

**Preservación del bambú por el método de inmersión en la región de Cuetzalan del progreso  
Puebla, México**

Preservation of bamboo by the method of immersion in progress region Cuetzalan Puebla, México

**Pablo Zaldívar Martínez<sup>1</sup>**, Lucero Montserrat Cuautle-García<sup>1</sup>, Esteban Joaquín-Medina<sup>1</sup>, Fabián Enríquez-García<sup>1</sup> y Armando García-Bonilla<sup>1</sup>✉

\* Estudiante de Licenciatura en Ingeniería Agrohídrica. BUAP

<sup>2</sup> Estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes Michoacán.

<sup>1</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. E-mail: pablozalmar@hotmail.com ✉ Autor para correspondencia

**Recibido: 17/01/2014**

**Aceptado: 22/07/2014**

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se muestra la forma de optimizar el método de preservación por inmersión del bambú en la región de de Cuetzalan del Progreso Puebla. La investigación se llevo a cabo en el taller de bambú en la sociedad cooperativa Tosepan ojtasentekitini ubicada en el Municipio de Cuetzalan del Estado de Puebla. Tiene como propósito principal el de recomendar la cantidad ideal de solución en el tiempo adecuado de inmersión para su preservación. Se realizo un diseño experimental completamente al azar con 2 factores. Tomando 12 repeticiones para cada tratamiento, con tres especies *Guadua aculeata*, *Bambusa oldhamii*, *Guadua angustifolia*. El preservante utilizado consistió en una mezcla de compuestos de boro, bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) en proporción 1:1. Los principales resultados de la investigación realizada, se encontró que para la especie *Guadua aculeata* se puede disminuir la concentración utilizada actualmente al 50 % manteniendo los culmos en 4 días de inmersión ya que no existe una variación estadística significativa en relación con mayor concentración o mayor número de días en inmersión por lo tanto es posible optimizar gastos y tiempo al realizar el tratamiento preservante.

**Palabras clave:** Método de preservación, bambú, optimización.

## ABSTRACT

In the present research work shows how to optimize the method of preservation by immersion of bamboo in the region of Puebla Cuetzalan del Progreso. The research was carried out in the workshop bamboo Tosepan ojtasentekitini cooperative society located in the Municipality of Puebla State Cuetzalan. This research has mainly focused on recommending the ideal amount of solution at the right time of immersion for preservation. The experiment was performed by the method of completely randomized design with two factors. Taking 12 repetitions for each treatment, with three species *Guadua aculeata*, *Bambusa oldhamii*, *Guadua angustifolia*. The preservative used was a mixture of boron compounds, borax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) and boric acid ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) in 1:1 ratio. The main results of the investigation, it was found that for the species *Guadua aculeata* can decrease the concentration used currently to 50% while maintaining the culms immersion in 4 days and that there is no statistically significant variation in relation to higher concentration or more of days immersion is therefore possible to optimize cost and time to perform the preservative treatment.

**Keywords:** Method of preservation, bamboo, optimization

## INTRODUCCIÓN

En el XVI Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, el cual se realiza a nivel nacional, donde participaron estudiantes del Instituto Tecnológico Superior De Los Reyes Michoacán, se desarrolló un proyecto de investigación que busca optimizar el método de preservación por inmersión del bambú en la región de la Sierra Noroeste del estado de Puebla en el municipio de Cuetzalan Del Progreso.

Este proyecto contó con el apoyo financiero de la Cooperativa TOSEPAN TITATRANISKE (palabras náhuatl que significan Unidos Venceremos) es una

organización de 7 cooperativas aliadas para el bienestar social y cultural de sus comunidades teniendo como base la unión de hombre-naturaleza. Está ubicada en Cuetzalan, Puebla. Actualmente integrada por 17 000 socias y socios indígenas nahuas y totonacos con intereses comunes. El trabajo de experimento se realizó en la cooperativa Ojtasentekitini siendo el taller encargado del uso y manejo del bambú (acopio, tratamiento de preservación, transformación a muebles, artesanías y materiales para construcción). Se evaluaron tres especies: *Guadua aculeata*, *Guadua angustifolia* y *Bambusa oldhamii*. Mediante 2 factores: concentración y días de inmersión (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Concentración y días de inmersión.

Tanque	Concentración	Días de inmersión
<b>Tanque 1</b>	Ácido bórico y bórax en relación 1:1 al 2.6 %	4 y 8 días
<b>Tanque 2</b>	1.95 Kg de ácido bórico, 1.95 Kg de bórax por cada 100 L de agua	4 y 8 días
<b>Tanque 3</b>	1.3 Kg de ácido bórico, 1.3 Kg de bórax por cada 100 L de agua	4 y 8 días

Esta investigación tiene como propósito principal el de recomendar la cantidad ideal de solución en el tiempo adecuado de inmersión para cada especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar los diferentes factores de concentración y días de inmersión se seleccionaron tres especies las cuales fueron cosechadas en diferentes zonas de la región. El experimento se realizó por el método de diseño experimental completamente al azar con 2 factores. Tomando 12 repeticiones para cada tratamiento, esto se está realizando con tres especies *Guadua aculeata*, *Bambusa oldhamii*, *Guadua angustifolia*. El preservante utilizado consistió en una mezcla de compuestos de boro, bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) en proporción 1:1.

La investigación se llevó a cabo en el taller de bambú en la sociedad cooperativa Tosepan ojtasantekitini ubicada en el Estado de Puebla en el municipio de Cuetzalan.

Selección y preparación de las especies y lugar de extracción de las muestras y condiciones ambientales.

El material usado en la investigación fueron las especies *Guadua angustifolia* Y *Guadua aculeata* fueron obtenidas de guaduales naturales ubicados en el municipio de Ayotoxco Guerrero del Estado de Puebla, y la especie *Bambusa oldhamii* fue recolectada de Tepezintla, municipios que presentan un clima cálido - húmedo con lluvias todo el año, superficie 130.12 km<sup>2</sup>, la temperatura media anual varía de 22° a 26°C y la precipitación total anual va de 1500mm en las zonas con menor altitud a más de 3000 mm en las de mayor altitud, la lluvia invernal corresponde a menos del 18% de la precipitación anual. Se utilizaron solo partes basales de los culmos que fueron cortados a 3 metros.

Para la evaluación presencia de boro se cortaron de forma longitudinal (Cuadro 2 y 3).

**Cuadro 2.** Edad de las muestras.

ESPECIE	EDAD	TIEMPO DE COSECHA ANTES DEL TRATAMIENTO
<i>B. oldhamii</i>	3 años	8 días
<i>G. aculeata</i>	más de 5 años	Un mes y medio
<i>G. angustifolia</i>	5 años	Un mes y medio

Cuadro 3. Características físicas de las muestras.

ESPECIE	DIAMETRO	ENTRENUDOS	GROSOR DE LA PARED
<i>B. oldhamii</i>	8.15 cm.	34.25 cm.	1.83 cm
<i>G. aculeata</i>	13.35 cm.	41 cm.	1.33 cm
<i>G. angustifolia</i>	6.43 cm.	25.05 cm.	1.14 cm

*Número de muestras sometidas a estudio*

En el tanque 1 que contiene la solución ácido bórico y bórax en relación 1:1 al 2.6 % este tanque se tomó como base ya que es la concentración y se utiliza actualmente en el taller, dejando ahí los culmos por 4 días y 8 días (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tratamientos de especies de bambú.

Especie	N° de días	Concentración ácido bórico y bórax en relación 1:1	N° de culmos
<i>G. angustifolia</i>	4 y 8 días	2.61 kg por cada 100 L de agua	12 y 12
<i>G. aculeata</i>	4 y 8 días	2.61 kg por cada 100 L de agua	12 y 12
<i>B. oldhamii</i>	4 y 8 días	2.61 kg por cada 100 L de agua	12 y 12

**Método de inmersión**

Este método consistió en introducir las especies de bambú previamente perforadas por los nudos con una varilla puntiaguda  $\frac{1}{2}$  pulgadas y  $1 \frac{1}{2}$  pulgadas. En un tanque que contiene la solución de ácido bórico y bórax en relación 1:1 dejando ahí los culmos en

exposición prolongada por cuatro y ocho días. Previamente se puso a calentar agua en un recipiente de 40 litros de agua añadiendo cierta cantidad del soluto utilizado, una vez disuelta la solución, se vierte al tanque el contenido, esto se realizó varias veces hasta acompletar los kilos necesarios para la capacidad que cuenta el tanque.

Mediciones que se tomaron antes del experimento:

TANQUE 1		TANQUE 2		TANQUE 3	
Ancho	1.62m	Ancho	1.58m	Ancho	1.63m
Largo	7.80m	Largo	8.66m	Largo	7.80m
Altura de solución	0.4015m	Altura de solución	.46m	Altura de solución	.46m
Volumen	5.0544	Volumen	5.74	Volumen	5.8484
Litros de agua	5054.4	Litros de agua	5746	Litros de agua	5848.44

**Cuadro 5.** Mediciones utilizadas actualmente en el taller.

DOSIS	LARGO	ANCHO	PROFUNDIDAD	VOLUMEN	LITROS/ AGUA	ACIDO BORICO (2.6%)Kg	BORAX Kg
TANQUE 1	7.8	1.63	0.4	5.0856	5085.6	132.2256	132.2256
TANQUE 2	7.8	1.63	0.4	5.0856	5085.6	132.2256	132.2256
TANQUE 3	7.8	1.63	0.4	5.0856	5085.6	132.2256	132.2256
TANQUE 4	7.8	1.63	0.4	5.0856	5085.6	132.2256	132.2256
TANQUE 5	7.47	0.91	0.4	2.71908	2719.08	70.69608	70.69608

**RESULTADOS**

Para el análisis de presencia de boro en los culmos de bambú se realizó una prueba

colorimétrica, disolviendo 20 g de curry en polvo en 80ml de alcohol etílico a temperatura ambiente. Se seleccionaron los culmos de acuerdo a las diferentes concentraciones y días

de inmersión, mediante una jeringa se aplicó el indicador sobre los cortes longitudinales de las secciones de culmos para que éste penetrara en las paredes internas de los mismos.

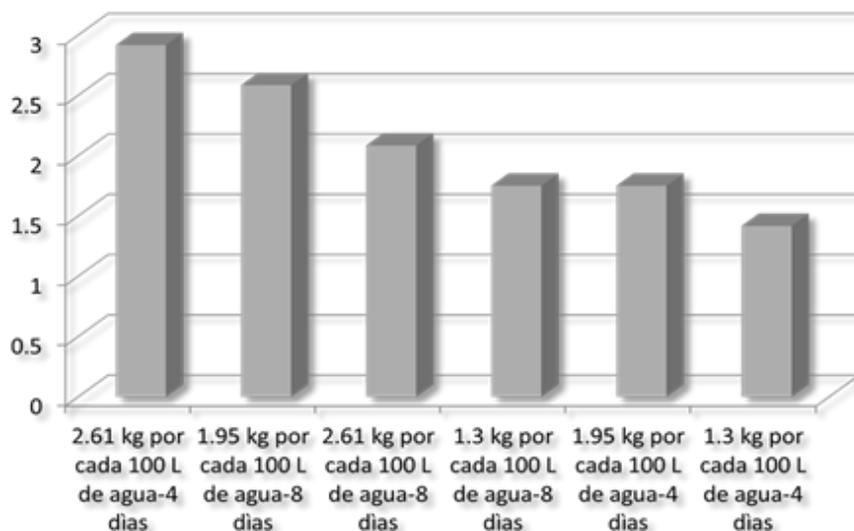
Para evaluar la presencia de boro en las secciones de los culmos se tomó como referencia los siguientes colores: amarillo (baja presencia de boro), anaranjado tenue (regular presencia de boro) y anaranjado –rojizo (alta presencia de boro).

La prueba se realizó 10 días después de sacados de los tanques los culmos evaluados a 4 días de inmersión y 6 días después de sacados los culmos de 8 días de inmersión.

### *Bambusa oldhamii*

El análisis del efecto principal de las medias para la variable presencia de boro, mostraron para la dosis de solución preservante de boro y la interacción de la dosis con el número de días de inmersión su  $\alpha^* < \alpha$  con una  $\alpha = 0.05$ , por lo tanto si existen diferencias significativas estadísticamente. Sin embargo para el número de días de inmersión no existen diferencias significativas estadísticamente, esto

### *Bambusa oldhamii.*



**Figura 1.** Resultados de prueba colorimétrica en *Bambusa oldhamii*.

para las condiciones en que se realizó el experimento.

En la comparación de efectos por la dosis en la solución preservante se obtuvieron diferencias significativas estadísticamente con un  $\alpha = 0.05$  siendo las de mejores resultados: 2.61 kg por cada 100 L de agua de ácido bórico -Bórax y 1.95 kg por cada 100 L de agua, esto para las condiciones en que se realizó el experimento.

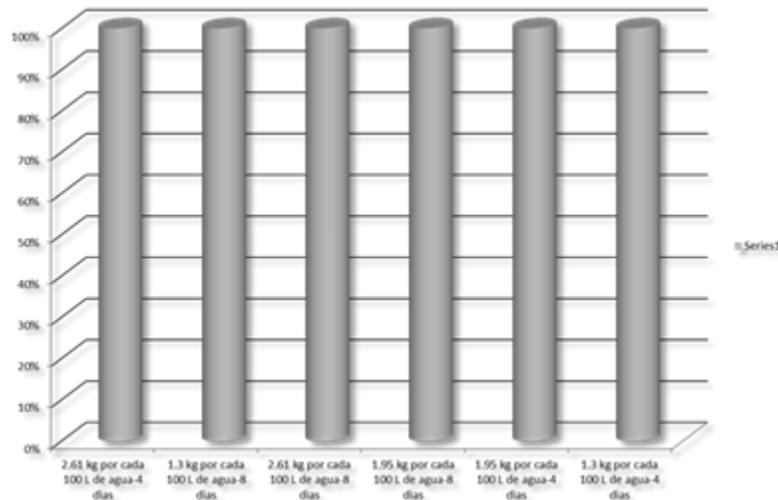
En la comparación de efectos por los días de inmersión no se obtuvieron diferencias significativas. Pruebas de diferencias de media utilizando el método tukey, señalaron que si se obtuvieron diferencias entre las combinaciones de los dos factores siendo la ideal 2.61 kg por cada 100 L de agua-4 días para obtener mayor presencia de boro.

En la figura 1 se observa de acuerdo a los colores obtenidos en la prueba colorimétrica la presencia de boro a las diversas concentraciones en 8 y 4 días de inmersión de la especie

***Guadua aculeata***

El análisis del efecto principal de las medias para la variable presencia de boro, mostraron para la dosis de solución preservante, el número de días de inmersión y la interacción entre ambos su  $\alpha^* > \alpha$  por lo tanto no existen diferencias significativas, esto para las condiciones en que se realizó el experimento.

Pruebas de diferencias de media utilizando el método tukey, muestran que no se obtuvieron diferencias entre las combinaciones de los factores con un  $\alpha=0.05$ , presentando

***Guadua aculeata.***

**Figura 2.** Resultados de prueba colorimétrica en *Guadua aculeata*.

***Guadua angustifolia***

El análisis del efecto principal de las medias para la variable presencia de boro, mostraron para la dosis de solución preservante de boro y la interacción de la dosis con el número de días de inmersión su  $\alpha^* > \alpha$  con una  $\alpha=0.05$ , por lo tanto no existen diferencias significativas estadísticamente. Sin embargo para el número de días de inmersión si existen diferencias significativas estadísticamente, esto

mínimas diferencias que estadísticamente no son significativa.

Ya que no existen diferencias significativas para los dos factores lo ideal será 1. kg por cada 100 L de agua-4 días para obtener mayor presencia de boro.

En la figura 2 se observa de acuerdo a los colores obtenidos en la prueba colorimétrica la presencia de boro a las diversas concentraciones en 8 y 4 días de inmersión de la especie

para las condiciones en que se realizó el experimento.

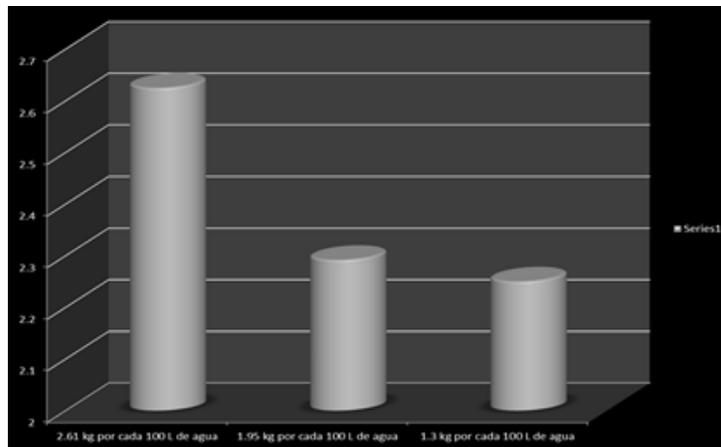
En la comparación de efectos por los días de inmersión se obtuvieron diferencias significativas estadísticamente con un  $\alpha=0.05$  siendo los de mejores resultados: 4 días, esto para las condiciones en que se realizó el experimento.

En la comparación de efectos por la dosis de solución preservante no se obtuvieron diferencias significativas.

Pruebas de diferencias de media utilizando el método tukey, señalaron que si se obtuvieron diferencias entre las combinaciones

*Guadua angustifolia*.

de los dos factores siendo la ideal 2.61 kg por cada 100 L de agua-4 días para obtener mayor presencia de boro. En la figura 3 se observa de acuerdo a los colores obtenidos en la prueba colorimétrica la presencia de boro a las diversas concentraciones en la especie.

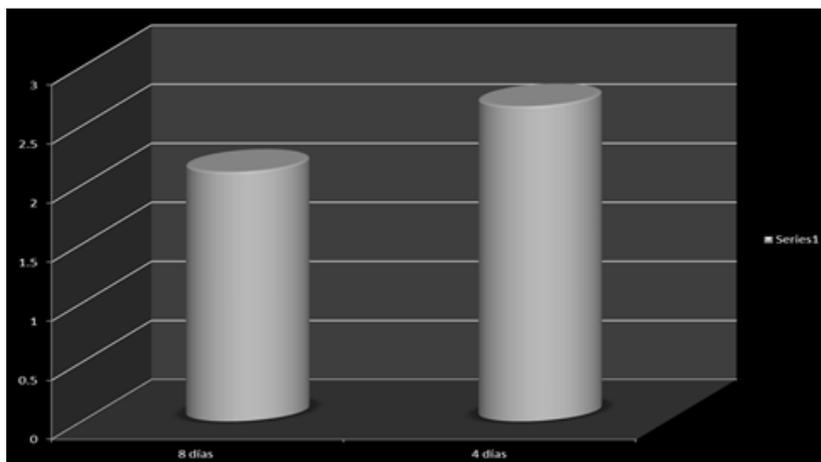


**Figura 3.** Presencia de boro a las diversas concentraciones en la especie *Guadua angustifolia*.

En la figura 4 se observa de acuerdo a los colores obtenidos en la prueba colorimétrica

la presencia de boro dependiendo de los días de inmersión en la especie.

*Guadua angustifolia*.



**Figura 4.** Resultados de prueba colorimétrica en *Guadua angustifolia* en base a solución preservante (kg de ácido bórico y bórax).

## CONCLUSIONES

El ácido bórico y el bórax son sustancias hidrosolubles por lo cual facilita su volatilización al ser sometido a temperaturas elevadas. Es recomendable preparar la solución en un recipiente de aluminio el cual contenga tapa y una perforación en la parte media superior que permitirá introducir un agitador y de esta manera revolver la solución hasta conseguir una mezcla homogénea lista para el tratamiento.

El ácido bórico y el bórax son sustancias que tienden a deslavarse al contacto directo con el agua, por esta razón se recomienda evitar secar los culmos ya tratados a la intemperie en tiempo de lluvias ya que el exceso de humedad también lo perjudica.

## LITERATURA CITADA

- Liese, W. y Willeitner, H. 1992. Wood Protection in Tropical Countries: A manual on the know - how. Germany. TZ- VertriebsgesellschaftmbH. pp. 124-132.
- Londoño, X. 1992. Taxonomía de los Bambúes con énfasis en el género guadua. En el Congreso Mundial de Bambú / Guadua, Pereira. pp 31-34.
- Cáceres, H. 1962. Ensayos de Preservación en Guadua contra hongos e insectos, pp 8-19, Primera parte.