429	127a
		31	25,5	5,5	17,7419355	128a
		22	18,6	3,4	15,4545455	129a
		22	18	4	18,1818182	130a
		31	25,6	5,4	17,4193548	131a
		35	26,7	8,3	23,7142857	132a
BORAX 2%		27	21	6	22,2222222	133a
		35	28,5	6,5	18,5714286	134a
		25	20	5	20	135a
		30	22,5	7,5	25	136a

		25	19,6	5,4	21,6	137a
		40	31,1	8,9	22,25	138a
		43	33,5	9,5	22,0930233	139a
	5	29	22	7	24,137931	140a
		40	32	8	20	141a
		49	35,5	13,5	27,5510204	142a
		40	33	7	17,5	143a
		22	18,5	3,5	15,9090909	144a
		35	28,3	6,7	19,1428571	145a
		41	32	9	21,9512195	146a
	10	46	35,3	10,7	23,2608696	147a
		40	30,2	9,8	24,5	148a
		29	22,6	6,4	22,0689655	149a
		21	18,4	2,6	12,3809524	150a
		29	23	6	20,6896552	151a
		35	27,5	7,5	21,4285714	152a
		41	31,6	9,4	22,9268293	153a
		37	35,3	1,7	4,59459459	154a
		26,5	25,5	1	3,77358491	155a
		33	31	2	6,06060606	156a
		31	28,5	2,5	8,06451613	157a
		22,5	21,5	1	4,44444444	158a
		30	28,2	1,8	6	159a
		30	28,5	1,5	5	160a
	10	24	23,5	0,5	2,08333333	161a
		32	31,5	0,5	1,5625	162a
						163a
						164a
						165a
	15	26	25,3	0,7	2,69230769	166a
		16	15	1	6,25	167a
		44	43	1	2,27272727	168a
						169a
	caña seca %H					
	1	32	30,5	1,5	4,6875	170a
		56	52	4	7,14285714	171a
		51	48,5	2,5	4,90196078	172a
		43	38,6	4,4	10,2325581	173a
		45	43	2	4,44444444	174a
		45	43	2	4,44444444	175a
		46	44	2	4,34782609	176a
		47	44,3	2,7	5,74468085	177a



2193,52498

12,6064654

#### Determinacion de la densidad de la caña tratada

Solucion	Masa	Volumen	Densidad	Peso Especifico
SO4Cu 6%	17,4	25	0,696	0,696231998
SO4Cu 6%	27	28	0,964285714	0,964607141
SO4Cu 6%	29	31,5	0,920634921	0,920941797
SO4Cu 4%	33,6	37	0,908108108	0,908410809
SO4Cu 4%	33	25	1,32	1,320439997
SO4Cu 4%	34	25,5	1,333333333	1,333777775

SO4Cu10%	32,4	32	1,0125	1,012837498
SO4Cu10%	39	40	0,975	0,975324998
Na(OH) 4%	49,1	42	1,169047619	1,169437299
Na(OH) 2%	40,9	55	0,743636364	0,743884241
Na(OH) 6%	43,1	48	0,897916667	0,89821597
K7Cr2O5 2%	45,9	49	0,936734694	0,937046937
K7Cr2O5 2%	46	48	0,958333333	0,958652776
K7Cr2O5 2%	31,5	32,5	0,969230769	0,969553844
K7Cr2O5 3%	56,6	58	0,975862069	0,976187354
K7Cr2O5 3%	31,5	31	1,016129032	1,01646774
K7Cr2O5 3%	49	48	1,020833333	1,021173609
K7Cr2O5 10%	24,5	24	1,020833333	1,021173609
K7Cr2O5 10%	27	29,5	0,915254237	0,91555932
K7Cr2O5 10%	18	19	0,947368421	0,947684208
CINa 5%	30,5	37,5	0,813333333	0,813604443
CINa 5%	26	28	0,928571429	0,92888095
CINa 10%	26,9	30	0,896666667	0,896965554
CINa 10%	32	25,5	1,254901961	1,255320259
CINa 15%	31	33	0,939393939	0,939707069
CINa 15%	16	18	0,888888889	0,889185183
Borax 2%	35,7	32,5	1,098461538	1,09882769
Borax 2%	19,5	22	0,886363636	0,886659089
Borax 2%	30	30,5	0,983606557	0,983934424
Borax 2%	1	1	1	1,000333331
Borax 5%	34,3	30	1,143333333	1,143714442
Borax 5%	32	34	0,941176471	0,941490194
Borax 10%	23,9	18	1,327777778	1,328220367
CH3CH2OH 10%	16,9	19	0,889473684	0,889770173
CH3CH2OH 10%	31	24	1,291666667	1,292097219
CH3CH2OH 20%	32,3	30	1,076666667	1,077025553
CH3CH2OH 20%	29	24,5	1,183673469	1,184068025
CH3CH2OH 20%	44	21	2,095238095	2,095936503
CH3CH2OH 20%	23	21	1,095238095	1,095603172
CH3CH2OH 30%	21,6	20	1,08	1,080359998
CH3CH2OH 30%	31,5	31	1,016129032	1,01646774
CH3CH2OH 30%	17	16	1,0625	1,062854164
CH3CH2OH 30%	20	19,5	1,025641026	1,025982904
H3BO3 5%	34,9	43,5	0,802298851	0,802566282
H3BO3 5%	27	27,5	0,981818182	0,982145452
H3BO3 5%	17,5	16,5	1,060606061	1,060959594
H3BO3 5%	25	23,5	1,063829787	1,064184395
H3BO3 2%	39,5	34	1,161764706	1,162151958
H3BO3 2%	45	26	1,730769231	1,73134615
H3BO3 10%	29,5	29	1,017241379	1,017580457
H3BO3 10%	46	48	0,958333333	0,958652776
H3BO3 10%	27	27,5	0,981818182	0,982145452
H3BO3 10%	17,5	16,5	1,060606061	1,060959594
H3BO3 10%	25	23,5	1,063829787	1,064184395
B+H3BO3 2%	21,5	22	0,977272727	0,977598483
B+H3BO3 2%	19,8	18	1,1	1,100366664
B+H3BO3 2%	23,5	25	0,94	0,940313331
B+H3BO3 5%	22,9	21	1,09047619	1,09083968
B+H3BO3 5%	29	30	0,966666667	0,966988887
B+H3BO3 5%	22	20	1,1	1,100366664

B+H3BO3 10%	22,7	20	1,135	1,135378331
B+H3BO3 10%	23	24	0,958333333	0,958652776
Caña seca	44	41	1,073170732	1,073528453
Caña seca	30	26	1,153846154	1,154230767
1a	25	26	0,961538462	0,961858972
2a	25	25	1	1,000333331
3a	24	23	1,043478261	1,043826085
4a	28	29	0,965517241	0,965839078
1b	25	20	1,25	1,250416664
2b	23,5	25	0,94	0,940313331
3b	40	44	0,909090909	0,909393937
4b	29,3	28	1,046428571	1,046777379
5b	25	22	1,136363636	1,136742422
6b	30	30	1	1,000333331
7b	22,9	21,8	1,050458716	1,050808866
8b	28	28	1	1,000333331
1c	45	34,5	1,304347826	1,304782606
2c	55	48	1,145833333	1,146215275
3c	66	40	1,65	1,650549996
4c	60	40	1,5	1,500499997
5c	57	36	1,583333333	1,583861108
6c	34	19,5	1,743589744	1,744170936
7c	36	20	1,8	1,800599996
8c	60	40	1,5	1,500499997
9c	47	24	1,958333333	1,958986107
10c	26	16	1,625	1,625541663
11c	56	34	1,647058824	1,647607839
12c	39	25	1,56	1,560519996
13c	24	13,5	1,777777778	1,778370366
14c	49	29	1,689655172	1,690218387
1d	38	26,9	1,412639405	1,413110282
2d	42	30,4	1,381578947	1,382039471
3d	42	29,7	1,414141414	1,414612791
1e	26,5	23,2	1,142241379	1,142622124
2e	19,5	19,8	0,984848485	0,985176765
3e	37	33	1,121212121	1,121585856
4e	38	31,5	1,206349206	1,20675132
5e	21	20	1,05	1,050349998
6e	24	20,5	1,170731707	1,171121949
7e	36,5	31	1,177419355	1,177811825
8e	22,5	21	1,071428571	1,071785712
9e	31,5	26,8	1,175373134	1,175764923
10e	28,5	25	1,14	1,140379997
11e	27	27,3	0,989010989	0,989340657
12e	28	25,6	1,09375	1,094114581
1f	40	32	1,25	1,250416664
2f	30	24	1,25	1,250416664
3f	31	25	1,24	1,240413331
4f	29	23	1,260869565	1,261289852
5f	25	20	1,25	1,250416664
6f	53	39	1,358974359	1,359427347
7f	51	36	1,416666667	1,417138886
8f	35	28	1,25	1,250416664
9f	31	26	1,192307692	1,192705126

10f	22	20	1,1	1,100366664
1g	35	30	1,166666667	1,167055553
2g	27	21	1,285714286	1,286142854
3g	43	36	1,194444444	1,19484259
4g	40	31	1,290322581	1,290752685
5g	27	33,5	0,805970149	0,806238804
6g	40	32	1,25	1,250416664
7g	22	20	1,1	1,100366664
8g	29	21	1,380952381	1,381412695
9g	29	20	1,45	1,45048333
10g	41	32	1,28125	1,28167708
1h	31	26	1,192307692	1,192705126
2h	27	25	1,08	1,080359998
3h	33	30	1,1	1,100366664
4h	20	18	1,111111111	1,111481479
5h	26	23	1,130434783	1,130811592
6h	26	24	1,083333333	1,083694442
7h	25,5	22	1,159090909	1,15947727
8h	27	26	1,038461538	1,03880769
9h	32	29	1,103448276	1,103816089
10h	31,5	29	1,086206897	1,086568963
1i	16	15	1,066666667	1,06702222
2i	23	20	1,15	1,150383331
3i	18	19	0,947368421	0,947684208
4i	27	25	1,08	1,080359998
5i	20,5	20	1,025	1,025341664
6i	31	29	1,068965517	1,069321837
7i	23	22	1,045454545	1,045803028
8i	32	31	1,032258065	1,032602148
1j	37	40	0,925	0,925308331
1k	31	29	1,068965517	1,069321837
2k	30	30	1	1,000333331
3k	37	37	1	1,000333331
4k	33	32	1,03125	1,031593748
5k	15	16	0,9375	0,937812498
6k	29	28	1,035714286	1,036059521
7k	44	47	0,936170213	0,936482267
8k	28	28	1	1,000333331
H3BO3 5%	32	32	1	1,000333331
BORAX 5%	27	28	0,964285714	0,964607141

### 5.3 COSTO BENEFICIO DE LA PLANTA

Previo a un análisis de los ensayos de curado y preservación de la caña guadua se da una propuesta para una planta de industrialización de la misma.

Datos de la caña guadua

Longitud de la caña: 5m

Diámetro promedio: 10 A 13 cm (0.13m)

Área sección transversal:  $2\pi rh = 2\pi(0.05)(5) = 1.57m^2$

Parte aprovechable de la guadúa: 5 m

Rendimiento de la caña:  $1.57 \times 0.75 = 1.18m^2$

#### COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

CANT	MAQUINARIA Y EQUIPOS.	V. UNIT.	V.TOTAL/MAQ Y EQUIPO
2	TANQUE DE CEMENTO	600	1200
1	ABLANDADOR	1800	1800
1	SISTEMA DE BOMBEO	1300	1300
2	SIERRA CIRCULADORA	1500	3000
1	LATEADORA	2200	2200
1	CANTEADORA	2500	2500
1	CALADORA	2150	2150
2	Bombas	150	300
1	CUBA PLASTCA1m <sup>3</sup>	300	300

1	AGITADOR INDUSTRIAL	780	780
		TOTAL	15530

## **COSTO DE PLANTA**

### **a.1.- COSTO DE EQUIPOS**

Total de equipos: 15530 \$

### **b.1.- COSTO DE EQUIPOS INSTALADOS**

Total de equipos x 1.43

15530 \$ x 1.43

**Costo = 22207.9 \$**

### **c.1.- TUBERÍA DEL PROCESO**

**Tubería del proceso** = Costo instalado de equipos x %

**Tubería** = Proceso fluido = 2% al 10%

**Tubería del proceso** = (0.08)(22207.9)

**Costo tubería** = 1776.632 \$

### **d.1.- INSTRUMENTACIÓN**

**Cantidad de controladores automáticos** = 2% al 10%

**Instrumentación** = (0.02)(22207.9)

**Costo instrumentación** = 444.158 \$

### **e.1.- DESARROLLO DEL TERRENO Y SU CONSTRUCCIÓN**

60% AL 100% Costo instalado de equipos

**Desarrollo terreno y construcción** = (0.8)(22207.9)

**Costo desarrollo terreno y construcción** = 1776.632 \$

### **f.1.- SERVICIOS AUXILIARES (electricidad Y VAPOR)**

Corresponde al 2% del equipo instalado

**Servicios auxiliares** = (0.02)(22207.9)

Costo servicios auxiliares = 444.158\$

**g.1.- COSTO TOTAL DE PLANTA FÍSICA**

$\Sigma$  ítem a1 al f1 = 41735.322 \$

**INVERSIONES**

- Capital fijo
- Terreno
- Costo planta
- Construcción
- Estudios
- Instalación eléctrica
- Taller
- Laboratorio
- Vehículo
- Maquinaria

**INVERSIÓN TOTAL = CAPITAL FIJO + CAPITAL DE TRABAJO**

**CAPITAL DE TRABAJO = 30% CAPITAL FIJO**

**a.2- DENTRO DEL COSTO DE TRABAJO O CAPITAL FIJO**

- Terreno
- Construcción
- Costo de planta

$\Sigma = 41735.322$  \$

**b.2.- ESTUDIOS**

Equivale al 3% - 5% costo total planta física.

$41735.322$  \$ \* 0,03 = 1252.05 \$

### c.2.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Equivale al 30% del costo de equipos instalados

Instalación eléctrica = 6662.37 \$

### d.2.- TALLER

- Herramientas 2000 \$
- Soldadora 800 \$
- Varios 3000 \$

$\Sigma = 5800$  \$

### e.2.- LABORATORIO

- Balanzas 2000 \$
- Material de vidrio 300 \$
- Ordenador 1800 \$
- Sorbona 1500 \$

$\Sigma = 5600$  \$

### f.2.- VEHÍCULOS

- Camión 17500 \$

### g.2.- MAQUINARIA

- Montacargas 22500 \$

**TOTAL CAPITAL FIJO** =  $\Sigma$  ítem a2 al g2 = 101049.742 \$

**CAPITAL DE TRABAJO** = (%) (TOTAL DE CAPITAL FIJO)

= (0.3) ( 101049.742)

= 30314.92 \$

**INVERSIÓN TOTAL DE CAPITAL = INVERSIÓN CAPITAL FIJO + CAPITAL DE TRABAJO**

= 101049.742 + 30314.92 \$

= 131364.6646 \$

**CUADRO A**

**MANO DE OBRA DIRECTA**

<b>CANT</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>SUELDO/AÑO (\$)</b>	<b>SUB TOTAL (\$)</b>
2	SERVIDORES	3600/c/u	7200
3	AYUDANTES	2880/c/u	8640
8	OBREROS	2400/c/u	19200
		<b>TOTAL (\$)</b>	<b>35040</b>

**COSTO SOCIAL** = 70% = 24528 \$

**TOTAL** = 59568 \$

**CUADRO B**

**MATERIA PRIMA**

<b>CANTIDAD/Kg</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>V UNIT.(\$)</b>	<b>SUB TOTAL (\$)</b>
360000/año	GUADÚA A. K.	0.10	36000
		<b>TOTAL</b>	<b>36000</b>

**CUADRO C**

**MANO DE OBRA INDIRECTA**

<b>CANT</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>SUELDO /AÑO (\$)</b>	<b>SUB TOTAL (\$)</b>
1	ING. PLANTA	14400	144000
1	ING. PRODUC.	8400	8400
2	SUPERVISOR	3600/c/u	7200
3	LABORATORISTA	3600/c/u	10800
3	AYUDANTE	2880/c/u	8640
		<b>TOTAL</b>	<b>49440</b>

**COSTO SOCIAL = 70% = 34608 \$**

**TOTAL = 84048 \$**

**CUADRO D**  
**MATERIALES INDIRECTOS**

<b>CANTIDAD(L/año)</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>SUB TOTAL (\$)</b>
1000	Poliuretano	1.50	1500
8000	BARNIZ	1.10	8800
750kg	Bórax	0.75	562.5
		<b>TOTAL</b>	<b>10862.5</b>

**CUADRO E**  
**REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO**

10% DE COSTO DE EQUIPOS 22207.9 \$ X 0.10 = 2220.79 \$
---

**CUADRO F**  
**SEGUROS**

<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR (PÓLIZA)</b>
-----------------	-----------------------

INCENDIO	17000 \$
ROBOS	5000 \$
ACCIDENTES	1400 \$
TOTAL	23400 \$

**CUADRO G**  
**SUMINISTROS**

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNIT. (\$)	TOTAL (\$)
E. ELÉCTRICA	80000 KWH	0.10	8000
AGUA	1200 M <sup>3</sup>	0.60	720
		TOTAL	8720

**CUADRO H**  
**GASTOS ADMINISTRATIVOS**

PERSONAL	CANTIDAD	SUELDO AÑO (\$)	TOTAL (\$)
GERENTE GRAL.	1	18000	24000
GERENTE ADM.	1	16800	18000
CONTADOR	1	4800	8400
ASISTENTE	2	3600	7200
SECRETARIA	2	3600	7200

	TOTAL	46800
--	-------	-------

**COSTO SOCIAL 70% = 32760 \$**

**TOTAL = 79560 \$**

#### DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN

CONCEPTO	VIDA ÚTIL	VALOR	DEPREC. MEN.	DEPRECIAC.
MAQ. Y EQUIP.	10 AÑOS	24200	202	2420
HERRAMIENT.	10 AÑOS	23400	195	2342
EDIFICIOS	20 AÑOS	127800	533	6390
EQUIP. COMP.	3 AÑOS	1800	50	600
MUEBLES	10 AÑOS	840	7	84
INV. AMORT.	3 AÑOS	648	18	216

**TOTAL = 178688 \$**

**TOTAL GASTOS ADMINISTRATIVOS + DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN = 258248**

**\$**

#### CUADRO I

#### GASTOS DE VENTAS

PERSONAL	CANTIDAD	SUELDO AÑO (\$)	TOTAL (\$)
GERENTE VENTAS	1	15600	15600
VENDEDOR	4	4800	19200
SUPERVISOR	1	5400	5400

SERVICIO	1	1800	1800
		SUB-TOTAL	42000

**COSTO SOCIAL 70% = 29400 \$**

**TOTAL = 71400 \$**

#### GASTOS GENERALES DE VENTAS

CONCEPTO	VALOR/AÑO
PUBLICIDAD	4500
VIAJES Y VIÁTICOS	6000
PROMOCIONES	3500
TOTAL	14000

**Σ TOTAL GASTOS DE VENTAS = 85400 \$**

#### CUADRO J

##### FINANCIAMIENTO

CONCEPTO	VALOR	VALOR A PAGAR
PRÉSTAMO AL BANCO	80000/ i 9% ANUAL	7200 \$

#### COSTO DEL PRODUCTO

**COSTO DEL PRODUCTO = Σ A-J (\$) / PRODUCCIÓN ANUAL (kg)**

$$= 822301 \$ / 360000 \text{kg}$$

$$= 2.28 \$ / \text{kg}$$

$$2.28 \$ / \text{kg} \times 1 \text{kg} / 0.18 \text{ m}^2 = 12.66 \$ / \text{m}^2$$

#### RENTABILIDAD CONTABLE

Con una rentabilidad de 60%

El costo de 1m<sup>2</sup> es \$ 20.26

$$R = 100 \times (\text{ingresos-egresos}) / \text{inversión total}$$

$$\text{Egresos} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable}$$

$$\text{Ingresos} = \text{Producción anual} \times \text{Precio}$$

$$\text{Ingresos} = 90000 \text{ m}^2 \times 20.26\$$$

$$\text{Ingresos} = 1823400 \$$$

$$\text{Costo fijo} = 219400 \$$$

$$\text{Costo variable} = 49083.29 \$$$

$$\text{Inversión} = 313963,52 \$$$

#### **PUNTO DE EQUILIBRIO**

$$\text{PE} = \text{Costos fijos} / 1 - (\text{Costos variables} / \text{ventas})$$

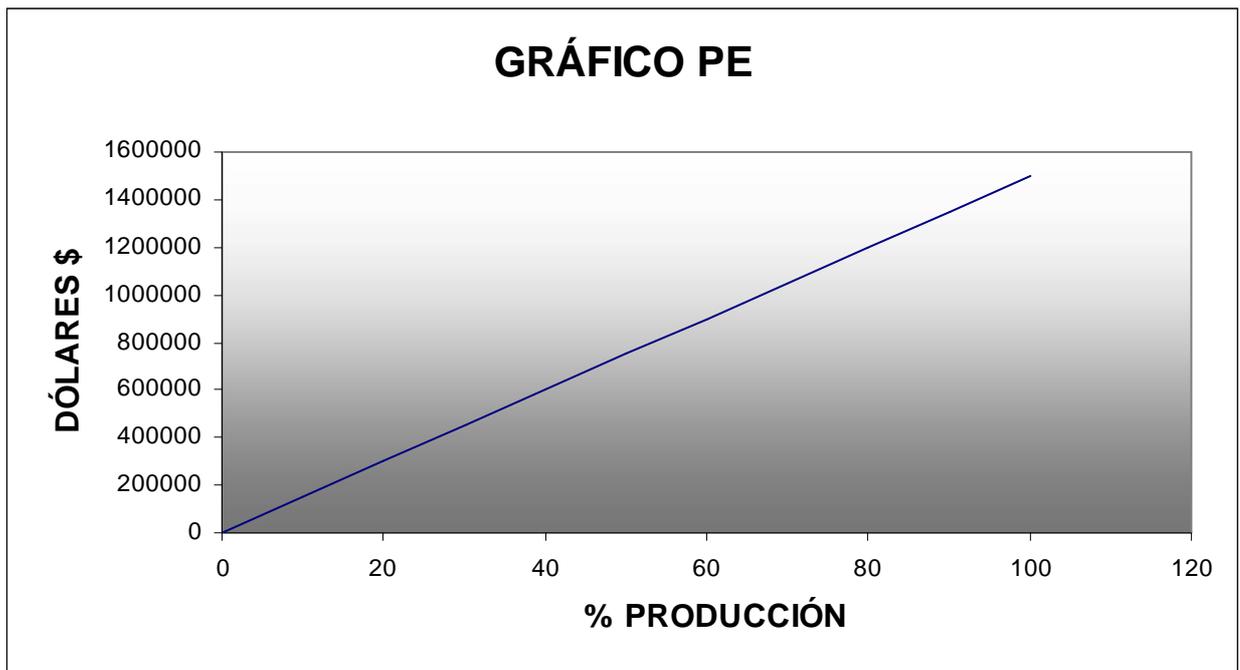
$$\text{PE} = 219400 / 1 - (313963,5 / 1823400)$$

$$\text{PE} = 265039$$

$$\% \text{ PE} = (\text{PE} / \text{VENTAS})(100)$$

$$\% \text{ PE} = (265039 / 1823400)(100)$$

$$\% \text{ PE} = 14.53$$



## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Solución Ácido Bórico al 2%.

La caña al ser tratada con solución de Ácido Bórico al 2% se observó que al primer día de tratamiento ésta aumentó su peso en un 78%. Con lo cual al pasar de los días con el tratamiento se observó una absorción constante de alrededor de 5

gramos de solución por gramos de caña seca. Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 115 % de solución en peso.

La caña al ser tratada se noto una ligera rigidez, lo cual conlleva a decir que con esta solución la caña presento ligeros problemas al construir los parquet y diferentes objetos decorativos. Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 27.5% de sólidos, lo cual nos dice que esta seria la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber. En cuanto al color se presento una coloración ligeramente café, y esto nos dice que afecta directamente a los pigmentos orgánicos de la caña. En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo mediana resistencia a la proliferación de estos.

### **Solución Ácido Bórico al 5%.**

- Los resultados de esta prueba son muy similares al anterior tratamiento, con pequeñas diferencias en la absorción de la solución y en la pigmentación.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 22.57% de sólidos, lo cual nos dice que esta seria la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Con este tratamiento la caña se volvió más rígida que con la anterior solución, con lo cual presentaba más problemas a la hora de aplicación en los diferentes fines de uso.
- Con esta solución la caña presento mayor resistencia que la solución a la proliferación de hongos y el ataque de los insectos xilófagos.

### **Solución Ácido Bórico al 10%.**

- Como la solución es más concentrada y tiene mucho más sólidos disueltos, la absorción de la caña fue menor que las anteriores, presentando la formación de cristales en la superficie de la latilla.
- La cantidad máxima de absorción en peso fue de 105%.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 18.4% de sólidos, lo cual nos dice que esta seria la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Como tuvo mayor penetración de sólidos esta se volvió más rígida que las anteriores.
- Comparando los resultados anteriores con este tratamiento de 10%, esta solución fue más optima para evitar el crecimiento de los hongos e insectos xilófagos, ya que se altero la composición de la caña al tener mayor concentración de la solución.

### **Solución Bórax al 2%.**

- La caña al ser tratada con solución de Bórax al 2% se observó que al primer día de tratamiento ésta aumentó su peso en un 77.9%.
- Con lo cual al pasar los tres primeros días con el tratamiento se observó una absorción constante de alrededor de 10 gramos de solución por gramos de caña seca, pero a partir del cuarto día la absorción bajó a 3 gramos.
- Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 125.9 % de solución en peso.
- La caña al ser tratada se notó una rigidez media, lo cual conlleva a decir que con esta solución la caña presentó problemas al construir los parquet y diferentes objetos decorativos.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 17.2% de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- En cuanto a la coloración esta fue beige, afectando a los pigmentos orgánicos de la caña.
- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo mediana resistencia a la proliferación de estos.

### **Solución Bórax al 5%.**

- Los resultados de esta prueba son muy similares al anterior tratamiento, con diferencias en la absorción de la solución ya que esta fue de 130% y en cuanto a la pigmentación esta nos dio de la misma manera un color beige.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 25.1% de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Con este tratamiento la caña se volvió más rígida que con la anterior solución, con lo cual presentaba más problemas a la hora de aplicación en los diferentes fines de uso.
- Con esta solución la caña presenta resistencia a la proliferación de hongos y el ataque de los insectos xilófagos.

### **Solución Bórax al 10%.**

- Al revisar los datos anteriores y comparando los resultados de las otras concentraciones, nos dimos cuenta que son regulares, con una similitud en los datos finales de absorción.
- La cantidad máxima de absorción en peso fue de 128%.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 14% de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- La operación de secado reveló datos que conllevan a decir, que no fue constante presentando valores dispersos.
- Al tener mayor penetración de sólidos, la caña se volvió más rígida que con las anteriores soluciones.

- Con los resultados con este tratamiento de 10%, esta solución fue más óptima para evitar el crecimiento de los hongos e insectos xilófagos, ya que la composición de la caña varió teniendo mayor concentración de la solución.

### **Solución Hidróxido de Sodio al 2%.**

- La caña al ser tratada con solución de hidróxido de sodio al 2% se observó que al primer día de tratamiento ésta aumentó su peso en un 84.6%.
- Con lo cual al pasar los tres primeros días con el tratamiento se observó una absorción constante de alrededor de 7 gramos de solución por gramos de caña seca, pero a partir del cuarto día la absorción subió a 10 gramos.
- Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 152 % de solución en peso.
- La caña al ser tratada se notó una plasticidad regular, lo cual conlleva a decir que con esta solución la caña no presentó inconvenientes al construir los parquet y diferentes objetos decorativos.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 32.1% de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- En cuanto a la coloración esta se tornó café oscuro, afectando grandemente a los pigmentos orgánicos de la caña.
- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo muy buena resistencia a la proliferación y crecimiento de estos.

### **Solución Hidróxido de Sodio al 4%.**

- Los resultados de esta prueba son muy similares al anterior tratamiento, con diferencias en la absorción de la solución ya que esta fue de 171% y en cuanto a la pigmentación esta nos dio de la misma manera un color café oscuro.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 46.4 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Con este tratamiento la caña se volvió más plástica que con la anterior solución, con lo cual presentaba maleabilidad a la hora de aplicación en los diferentes fines de uso.
- La caña con el tratamiento de esta solución presentó mejor resistencia a la proliferación de hongos y el ataque de los insectos xilófagos.

### **Solución Hidróxido de Sodio al 6%.**

- Al revisar los datos anteriores y comparando los resultados de las otras concentraciones, nos dimos cuenta que son regulares la de 2 y 6 %, con un incremento en los datos finales de absorción para la de 4%.
- La cantidad máxima de absorción en peso fue de 148%.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 40% de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- La operación de secado reveló datos que conllevan a decir, que no fue constante presentando valores dispersos.
- Al tener mayor penetración de sólidos, la caña se volvió plástica con resultados similares a la de 2%.
- Con los resultados con este tratamiento de 6%, esta solución fue óptima para evitar el crecimiento de los hongos e insectos xilófagos.

### **Solución Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 2%.**

- La caña al ser tratada con solución de Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 2% se observó que al primer día de tratamiento ésta aumentó su peso en un 69.3%.
- Con lo cual al pasar los días con el tratamiento se observó una absorción constante de alrededor de 4.5 gramos de solución por gramos de caña seca.
- Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 99.9 % de solución en peso.
- La caña al ser tratada se notó un punto medio entre la rigidez y la plasticidad, con esta solución la caña presentó ciertos inconvenientes al construir y unir los parquet y diferentes objetos decorativos.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 14.2% de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- En cuanto a la coloración ésta se tornó ligeramente amarilla, no afectando directamente a los pigmentos orgánicos de la caña.
- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo resistencia a la proliferación y crecimiento de estos.

### **Solución Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 4%.**

- Los resultados de esta prueba son muy similares al anterior tratamiento, no variando en el último dato de absorción, en cuanto a la pigmentación ésta nos dio de la misma manera un color ligeramente amarillo.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 14.25 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 94.5 % de solución en peso.
- Con este tratamiento la caña se volvió ligeramente plástica, que con la anterior solución, con lo cual presentaba inconvenientes a la hora de aplicación en los diferentes fines de uso.

- La caña con el tratamiento de esta solución presento resistencia a la proliferación de hongos y el ataque de los insectos xilófagos.

### **Solución Ácido Bórico-Bórax 1:1 al 6%.**

- Al revisar los datos anteriores y comparando los resultados de las otras concentraciones, nos dimos cuenta que la caña presento resistencia a la absorción al aumentar la concentración de solución.
- La cantidad máxima de absorción en peso fue de 90% y comparándola con las anteriores, esta fue disminuyendo en grado de 4.5 %.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 19.66 % de sólidos, lo cual nos dice que esta seria la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Al tener mayor penetración de sólidos, no hubo mayores cambios y la caña presento resultados similares a las anteriores, no variando en la coloración que fue ligeramente amarilla.
- Con los resultados de este tratamiento de 6%, esta solución podrá evitar el crecimiento de los hongos e insectos xilófagos.

### **Solución Alcohol Etílico al 10%.**

- La caña al ser tratada con solución de Alcohol Etílico al 10% se observó que al primer día de tratamiento ésta aumentó su peso en un 72.3%.
- Con lo cual al pasar los días con el tratamiento se observo una absorción constante de alrededor de 3 gramos de solución por gramos de caña seca.
- Cabe destacar que al ultimo día de tratamiento la caña absorbió un 98.2 % de solución en peso.
- La caña al ser tratada no se noto cambio en su textura, con esta solución la caña presento inconvenientes al construir los parquet y diferentes objetos decorativos.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 13.4% de sólidos, lo cual nos dice que esta seria la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- En cuanto a la coloración esta se tornó parda y ligeramente negra en la sección de los nudos, no afectando directamente a los pigmentos orgánicos de la caña.
- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo poca resistencia a la proliferación y crecimiento de estos, ya que esta fue atacada por comejenes, que al construir sus galerías, ayudan al crecimiento de los hongos, al alimentarse de los tejidos blandos de la caña y así destruyendo la fibra.

### **Solución Alcohol Etílico al 20%.**

- Los resultados de esta prueba son muy similares al anterior tratamiento, no variando en el último dato de absorción, en cuanto a la pigmentación esta nos dio de la misma manera un color pardo y negrusco en los nudos.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 18.51 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 107.7 % de solución en peso.
- Con este tratamiento la caña no varió en su textura, con lo cual presentaba inconvenientes a la hora de aplicación en los diferentes fines de uso.
- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo poca resistencia a la proliferación y crecimiento de estos, ya que esta fue atacada por comejenes, de la misma manera que la solución anterior.

### **Solución Alcohol Etilico al 30%.**

- Al revisar los datos anteriores y comparando los resultados de las otras concentraciones, nos dimos cuenta que la caña presentó una absorción superior en volumen.
- La cantidad máxima de absorción en peso fue de 128 % y comparándola con las anteriores, esta aumento en grado del 20 %.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 25.62 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Al tener mayor penetración de sólidos, no hubo mayores cambios y la caña presento resultados similares a las anteriores, no variando en la coloración que fue parda y negrusca en los nudos.
- Con los resultados de este tratamiento de 30%, esta solución no podrá evitar el crecimiento de los hongos e insectos xilófagos.

### **Solución Cloruro de Sodio al 5%.**

- La caña al ser tratada con solución de Cloruro de Sodio al 5% se observó que al primer día de tratamiento ésta aumentó su peso en un 74.5 %.
- Con lo cual al pasar los días con el tratamiento se observo una absorción constante de alrededor de 3.5 gramos de solución por gramos de caña seca.
- Cabe destacar que al último día de tratamiento la caña absorbió un 103 % de solución en peso.
- La caña al ser tratada no se noto cambio en su textura, con esta solución la caña presento inconvenientes al construir los parquet y diferentes objetos decorativos.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 32.7 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- En cuanto a la coloración esta se tornó amarillo ligeramente oscuro, afectando a los pigmentos orgánicos de la caña.

- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo menor resistencia a la proliferación y crecimiento de estos, que los métodos anteriores.

### **Solución Cloruro de Sodio al 10%.**

- Los resultados de esta prueba varían los datos de absorción, en cuanto a la pigmentación esta nos dio amarillo ligeramente oscuro.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 38.77 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Cabe destacar que al último de tratamiento la caña absorbió un 134 % de solución en peso.
- Con este tratamiento la caña no varió en su textura, con lo cual presentaba inconvenientes a la hora de aplicación en los diferentes fines de uso.
- En lo que respecta a los hongos e insectos xilófagos, tuvo menor resistencia a la proliferación y crecimiento de estos, de la misma manera que la solución anterior.

### **Solución Cloruro de Sodio al 15%.**

- Al revisar los datos anteriores y comparando los resultados de las otras concentraciones, nos dimos cuenta que la caña presentó una absorción inferior en volumen.
- La cantidad máxima de absorción en peso fue de 121 % y comparándola con las anteriores, esta disminuyó en grado del 10 %, con respecto a la solución de 10 %.
- Al realizar la operación de secado, la caña obtuvo un 41.4 % de sólidos, lo cual nos dice que esta sería la absorción de equilibrio, y lo máximo de sólidos que puede absorber.
- Al tener mayor penetración de sólidos, no hubo mayores cambios y la caña presentó resultados similares a las anteriores, no variando en la coloración amarilla ligeramente oscura.
- Con los resultados de este tratamiento de 15%, esta solución no podrá evitar el crecimiento de los hongos e insectos xilófagos, ya que tiene menor resistencia.

## **Conclusiones.**

Con base en los análisis de resultados podemos inferir las siguientes conclusiones.

Se tomo en cuenta los valores de los análisis de resultados y se llego a la observación que la solución mas idónea para evitar el ataque de insectos xilófagos y proliferación de 4% ya que presento propiedades de plasticidad elasticidad y fácil manejo para su uso final.

También debemos decir que en todos los casos, la caña presento propiedades para evitar el crecimiento de los hongos y al ataque de los insectos xilófagos,

Tomando en cuenta la pruebas ignifugas, se llego a la conclusión que la solución de hidróxido de sodio al 4% también tenia características para evitar la combustión al igual que la de bórax al 6%. Habiendo realizado pruebas con diversos combustibles.

En lo que respecta a las demás pruebas y en relación al tratamiento ignifugo, se presentaron datos comparativos en los que observamos que la solución de alcohol etílico al 30%, fue la que menos resistencia tuvo al fuego, utilizando diferentes combustibles.

Se puede concluir que para el tratamiento de la caña guadua y la tecnología utilizada para su inmunización, cumple con todos los objetivos y requisitos particulares propuestos que son de inhibir y eliminar la presencia de los agentes xilófagos como son los insectos, hongos y demás microorganismos.

Refiriéndonos al costo-beneficio del tratamiento, se encontró que el mejor, era la utilización de bórax al 6% dándonos un excelente producto terminado.

El hidróxido de sodio fue el que mas absorbió

Al tratar la caña con los agentes químico, esta cambia de tono de acuerdo a la naturaleza del producto químico ejemplo su PH

### **Recomendaciones**

Previo aun análisis de resultados y diversos tratamientos sugerimos las siguientes recomendaciones

Se debe contar con una buena selección de materia prima es decir contar con proveedor calificado.

Para realizar la operación de secado, debemos utilizar un sector donde el sol no le pegue de frente, para así evitar que la caña sufra alteraciones en su forma, es decir que se doble, se rasgue, se encoja o se dilate, causando problemas de curvaturas.

La eficiencia del tratamiento químico, en cuanto a la absorción es mayor en la zonas media-alta que en la zona basal, por lo tanto al tratar esta ultima zona es conveniente mantener un periodo extra de tiempo las guaduas que se traten para que de esta manera penetre la solución.

Los métodos ensayados cumplieron las expectativas planteadas, es decir la de inhibir el crecimiento microbiano, de los insectos y los hongos xilófagos.

Se recomienda el bórax para el tratamiento químico, pues fue la de mejor resultados para los fines de esta tesis.

Industrializando la caña contamos con un recurso renovable a corto plazo, ya que podemos obtener un producto barato para consumo interno y dar un valor agregado para su posterior exportación .

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Anatomía del bambú por Richar Rith
- Manual para la construcción del bambú Por Oscar Hidalgo
- Preservación de la caña Por Aq Jorge Moran
- [www.inbar.int/la\\_office/default.html](http://www.inbar.int/la_office/default.html)

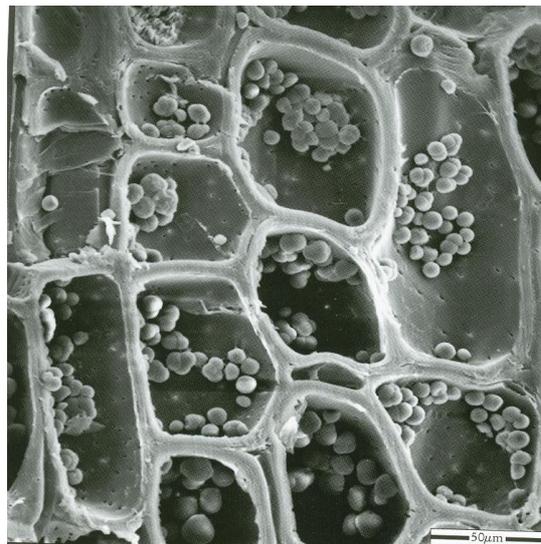
**APENDICE Y FOTOS**  
**CULVIVOS DE CAÑA GUADUA (fig 1)**



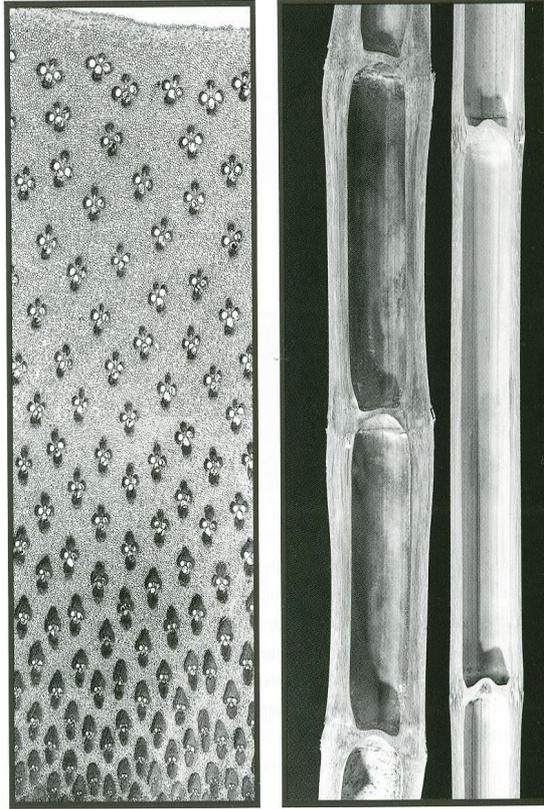
**MATERIA PRIMA(fig 2)**



**ESTRUCTURA DE LA CAÑA (fig 3)**



**(fig 4)**



**Secado de la caña (fig 5)**





**Tratamiento por Inmersión (fig 7)**



## Método de buocherie modificado (fig 8)



Fig. 38: Modified Boucherie treatment equipment: the rubber tubes and air outlets

Fig. 39: Modified Boucherie treatment in progress



designing and building with bamboo



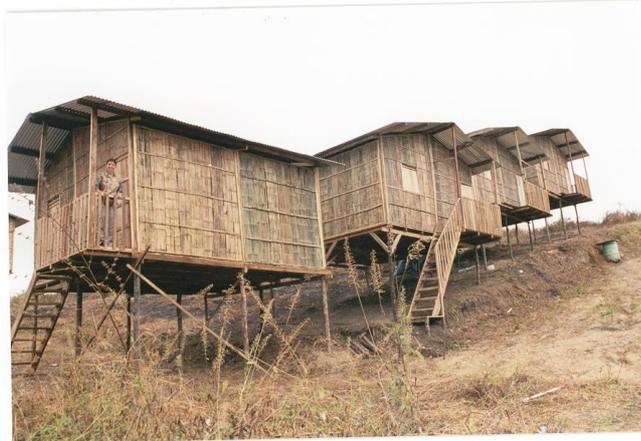
Fig. 40: Sap beginning to drip from the lower end of the culm during treatment

Fig. 41: The liquid coming out at the lower end may be collected for recycling



**La caña como material de construcción (fig 10)**





**Producto terminado (fig 12)**



**Exhibición en la casa abierta, en la Facultad De Ingeniería Química (fig 13)**



**Pesado de las muestras de Caña Guadua, para pruebas experimentales. (fig 14)**



**Muestras de caña guadua expuestas a diferentes soluciones. (fig 15)**



# Toxicología

## ACIDO BORICO

**Sinónimos** | Ácido ortobórico

**Descripción** | Cristales incoloros o blancos; untuosos al tacto

**Contaminación** | Antisépticos  
Fungicida  
Fabricación de vidrio, alfarería, pigmentos  
Conservación de alimentos y madera  
Ignífugo

**Concentración Max. Permisible** | No hay nada establecido

**Toxicidad**

ARSORCION	Ingestión Percutáneo, si hay enfermedades de la piel
PATOLOGIA	Irritante Depresivo del sistema nervioso central Lesiones renal y hepáticas
SIGNOS Y SINTOMAS	Perturbaciones visuales y conjuntivitis Nauseas, vómitos, dolor abdominal, diarrea Debilidad Fiebre Erupción macular confluyente roja Desasosiego Ictericia Anuria Colapso circulatorio Convulsiones
Tests de Diagnóstico	{ Boro en sangre Acido bórico en orina Lavado de ojos con agua
TRATAMIENTO	Lavado con agua y jabón de las partes Contaminadas del cuerpo Lavado gástrico, si se ha ingerido, Seguido de emulsionantes Combatir la acidosis sintomático y de fortalecimiento
SECUELAS	No se han descrito ninguna incapacidad industrial

**Medidas Preventivas** | Ventilación adecuada  
Gafas protectoras  
Mascarilla con absorbente químico

## ALCOHOL ETILICO

**Sinónimos** | Espíritu de colonia  
Etanol  
Hidróxido etílico  
Alcohol de gramos  
Metil carbinol  
Espíritu de vino

**Descripción** | líquido incoloros; olor vinoso

**Contaminación** | Ampliamente usado

<b>Concentración Max. Permissible</b>	1000ppm en aire		
<b>Toxicidad</b>	ARSORCION   Ingestión inhalación		
	PATOLOGIA   Irritante Depresivo del sistema nervioso central		
	SIGNOS Y SINTOMAS	Irritación de ojos y tracto respiratorio Dolor de cabeza vértigo Somnolencia Confusión mental fatiga Anorexia y nauseas temblores Narcosis	
		Tests de Diagnóstico	Concentración de alcohol en sangre o aire espirado alcohol
		TRATAMIENTO	Lavado de ojos con agua Lavado gástrico, si se ha ingerido, seguido <b>De un purgante salino</b> Sintomático y de fortalecimiento general
SECUELAS	No se han descrito lesiones Permanentes		
<b>Medidas Preventivas</b>	Ventilación adecuada Gafas protectoras Mascarilla con absorbente químico		
<b>BORAX Sinónimos</b>	Borato sódico Tetraborato sódico Tinkal		
<b>Descripción</b>	Cristales o polvos blancos		
<b>Contaminación</b>	Ampliamente usado Fabricacion de vidrio, cosmeticos, pigmentos Esmaltes, jobones, papel Agentes de limpieza Soldadura Impregnación de la madera		
<b>Concentración Max. Permissible</b>	No hay nada establecido		
<b>Toxicidad</b>	ARSORCION   Ingestión Percutaneo, si la piel está enferma		
	PATOLOGIA   Gastroenteritis Edema cerebral Degeneración grasa del hígado y riñones		
	SIGNOS Y SINTOMAS	Anorexia Perdida de peso nausea, vómitos, diarrea	

Tests de Diagnóstico	}	<p>La orina puede presentar albúmina</p> <p>células epiteliales y glóbulos rojos</p> <p>Aumento de NPN, Alteración de la función del hígado</p>
----------------------	---	---

TRATAMIENTO	<p>Lavado con agua y jabón de las Partes contaminadas del cuerpo</p> <p>Lavado gástrico, si se ha ingerido, seguido</p> <p style="text-align: center;"><b>De un purgante salino</b></p> <p>Mantener el equilibrio electrolítico sedación</p> <p>Dieta rica en hidratos de carbono y pobre en grasas</p> <p>Hemodialis, si es necesario</p> <p>Sintomático y de fortalecimiento general</p>
-------------	--

SECUELAS	<p>No se han descrito lesiones</p> <p>Permanentes</p>
----------	---

<b>Medidas Preventivas</b>	<p>Reforzar la limpieza personal</p>
----------------------------	--------------------------------------

### HIDROXIDO SODICO

<b>Sinónimos</b>	<p>Sosa cáustica</p> <p>lejía</p> <p>hidrato sódico</p> <p>Cáustico blanco</p>
------------------	--

<b>Descripción</b>	<p>polvos corrosivo, blancos, deliquescente</p>
--------------------	---

<b>Contaminación</b>	<p>Industria química</p> <p>Limpieza de metales</p> <p>Extracción del cinc</p> <p>Amplio uso general</p> <p>Deposición de estaño</p> <p>Revestimiento de oxido</p> <p>Lavandería</p> <p>Blanqueo</p>
----------------------	--

<b>Concentración Max. Permisible</b>	<p>2 mg/m<sup>3</sup> en aire</p>
--------------------------------------	-----------------------------------

ARSORCION	<p>Ingestión</p> <p>Inhalación</p>
-----------	------------------------------------

PATOLOGIA	<p>Se combina con los tejidos</p> <p>Formando albuminatos alcalinos</p>
-----------	---

<b>Toxicidad</b>	<p><b>SIGNOS Y SINTOMAS</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Locales: Conjuntivitis y quemaduras corneales</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Quemaduras profundas alcalinas</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Inhalación: Irritación del tracto respiratorio</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Neumonitis</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Ingestión: Quemadura de boca y esófago nausea, vómitos y hematemesis, dolor abdominal</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Diarrea, aveces con sangre.</i></p> <p>Edema de laringe y asfixia</p> <p>Subsiguiente, mediastinitis</p> <p>Puede ocurrir la perforación del tracto gastrointestinal</p> <p>Colapso cardiovascular, coma</p>
------------------	---

Tests de Diagnóstico	<p>No hay ninguno establecido</p>
----------------------	-----------------------------------

	TRATAMIENTO	Lavado de ojos con agua Lavado con agua y jabón de las Partes contaminadas del cuerpo Tratamiento ordinario de quemaduras Lavado gástrico, si se ha ingerido, con ácido acético Al 5% teniendo cuidado de no perforar el tracto Gastrointestinal, seguido de una instilación de aceite De oliva o emulsionantes
<b>Toxicidad</b>	TRATAMIENTO	Sulfatos de morfina para el dolor Combatir el shock, Intervención quirúrgica cuando está Indicando para el edema de laringe o perforación del Tracto intestinal, Cortisona Sintomático y de fortalecimiento general
	SECUELAS	El daño corneal pueden ser permanentes Las estrecheces de esófago y estomago pueden ser permanentes
<b>Medidas Preventivas</b>		Ventilación adecuada Gafas protectoras o pantallas para la cara completa Mascarilla con filtro mecánico Guantes, delantales y botas de goma Acentuar la limpieza personal

## DICROMATO DE K

<b>Sinónimos</b>	Dicromato de potasio Trióxido de cromo
<b>Descripción</b>	Elemento químico; metal duro, gris plateado; sus compuestos Son de varios colores
<b>Contaminación</b>	Cromado Curtido de cueros explosivos Conservación de la madera Baterías Aleaciones de acero Refractarios Tintes Pigmentos, Pinturas Soldaduras, Anodizado, Antioxidantes
<b>Concentración</b>	Acido cromico y cromatos: 0.1 mg/m <sup>3</sup> en aire <b>Max. Permissible</b>
	ARSORCION Inhalación Percutaneo
<b>Toxicidad</b>	PATOLOGIA Irritación Alérgeno Los minerales de cromo no son Tóxicos Las sales trivalentes, algo tóxicas Las sales hexavalentes(cromatos y dicromatos) muy tóxicas <b>Piel</b> : Sensibilización a la dermatitis Chome holes (agujeros del cromo), úlceras de la piel, la mayoría en las manos, En base de la uñas y en las articulaciones
<b>Toxicidad</b>	SIGNOS Y SINTOMAS

*Ojos :Conjuntivitis*

**Tracto respiratorio superior:**

Perforación del tabique nasal.

Epistaxis

Sinusitis

Laringitis

Anosmia

**Pulmón:** *Dolor del pecho, Disnea, Bronquitis*

*Pneumonitis química, cromitosis(pneumoconiosos)*

*Carcinoma broncogénico del pulmón*

**Gastrointestinales:** *Anorexia, Nauseas, Gastritis*

*Hipertrofica, Úlcera duodenal, Colitis*

Tests de  
Diagnóstico

{ Cromo en sangre y orina

TRATAMIENTO

Lavado de ojos con agua

Lavado con agua y jabón de las

Partes contaminadas del cuerpo

Dermatitis: Antihistamínicos , Cortisona local

Úlcera de la Piel: Aplicar a la úlcera edatamil

Cálcico disodica al 10% en excipiente de lanolina

Vendaje durante 24 horas

Legrar las úlceras y repetir cuantas veces sean necesario

Se ha sugerido edatamil cálcico disodico

Sintomático y de fortalecimiento general

**Toxicidad**

SECUELAS

Las lesiones de la piel generalmente no incapacitan

La Anosmia puede ser permanente

**Medidas**

Ventilación adecuada

**Preventivas**

Gafas protectoras o pantallas para la cara completa

Mascarilla con filtro mecánico

Guantes, delantales y botas de goma

Acentuar la limpieza personal

Aplicar vaselina o parafina a la nariz antes de ir al trabajo

Pecho a rayos X cada 6 meses en adelante dependiendo de la exposición

Estudios de esputos "Papanicolaou" cada tres meses

# **ANEXO**

## **Tratamiento de aguas residuales**

Cambios ambientales y amenazas al ambiente, los que se dan naturalmente, o cambios climáticos o del ecosistema, que no afectan a la población o especie de cualquier índole. El mismo que sucede en ciento de años, lo cual produce el fenómeno adaptación (supervivencia) de las poblaciones y especies a estos cambios no optante, los cambios ocasionados por el hombre, hechos en periodos muy cortos los cuales dañan el ecosistema.

La aceptación de un agua para un uso definido depende de sus propiedades físicas, químicas y biológicas y a veces de si estas propiedades pueden modificarse para adaptarla a tal fin. Mencionaremos alternativas de prevención y control sin perjudicar lo mas mínimo a la naturaleza en general. Relacionado al tratamiento de las aguas residuales, con resultado de esta tesis.

### **Procesos de tratamiento de aguas residuales**

- pretratamiento                      físico y /o químico
- tratamiento primario              físico
- tratamiento secundario          biológico
- tratamiento avanzado            físico y / o químico y/o biológico

Utilizaremos un pretratamiento y un tratamiento primario (físico y /o químico)

### Clasificación de algunos de los parámetros del agua residual a tratar

Clase	Parámetros
Físico	Temperatura
	PH
	Color
químico	Hidratos de carbono
	Alcalinidad
	Metales pesados
	Cloruros
	Nutrientes N.P
microbiológico	Algas
	Bacterias
	Virus
	Coniformes

### Identificación de la muestra de agua residual del tratamiento de preservación de la caña guadua

Luego del tratamiento químico realizado, con un ácido, base, cloruro, alcohol, etc. Se procedió a identificar los mismos. Agentes y preservantes. Con los que efectuaron los tratamientos en diferentes ensayos. Se trabajo con bórax, ácido bórico, bórax- ácido borrico, ClNa, SO<sub>4</sub>Cu, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O, Cr<sub>2</sub>O<sub>5</sub>K<sub>7</sub>, OHNa. Todos estos agentes y preservantes químicos, se los trabajo en tres soluciones a deferente % para un mejor manejo de datos y resultados. Obteniendo 24 soluciones

El tipo de agua utilizada en el tratamiento, fue agua potable, las misma que contiene aniones y cationes Cl, Mg, CO<sub>3</sub>, Fe.

- Control de parámetros pH, concentración del reactivo en mg/l, ppm
- Volumen del agua tratada por día según el tratamiento químico

Reactivo	Soluciones	pH
H3BO3	3	5
Borax	3	9
B+H3BO3	3	9
Cr2O5K7	3	5
NaOH	3	14
SO4Cu	3	4
ClNa	3	9
C2H6O	3	7

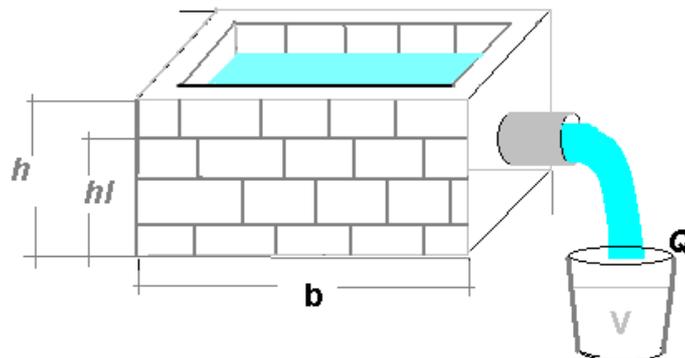
De los ocho agentes químico utilizados la mitad

### Selección de proceso de tratamiento de aguas residuales

Se seleccionó un pretratamiento y un tratamiento primario.

- En el pretratamiento se uso un tamizado y mezclador de hélice para homogenizar la descarga previo al tratamiento primario.
- Tratamiento primario(físico / y o químico), en el cual se medio el pH dándonos un 9 en las soluciones con (bórax), el cual esta dentro de los parámetros permitidos, para ser descargado en un fuente.

### Piscina de tratamiento químico del proceso



Datos

$h = 80 \text{ cm}$

$hl = 60 \text{ cm}$

$b = 240 \text{ cm}$

$V = b \cdot h \cdot hl$

$V = 1152000 \text{ cm}^3 = 1.152 \text{ m}^3$

$Q = V/t$

Q = caudal

V = Volumen practico

t = Tiempo cronometrado

$Q = 10 \text{ lt}/2\text{min}$

**$Q = 5 \text{ lt}/\text{min}$**

El caudal debe ser tomado en la mañana por la tarde y la noche para determinar un promedio

<b>Muestras</b>	<b>Mañana</b>	<b>Tarde</b>	<b>Noche</b>
1	5.0	4.0	7.0
2	6.0	5.0	5.0
3	7.0	5.0	6.0
4	6.0	6.0	7.0
5	5.0	6.0	7.0
<b>Promedio</b>	<b>5.8</b>	<b>5.2</b>	<b>6.4</b>
<b>Promedio total de caudal</b>			<b>5.8 lt/min*</b>