

# INMUNIZACIÓN DE LA GUADUA

*Jaime Salazar Contreras<sup>1</sup> - Gustavo Díaz<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Ingeniero agrícola, Msc. Profesor titular. Facultad de Ingeniería.*

*<sup>2</sup>Arquitecto. Instructor Asociado.*

*Facultad de Arquitectura.*

*Universidad Nacional de Colombia*

---

## *Resumen*

*La guadua forma parte de la cultura colombiana y, en especial, la que representa al Gran Caldas; con ella se han construido programas de vivienda, edificios con cimentación incipiente, al igual que diferentes usos, entre los cuales se destacan: canales y conductos de agua y diversos elementos artesanales.*

*Como resultado de una visita técnica que se hizo al Centro Nacional de la Guadua, localizado en el municipio de Córdoba, departamento del Quindío, se mencionó el problema relacionado con el ataque biológico que constantemente sufría la guadua; fue así como se elaboró, a partir de esa realidad, una propuesta de investigación conducente a determinar algunos preservantes y métodos de inmunización para la guadua. El soporte fundamental del trabajo se hizo mediante el desarrollo de un proyecto de grado para optar al título de ingeniero agrícola a cargo de Clemente Camero Bustos y Juan Pablo Novoa P.*

*Para el desarrollo de la investigación se evaluaron tres métodos de inmunización y tres tipos de inmunizantes, teniendo en cuenta aspectos relacionados con el manejo del producto, su eficiencia y el costo de la aplicación.*

## **I. GENERALIDADES**

*La planta conocida como guadua, en Colombia, es una gramínea de tallo leñoso, que se presenta como intermedia entre las maderas y las plantas fibrosas su nombre científico es bambusa guadua H et B (**guadua angustifolia kunth**); pertenece a la familia de las gramíneas, tribu Bambuseae verae, subgénero bambusa , se conoce también como yaripa en la Amazonía; caña guadua o caña mansa, en Ecuador; jua-jua o puru-puru en Venezuela y pacca en el Perú.*

*Las hojas de la guadua, son muy variables en tamaño y forma. En la etapa de crecimiento varían entre oval lanceoladas y oblongo-lanceoladas con*

*dimensiones hasta de 17 cm de largo por 5 cm de ancho. En la etapa madura varían de oblongo a linearlanceoladas, con dimensiones de 20 cm de largo por 1,2 cm de ancho.*

*La guadua, como todo bambú, no posee corteza, pero a su vez tiene una epidermis dura y cutinizada, cubierta con una capa cerosa que la hace impermeable y evita la evaporación del agua que contienen sus paredes.*

## **II. APROVECHAMIENTO DE LA GUADUA**

### **A. Corte.**

*Alcanzada la edad de sazónamiento óptimo que se da entre los tres y cinco años, las guaduas están listas para su uso en la construcción. Una vez determinados los tallos maduros, se procede a cortarlos entresacados, 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. El corte debe ser lo más limpio posible, para lo cual deben utilizarse machetes.*

### **B. Curado.**

*Puede realizarse con diferentes métodos:*

- ***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.*
- ***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.*
- ***Curado por calentamiento.*** *Los tallos recién cortados se rotan sin quemarlos sobre fuego, a cielo abierto.*

## **C. Secado.**

*Para prevenir el ataque de hongos e insectos, mejorar las condiciones de aplicabilidad de los preservantes, reducir el peso de las piezas y hacerlas más fácil en su manipulación, es necesario reducir el contenido de humedad de los tallos, hasta alcanzar el 10% o el 15%.*

*Respecto al secado natural, los tallos se apilan horizontalmente, bajo cubierta, protegidos del sol y la lluvia por un lapso de dos meses, a fin de alcanzar la humedad requerida.*

*El secado artificial de los tallos puede hacerse en estufas o cámaras cerradas, similares a las que se utilizan para madera aserrada, o a fuego abierto, mediante la localización horizontal de las piezas a una distancia aproximada de 50 cm de los carbones de maderas encendidas, cuidando de girar continuamente los tallos a fin de conseguir un secado uniforme.*

### **III. PRESERVANTES**

*Para el tratamiento de la guadua, según el medio de disolución de los preservantes se diferencian dos grupos:*

- *Preservantes oleosolubles, tales como: creosota alquitranada, creosota alquitranada libre de cristales, aceite de antraceno, creosota obtenida por la destilación de la madera, aceite y vapor de agua, soluciones de creosota, nafteno de cobre.*
  
- *Preservantes hidrosolubles:*

*Son sales disueltas en agua y que entre sus ingredientes activos están:*

*cloruro de zinc, dicromato de sodio, cloruro de cobre, cromato de zinc clorado, ácido bórico, bórax, sulfato de amonio, Fluoruro de sodio, sulfato de cobre.*

*En los ensayos que adelante se describen tendientes a analizar distintos métodos de inmunización de la guadua, se utilizaron métodos de vacío-presión y de baño caliente - baño frío, en albercas de 2.5, m de largo 0.80, de alto 0.70 de ancho (l,h,a), en las que para el baño caliente se contó con seis resistencias en la parte inferior, para dar uniformidad en la temperatura aplicada y un termostato para su regulación.*

## **IV. METODOLOGÍA PARA LA INMUNIZACIÓN**

*El material suministrado por el Centro Nacional de la Guadua estuvo conformado por 60 guaduas de tres años y 60 guaduas de cinco años, cada una con una longitud aproximada de 4 metros; la mitad del total del material fue cortado de la parte basal ( parte inferior de la guadua) y el restante de la parte media alta, para un total de 120 guaduas. La edad de corte fue la mínima requerida para el aprovechamiento estructural de este recurso natural renovable.*

*En forma secuencial se procedieron a realizar las siguientes prácticas:*

## A. Determinación del contenido de humedad

*A cada muestra tomada de una pieza de 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 y el peso al horno, y este último peso multiplicado por 100, da el valor del contenido de humedad, CH, en porcentaje.*

$$CH = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

## B. Secado

*El principio fundamental para inmunizar el recurso es tener en estado seco la guadua, con el propósito de que pueda ser absorbido el producto inmunizante; para ello se procedió a secar naturalmente el material bajo techo y al cabo de dos meses alcanzó un valor aproximado del 16%, que para las condiciones de Santa Fe de Bogotá se convierte en una humedad muy cercana a la de equilibrio con el ambiente y, por ende, la guadua no ganará ni perderá humedad.*

## **C. Selección de grupos**

*Se conformaron tres grupos, cada uno compuesto por 40 guaduas de 4m de longitud y unos grupos se cortaron en longitudes de 2m para poder ser sumergidos en canecas cortadas y aplicar el método de baño caliente - baño frío.*

*Cada grupo tuvo la siguiente composición:*

*10 guaduas de la parte basal de tres años*

*10 guaduas de la parte basal de cinco años*

*10 guaduas de la parte mediana - alta de tres años*

*10 guaduas de la parte mediana - alta de cinco años.*

## **D. Perforación e inspección**

*Dado que la estructura interior de la guadua no tiene continuidad entre sus diferentes tabiques, fue necesario efectuar orificios en ambos lados de cada entrenudo, con el fin de poder circular libremente el producto inmunizante y ser más eficiente el proceso.*

*Además, se inspeccionó cuidadosamente el material para apreciar su estado general, teniendo en cuenta aspectos tales como: ataques biológicos causados por hongos e insectos, fisuras y daños mecánicos; se procedió a lo anterior, con el propósito de comparar eventuales daños causados por el método de inmunización utilizado.*

## **E. Métodos y tipos de inmunizantes**

*A cada uno de los grupos conformados y descritos en el literal c se les aplicó el siguiente método y tipo de inmunizante:*

### **• Grupo 1**

*Método: baño caliente - baño frío.*

*Inmunizante: bórax + ácido bórico + dicromato de sodio*

*Relación: 1: 1 : 0,5*

*Total piezas inmunizadas: 80*

*Longitud de cada pieza: 2 m*

### **• Grupo 2**

*Método: baño caliente - baño frío*

*Inmunizante: sulfato de cobre + ácido bórico + dicromato de sodio*

*Relación: 2 : 1 : 1*

*Total de piezas inmunizadas: 80*

*Longitud de cada pieza: 2 m*

- *Grupo 3*

*Método: vacío y presión*

*Inmunizante: Sales CCA (cobre, cromo y arsénico)*

*Total de piezas inmunizadas: 40*

*Longitud de cada pieza: 4 m*

*Respecto al baño caliente - baño frío, se procedió a calentar el agua a varias temperaturas, y se eligió el valor de 60 grados centígrados, por ser un nivel bajo el cual no degrada la composición química del inmunizante; el tiempo de inmersión de la guadua dentro de los recipientes que contenían el inmunizante caliente fue de 6 horas, y de 18 horas para el material sumergido en un medio frío.*

*El volumen de cada alberca era de 0,80 m<sup>3</sup>, y se debió esperar un tiempo de 10 días para garantizar una completa absorción del inmunizante.*

*Como parte comparativa se utilizó una modificación de los dos primeros métodos, utilizando sólo baño frío por un lapso de 48 horas.*

*Las relaciones del producto químico referenciadas en los grupos 1 y 2 significan que por cada 100 litros de solución en una proporción de 1: 1: 0,5; 1 kilogramo corresponde al bórax, 1 kilogramo al ácido bórico, 0,5 kilogramos de dicromato de sodio y 97,5 litros de agua.*

*En lo que corresponde al método de vacío y presión, una vez seca la guadua se introduce en un autoclave en donde se realiza un vacío inicial de aproximadamente 80 kPa para disminuir el aire del interior del autoclave o cilindro y luego van introduciéndose las sales a presiones de 783 kPa a 1370 kPa hasta que el material no absorba más inmunizante; luego se hace un vacío leve para extraer el exceso de preservante.*

## **V. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

*Luego de realizar los diferentes ensayos correspondientes a los métodos y procesos de inmunización, se obtuvieron los siguientes resultados:*

- *El CH de las partes basales siempre resultó mayor que el correspondiente a las zonas media y superior; esto significa que la proporción basal es la más propensa al ataque de hongos e insectos.*

- *Un parámetro utilizado para comparar los métodos de inmunización es el denominado RAP (relación entre la absorción del inmunizante el peso de la guadua), el cual fue esencial para la evaluación de los diferentes métodos.*
- *La absorción se determinó aplicando una diferencia de peso entre el material de guadua antes de ser inmunizado y el material con los preservantes retenidos.*
- *Los diversos valores del RAP que se encontraron para el método del baño caliente - baño frío fueron los siguientes: (ver cuadro 1)*
- *Teniendo como referencia los datos anteriores, puede concluirse que al aplicarle a un mismo volumen de guadua, el inmunizante compuesto por el bórax + ácido bórico + dicromato de sodio, genera una menor absorción de la solución comparado con el sulfato de cobre + ácido bórico + dicromato de sodio, dado que el sulfato de cobre tiene una mayor y más fácil disolución en el agua que el bórax.*
- *Igualmente, se llegó a observar que la parte media - alta de la guadua es la que más inmunizante absorbe; incluso llegó hasta triplicar la cantidad del producto en comparación con las partes basales.*
- *En forma general e independiente del método de inmunización, puede afirmarse que la relación entre la absorción y el peso de la guadua, RAP, es mayor en las guaduas de tres años de edad que en las de cinco años, siendo más significativa en la parte media - alta que en la zona basal.*
- *El tipo de Compuesto contenido en el inmunizante genera en la guadua diferentes coloraciones, que varían de un color verde pálido al aplicar las*

sales CCA (cobre - cromo - arsénico) hasta tener una tonalidad amarilla debido al dicromato de sodio.

- *El método de inmunización que requiere un menor tiempo de aplicación es el de vacío y presión - método industrializado - con 1 hora 45 minutos, seguido del método de baño caliente - baño frío con una duración de 24 horas; por último, el ensayo de baño frío con un tiempo de 48 horas.*
- *El método más costoso por metro cúbico de guadua, como se aprecia en el cuadro 1, correspondió al método industrializado de sales CCA en relación con la aplicaciones artesanales el método más económico fue el de baño frío con la solución de bórax + ácido bórico + dicromato de sodio, el cual resultó ser el 75 % más barato que el del ácido bórico + sulfato de cobre + dicromato de sodio. En cuanto al método del baño caliente, el más económico fue el del bórax + ácido bórico + dicromato de sodio en un 16.5%, en relación con el ácido bórico + sulfato de cobre + dicromato de sodio.*
  - *Los métodos de baño caliente - baño frío y baño frío no afectaron físicamente la guadua y, por tanto, no produjeron fisuras ni agrietamientos que debilitaran su estructura; en la aplicación del método de vacío y presión, el material que traía grietas, colapsó sobre la dirección de las mismas. (ver cuadro 3).*

**Cuadro 1.**

<i>Inmunizante</i>	<i>Relación Promedia</i>	<i>Absorción Guadua (kg)</i>	<i>Edad</i>	<i>RAP</i> <i>kg de inmunizante/ kg de guadua</i>
--------------------	--------------------------	------------------------------	-------------	--

<i>Bórax+ ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>1:1:0,5</i>	<i>0,0445</i>	<i>5 años</i>	<i>0,0067</i>
<i>Bórax+ ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>1:1:0,5</i>	<i>0,055</i>	<i>3 años</i>	<i>0,0096</i>
<i>Sulfato de cobre + ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>2:1:1</i>	<i>0,0678</i>	<i>3 años</i>	<i>0,0110</i>
<i>Sulfato de cobre + ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>2:1:1</i>	<i>0,0757</i>	<i>5 años</i>	<i>0,0120</i>

*Para el método de baño frío se hallaron los siguientes resultados:*

**Cuadro 2**

<b><i>Inmunizante</i></b>	<b><i>Relación Promedia</i></b>	<b><i>Absorción Guadua (kg)</i></b>	<b><i>Edad</i></b>	<b><i>RAP</i></b> <i>kg de inmunizante/ kg de guadua</i>
<i>Bórax+ ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>1:1:0,5</i>	<i>0,0127</i>	<i>5 años</i>	<i>0,0015</i>
<i>Bórax+ ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>1:1:0,5</i>	<i>0,0129</i>	<i>3 años</i>	<i>0,0017</i>
<i>Sulfato de cobre + ácido bórico+ dicromato de</i>	<i>2:1:1</i>	<i>0,0244</i>	<i>3 años</i>	<i>0,0038</i>

<i>sodio</i>				
<i>Sulfato de cobre + ácido bórico+ dicromato de sodio</i>	<i>2:1:1</i>	<i>0,0185</i>	<i>5años</i>	<i>0,0028</i>

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

-

-

*Con base en los resultados de la investigación pueden inferirse las siguientes conclusiones y recomendaciones que pretenden aumentar las posibilidades para la continuidad del trabajo; ellas son:*

- *Con excepción del producto químico bórax, todos los demás, presentaron una buena solubilidad en agua.*
- *Para que no se genere daño mecánico en la guadua aplicando el sistema de vacío y presión, se requieren condiciones óptimas del material; en los demás casos, el método, per se, no produce rajaduras adicionales.*
- *La eficiencia del inmunizante, en cuanto a su absorción es mayor en las zonas media - alta que en la zona basal; de allí que se requiera un mayor mantenimiento en la parte basal y acometer alguna protección por diseño arquitectónico, que garantice el aislamiento del material de los posibles*

*focos de humedad (por ejemplo, apoyando las columnas sobre pedestales de concreto u otro material resistente).*

- *Todos los métodos ensayados cumplieron las expectativas planteadas y, con base en el cuadro comparativo, cada usuario deberá escoger el más conveniente, teniendo en cuenta los recursos físicos y económicos que posean.*

**Cuadro 3 Costos de inmunización por metro cúbico de agua**

<b>Método</b>	<b>Inmunizante</b>	<b>Costos <sup>1</sup> \$/ m<sup>3</sup> Guadua</b>
<i>Baño caliente - frio</i>	<i>Bórax, ácido bórico y dicromato de sodio</i>	<i>8.618</i>
<i>Baño caliente - frio</i>	<i>Sulfato de cobre, ácido bórico y dicromato de sodio</i>	<i>10.040</i>
<i>Baño frio</i>	<i>Bórax, ácido bórico y dicromato de sodio</i>	<i>1.773</i>
<i>Vacio - presión</i>	<i>Sales CCA</i>	<i>130.000</i>

<sup>1</sup> Los anteriores costos se encuentran a precios de 1994

---

## **REFERENCIAS**

1. **JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA** *Cartilla de construcción con madera. 2da. Reimpresión, Lima, Perú. 1980.*
2. **HIDALGO L, Óscar.** *Bambú, su cultivo y aplicaciones. . Estudios Técnicos Colombianos Ltda, Cali 1974.*
3. **Nuevas técnicas de construcción con bambú.** CIBAM. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 1978.
4. **TOVAR M, Efrén.** *Conferencia Primer foro ecológico y turístico nacional. Club Rotario, Armenia. Noviembre de 1995.*
5. **CRQ. Centro Nacional para el estudio del bambú-guadua.** *Hoja informativa N° 8. Proceso para la preservación de la guadua.*

6.

**CAMERO B; Clemente y NOVOA P. Juan Pablo.** *Evaluación de algunos métodos de inmunización para la guadua. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 1994.*

---