



Ministerio de Comercio, Industria y Turismo  
Artesanías de Colombia S.A. FOMIPYME  
Centro de Diseño

Programa Nacional de Cadenas Productivas  
Cadena Productiva de la Guadua

Cadena Productiva de la Guadua  
Quindío - Risaralda - Caldas  
Informe

Anexo 3  
CURSO BASICO DE PRESERVACIÓN Y SECADO

D.I. Alvaro Ivan Caro Niño

Bogotá D.C. Junio de 2004

Curso Básico de  
"PRESERVACIÓN y SECADO"

Presentado a CARDER

Por:

Jorge Augusto Montoya Arango  
Investigador en Guadua .

Pereira, Septiembre de 2003

## **PRESERVACIÓN.**

### **TRATAMIENTOS SIN QUÍMICOS**

#### CURADO EN LA MATA.

Después de cortado el tallo de Guadua, este se debe dejar en pie, recostado a las otros culmos no cortados durante un tiempo superior a ocho días, momento en el cual se considera que la guadua evacúa un gran porcentaje de sus contenidos líquidos que incluyen azúcares y almidones contenidos igualmente en hojas y ramas. Esta técnica es conocida también como desjarretado y se cree además, que el corte debe hacerse en horas de la madrugada y en época de menguante para así evitar la atracción lumínica sobre los líquidos internos de la planta incrementando así la humedad contenida en ella. El contenido de humedad en la guadua es un factor sumamente importante ya que en el proceso de secado la guadua puede presentar problemas por deformaciones, situación que se observa cuando los tallos de guadua no están maduros.

#### CURADO POR INMERSIÓN EN AGUA

Consiste en sumergir los tallos cortados en agua, ya sea un estanque o un río, por un tiempo no mayor a cuatro semanas. Posteriormente se dejan escurrir y secar.<sup>1</sup> Este ha sido uno de los sistemas más empleados por los Asiáticos. Aparentemente, la penetración del agua internamente en los haces vasculares, hace que se evacue el aire que penetra al interior de la guadua; especialmente para aquellos sistemas que deseen implementar el proceso de preservación con el método de Boucherie modificado, se logró comprobar que este método es absolutamente necesario para incrementar la permeabilidad internamente en la guadua. Por otro lado, resultados que se han hecho en investigaciones han concluido que la inmersión en agua produce la aparición de manchas que hacen que muchas veces el acabado de la guadua resulte afectado, además se pueden presentar fisuras en los nudos de estos tallos cosa que no se presenta con el curado en mata (Hidalgo 1994 ).

#### CURADO AL CALOR

La guadua cortada es "bañada" con fuego o colocada en brasas a distancia prudente, sin quemarla. Una variante de este método, es aplicada en Japón, sometiendo los bambues durante un lapso de 20 minutos a una temperatura entre 120°C y 150°C, lo que le da mayor efectividad, sin embargo pueden presentarse fisuras en la guadua<sup>2</sup>. Este sistema también es utilizado tanto para secar como para enderezar los tallos torcidos. A pesar de ser un sistema efectivo no es un sistema de curado que se pueda llevar al campo, puesto que involucra algunos elementos técnicos que incrementan los costos y que no

<sup>1</sup> Hidalgo L. Osear., Manual de Construcción con Bambú. Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup> Idem

serían de fácil acceso a los sitios de aprovechamientos o de producción de guadua.

### CURADO CON HUMO

Consiste en someter las guaduas a humo directo hasta que adquieran una capa exterior de  $\text{H}_2\text{N}$ <sup>3</sup>, con un alto contenido de alquitrán.

### HERVIDO

Hervir durante 30 min, 1% solución de soda cáustica NaOH o carbonato de sodio durante aprox 60 mino

### LAVADO CON CAL

Se adiciona una cantidad del 30% de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ésta solución es aplicada con brocha o por inmersión, luego en el proceso de secado, es transformada en carbonato de calcio -  $\text{CaCO}_3$  por la operación unitaria denominada absorción.

## **TRATAMIENTOS CON QUÍMICOS**

### INMERSIÓN CON SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO Y BÓRAX

Este método consiste en introducir la guadua previamente agujerada por los tabiques (nudos de la guadua) preferiblemente con una varilla puntiaguda de 12.7 mm (1/2"), en un tanque que contiene la solución de ácido bórico y bórax en relación 2:1 al 3%, dejando allí la guadua en exposición prolongada por cuatro días, porque es el tiempo donde la guadua deja de absorber la solución.

### INYECCIÓN CON SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO Y BÓRAX

El procedimiento para la aplicación de este método en el proceso es el siguiente: se perfora el canuto de la guadua con 2 agujeros de 3.2mm (1/8") o menor, cada uno cerca del tabique o nudo superior e inferior y se procede a inyectar la solución preservante de ácido bórico y bórax (3%) en cantidad suficiente que bañe las paredes internas; adicionando una cantidad que puede oscilar entre 10 ml y 20 ml de preservante por cada agujero.

### BOUCHERIE MODIFICADO CON SOLUCIÓN DE ÁCIDO BÓRICO Y BÓRAX

Este método ideado por el Dr. M. A. Boucherie y patentado en Francia en 1838, con algunas modificaciones que se le han hecho desde entonces, es apropiado para el tratamiento de la albura (parte blanca, una vez retirada la corteza) de madera rolliza en estado verde y recién cortada. A través de este proceso, la albura de las especies tratables es penetrable en intervalos variables de tiempo que van desde minutos, hasta horas y días según la especie a tratar.

Este método ha sido adaptado para su uso en especies de bambú y específicamente, en la preservación de *Guadua Angustifolia*, realizando ensayos con guaduas recién cortadas.

El procedimiento utilizado consiste en reemplazar la savia de la guadua por una solución de ácido bórico y bórax (3%), con la ayuda de un equipo de tratamiento que consta de un recipiente o tanque que contiene la solución y un sistema de presión (compresor) que ayuda a vencer la resistencia de la guadua al paso del preservante, trabajando con una presión de 137.88 Kpa (20 psi). El proceso termina una vez la solución preservante ha reemplazado la savia de la guadua.

## **SECADO.**

### **CONCEPTOS BÁSICOS**

**PERMEABILIDAD:** Una de las propiedades físicas que tiene la guadua es su permeabilidad a través de los haces vasculares, es decir la capacidad que tienen los líquidos preservantes para pasar a través de ellos.

**AGUA LIBRE:** Es el agua contenida en las cavidades celulares por encima del punto de saturación de las fibras y cuya eliminación durante el proceso de secado no produce cambios volumétricos

**AGUA FIJA:** Es el agua que impregna las paredes celulares y cuya eliminación produce el fenómeno de contracción de la madera

**CONTENIDO DE HUMEDAD:** Es la cantidad de agua contenida en la madera, normalmente expresada en una de las siguientes formas a) el porcentaje del peso de la madera anhidra; b) en el porcentaje del peso total de la madera; c) cantidad absoluta de agua en una cantidad absoluta de madera

**PUNTO DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS (PSF):** Al iniciarse el secado, el agua libre se va perdiendo fácilmente por evaporación, ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que ya contiene más agua de este tipo. En este punto, la madera estará en lo que se denomina "punto o zona de saturación de las fibras" (PSF), que corresponde a un contenido de humedad entre 21 y 32%. Cuando la madera ha alcanzado esta condición, sus paredes celulares están completamente saturadas pero sus cavidades están vacías.

Durante esta fase de secado, la madera no experimenta cambios dimensionales, ni alteraciones en sus propiedades mecánicas.

**DENSIDAD:** Relación entre la masa de la madera y su volumen a un determinado contenido de humedad. Como con el cambio de humedad, la masa y el volumen también cambian, es recomendable especificar la

condición de la humedad existente en el momento en el que se determina la densidad.

**DENSIDAD:** La densidad de la madera se define como la masa por unidad de volumen a un determinado contenido de humedad y se expresa por la siguiente fórmula:

$$D = \frac{m}{V}$$

D = Densidad, en  $g/cm^3$

m = Masa de una pieza de madera a un determinado contenido de humedad en gramos

V = Volumen de la misma pieza a igual contenido de humedad, en  $cm^3$

**HUMEDAD RELATIVA:** Es la relación entre la presión parcial del vapor de agua presente en el aire y la presión de vapor saturado a la misma temperatura, expresada en porcentaje. En otras palabras la humedad relativa del aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen determinado de aire y la mayor cantidad posible de vapor de agua que pueda hallarse en ese volumen de aire a la misma temperatura.

$$HR = \frac{P}{P_s} \times 100$$

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO O HUMEDAD HIGROSCOPICA DE LA MADERA:** Cuando una pieza de madera se deja suficiente tiempo en un ambiente cuyas características de temperatura y humedad relativa permanecen constantes, se establece un equilibrio entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la que existe en el interior de la pieza de madera. Cuando este equilibrio es alcanzado, la humedad de la madera no varía más y se dice que ha llegado al contenido de humedad de equilibrio (ECH) o humedad límite. Este contenido de humedad permanecerá constante mientras las características del aire que rodean a la madera no cambien.

**HUMEDAD HIGROSCOPICA:** humedad que está íntimamente unida, por absorción, con los elementos más finos de la pared celular y mantenida con fuerza suficiente para reducir de modo apreciable la presión del vapor.

**AGUA DE SATURACIÓN, HIGROSCOPICA O FIJA:** El agua que se encuentra en las paredes celulares; también es llamada agua de inhibición. Existe la teoría de que el agua higroscópica está constituida por hidrogeniones fijados principalmente a los grupos hidroxilo de la lignina.

Durante el secado de la madera, cuando ésta ha perdido su agua libre por evaporación y continúa secándose, la pérdida de humedad ocurre con mayor lentitud hasta llegar a un estado de equilibrio higroscópico con la humedad relativa de la atmósfera circundante

**HINCHAZON:** Es el incremento de las dimensiones de una pieza de madera causado por el aumento del contenido de humedad, siempre que la cantidad de líquido contenido en ella esté por debajo del punto de saturación de las fibras. La hinchazón puede ser longitudinal, tangencial, radial y volumétrica.

**ELASTICIDAD:** Es la aptitud de un material para deformarse y recuperar después su forma original. El esfuerzo es proporcional a la deformación solo dentro de los límites de una deformación elástica.

El valor más probable del módulo de elasticidad conviene especificarlo en  $140.000 \text{ Kg/cm}^2$  que coincide con el del hormigón. el valor del módulo de elasticidad no se incrementa con la edad por lo tanto el valor que se elija no dependerá de dicha variable. Los nudos pueden ser las partes más débiles en bambúes sometidos a esfuerzos de tracción.

**DUCTILIDAD:** Es la propiedad que permite la deformación permanente antes de la fractura en tracción y se mide en valores de porcentaje de alargamiento. La guadua tiene una ductilidad alta.

**TENACIDAD:** Es la capacidad de un material para soportar una carga de impacto o de choque sin romperse.

## **TIPOS DE SECADO**

**SECADO NATURAL:** El secado natural o al aire libre consiste en exponer la madera a la acción de los factores climáticos de un lugar. Estos factores son la temperatura, la humedad relativa de la atmósfera y el aire que en permanente movimiento, sirve de agente para establecer un equilibrio higroscópico entre el medio ambiente y la madera.

Este sistema de secado ha sido el más ampliamente utilizado. Sin embargo, por estar sujeto a los cambios climáticos, no es posible ejercer control sobre su desarrollo. La duración depende de las características de las especies de madera, de las condiciones climáticas, de la forma de apilado y de la disposición y ubicación del patio de secado, pero en cualquier caso el proceso es relativamente lento.

**SECADO AL VACIO:**

Principio de funcionamiento; desde que se iniciaron las investigaciones sobre secado de la madera constituya el elemento primordial en el proceso de secado. Ella es, según la especie de 100 a 1000 veces más lenta que la velocidad de evaporación en la superficie del material. Por lo tanto para

aumentar la velocidad del secado, es necesario aumentar la velocidad de circulación del agua en el interior de la madera.

Según P. JOLY y F MORE CHEVALIER, el agua circula a una velocidad cinco veces mayor en un material bajo presión de 60 mm de mercurio que bajo una presión de 760 mm de mercurio. Esta propiedad es la que sirve de fundamento para el desarrollo del proceso de secado al vacío.

Complementariamente es importante recalcar que la acción del vacío también se traduce en una disminución de la temperatura de ebullición de l agua, con lo cual se logra una intensificación de la evaporación en la superficie. Como consecuencia de ello, se aumenta el gradiente de temperatura en la madera ya que la superficie se enfría más rápido que el centro a causa de la intensa evaporación, trayendo como efecto un aumento de la velocidad de secado

**SECADO SOLAR:** Desde hace varias décadas se ha venido investigando el uso de la energía solar para el secamiento de la madera. En general, se busca que mediante un colector plano la energía de radiación se convierta en energía térmica. Esta energía alcanza hasta 60°C en zonas tropicales. Los diseños de cuartos para el secado solar de maderas varían según las diferentes latitudes en las cuales se han hecho investigaciones.

En comparación con el secado al aire libre, se ha demostrado que el secado solar reduce el tiempo de secado entre dos y cinco veces y permite obtener contenidos de humedad final por debajo de la humedad de equilibrio del lugar

Respecto al secado artificial convencional, las instalaciones son mucho más baratas y los costos de secado se reducen considerablemente en las zonas tropicales con una radiación solar adecuada para secar la madera. Aún en sus límites inferiores, estos secadores presentan una alternativa económica y técnica para las pequeñas industrias de la madera.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**Práctica de Laboratorio de Guadua**  
**"Método de inmersión"**

**OBJETIVO**

Realizar la práctica del proceso de preservación empleando el método de inmersión y utilizando pentaborato (sales de bórax) al 8%.

**PROCEDIMIENTO**

**1. Partes o elementos del equipo.**

Tanque de mezcla.

Agua (100 Lt) o su proporción.

Ácido Bórico 4 Kg.

Bórax 4 Kg.

Guantes.

**2. Descripción del método.**

Preparar los elementos a emplear (Tanque, ácido bórico, bórax).

Sumergir las guaduas durante un mínimo de cuatro días.

Perforar las guaduas. Realizar dos agujeros con broca de 1/8 de diámetro, parte superior e inferior del canuto, a un ángulo de 90° entre agujeros.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**Práctica de Laboratorio de Guadua**  
**"Método de inyección"**

**OBJETIVO**

Realizar la práctica del proceso de preservación empleando el método de inmersión y utilizando pentaborato (sales de bórax) al 8%.

**PROCEDIMIENTO**

**1. Partes o elementos del equipo.**

Tanque de mezcla.

Agua (100 Lt~ o su proporción).

Acido Bórico 4 Kg.

Bórax 4 Kg.

Guantes.

Jeringa 20 ml.

**2. Descripción del método.**

Preparar los elementos a emplear (Tanque, ácido bórico, bórax y jeringa).

Sumergir las guaduas durante un mínimo de cuatro días.

Perforar las guaduas realizando dos agujeros con broca de 1/8 de diámetro, parte superior e inferior del canuto, a un ángulo de 90<sup>s</sup> entre agujeros.

Accionar dos jeringadas por agujero.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**Práctica de Laboratorio de Guadua**  
**"Determinación del contenido de humedad (eH)"**

**OBJETIVO**

Realizar la práctica del cálculo del contenido de humedad (CH) empleando horno de secado, para determinar la humedad en la guadua.

**PROCEDIMIENTO**

**1. Partes o elementos del equipo.**

Sierra o herramienta de corte.

Horno a 105°C.

Balanza para pesar.

Guantes.

Pinzas para extracción de muestras.

Recipiente para depositar las muestras (Bandeja) .

**2. Descripción del método.**

. Fórmula  $CH\% = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$

Cortar un tramo de 5 cm de longitud, tomando el primer canuto completo de la parte inferior de la guadua.

Pesar la muestra antes de introducirla al horno (Peso húmedo).

Introducirla al horno durante 24 horas.

Extraer las muestras y pesarlas (Peso seco).

Calcular.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
Practica de Laboratorio de Guadua  
UMétodo Boucherie"

## OBJETIVO

Realizar la practica del proceso de preservación, empleando el método Boucherie modificado, usando agua como sustrato de preservación .

## PROCEDIMIENTO

### 1. Partes o elementos del equipo.

Tanque de alimentación de la solución.

Tanque presurizado.

Compresor.

Manómetro .

Boquilla.

### 2. Descripción del método.

Preparación del compresor, graduación de la presión (15 - 20 Psi).

Cargue del tanque de alimentación.

Conexión de la boquilla.

Purga del sistema.

Inicio del procedimiento.

### 3. Esquema del equipo.

