

# **Programa Nacional de Conformación de Cadenas Productivas para el Sector Artesanal**

**Cadena Productiva de la Guadua en el Eje Cafetero.**

**2.35. Seis (6) procesos productivos mejorados tecnológicamente en guadua; secado, inmunizado, doblado, ensamblaje, acabado, corte, pulido y empaque.**



## MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO DE SEIS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA GUADUA

### INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de éste informe, es el de documentar el mejoramiento tecnológico de los procesos productivos de la guadua como son el secado, inmunizado, doblado, ensamble, acabados, corte, pulido y empaque, de acuerdo con las necesidades de ampliar la información presentada anteriormente.

En principio, el proceso de corte explica los aspectos a mejorar, incluyendo recomendaciones para el transporte de la materia prima, de igual forma, hace referencia a la asesoría desarrollada y las ventajas de mejorar tecnológicamente éste proceso.

Para el procesos de inmunizado se proponen tratamientos a presión y sin presión, los cuales orientan en la utilización del método más adecuado de acuerdo con las necesidades de uso que el artesano destine a la guadua. Igualmente, se explicaron las funciones de los preservantes y el uso eficiente de materiales, herramientas y demás en éste proceso.

El mejoramiento tecnológico para el proceso de secado desataca los aspectos a intervenir, además de ello, se anexa información socializada sobre tecnologías de secado que describe los métodos mas utilizados de alta tecnología o baja tecnología.

El proceso de ensamble tecnológicamente se mejoró a través de la implementación de nuevos usos en herramientas como son la prensa hidráulica, la cual solo era utilizada para ensamblar latas en sentido vertical y ahora se amplía su uso en uniones de laminados de guadua, reduciendo el uso del material y mejorando los procesos de acabado y pulido.

Para el proceso de doblado, la necesidad de desarrollar métodos y herramientas que permitan manejos más técnicos del material y de generar propuestas audaces en diseño, han hecho que los mejoramientos tecnológicos se enfoquen en el aprovechamiento de las cualidades físicas y naturales de la guadua, que son documentados en el informe.

El uso de abrasivos, lacas y selladores adecuados, así como recomendaciones durante la recolección de la materia prima, son algunos de los aspectos que se implementaron para mejorar tecnológicamente el proceso de pulido de la

guadua. De igual forma, se recomendó el uso de herramientas que hacen más eficiente el proceso y aseguran la calidad en los acabados.

Las pruebas realizadas con aceites y tintes naturales, así como el desarrollo de líneas de diseño, generaron la necesidad de mejorar tecnológicamente los acabados de las piezas elaboradas en guadua. En este caso, se apoyó la asesoría en la cartilla de la Escuela de Artes y Oficios de Santo Domingo.

El mejoramiento tecnológico de empaques contempló varios aspectos:

- Sensibilización de la necesidad de utilizar empaques diseñados especialmente para los productos de guadua
- Materiales con los cuales se elaboraría el empaque
- El costo del empaque

Igualmente, los resultados del mejoramiento tecnológico en estos aspectos, se documenta claramente en el informe PC-20, el cual incluye actividades de asesorías en embalaje e identidad gráfica, el cual fue entregado anteriormente.

## 2. Antecedentes.

Los artesanos de la Cadena Productiva de la Guadua tienen muchas necesidades que tienen que ver con el mejoramiento tecnológico y de proceso. Estas dependen básicamente de la especialidad en el oficio, de lo que se ha investigado hasta el momento para poder avanzar y de la capacidad de interpretarlas para que sean eficientes y se ajusten a cada perfil.

Vale la pena resaltar que los aportes realizados en la Cadena Productiva han sido la mayoría por parte de la comunidad o empresarios interesados y en algunos casos por entidades involucradas en el proceso a través de la investigación, gestión y desarrollo.

Para ejecutar esta meta es necesario hacer una recopilación de datos del estado actual de las comunidades, conocer las necesidades y los aspectos puntuales y realizar la intervención por etapas, inicialmente realizando asesorías, enfocadas a consolidar conceptos técnicos y luego desarrollando la parte práctica del proceso con trabajo de campo.

### **3. DI 01 Innovación Tecnológica para el Mejoramiento de los Procesos Productivos Artesanales.**

#### **3.1. Corte**

##### **Antecedente específico.**

Las comunidades que trabajan con guadua rolliza cortan el material en fase lunar de cuarto menguante, el fin reducir los contenidos de humedad y hacer que la planta obtenga una resistencia mayor al ataque de hongos e insectos.

El corte lo hacen con machete en horas de madrugada, luego dejan los tallos recostados sobre otros lo más verticalmente posible y aislados del suelo liberando sus contenidos de humedad, usan piedras u otras guaduas como superficies de apoyo. Después de veinte días regresan para llevar la materia prima a los proveedores locales que por lo general son depósitos de madera y a algunos talleres si es por encargo.

Para trasladar la materia prima a su destino final usan diferentes medios de transporte: en primer lugar se encuentran los recolectores o beneficiadores del recurso, su función aparte del corte es alistar las guaduas quitándoles los residuos, hojas y espinas de su corteza, en segundo lugar se valen de la tracción animal con la ayuda de mulas cargando las guaduas en unas maletas especiales diseñadas para este fin, y en tercer lugar usan el vehículo que puede ser camioneta, camión, dobletroque, o tractomula.

##### **Aspectos por mejorar durante el corte y el transporte de la Materia Prima**

Las variables que ocasionan el rajado o las fisuras de la materia prima son:

La manipulación durante el proceso de corte: cuando cortan el tallo y este cae al suelo el golpe ocasiona una fisura interna que más adelante se manifiesta en el exterior convirtiéndose en una grieta.

Implementar un módulo que permita el corte y la recolección del material en el cultivo.

El corte y la extracción del tallo del cultiyo para su correcto procesamiento con los preservantes.

##### **Asesoría Desarrollada:**

Se trabajó en la consolidación de conceptos, ya que existen diferentes métodos para el procesamiento de la materia prima, desarrollando asesorías, enfocadas a mejorar principalmente el momento del corte y la recolección del material, el fin, garantizar que el material cumpla con los requisitos de calidad que exige el mercado.

La asesoría dirigida a los aprovechadores de la Cadena Productiva de la guadua consistió en capacitarlos para realizar el corte de la guadua en fase lunar de cuarto menguante, en horas de la noche, pero en épocas de poca lluvia y la recolección y el traslado de los tallos a los talleres se haga en un periodo de tiempo inferior a cuatro días después de su corte, cuando los contenidos de humedad se encuentren entre un 50 y un 80% medidos con un medidor de humedad, con el fin de ser procesada cuando los vasos conductores se encuentran aun abiertos aprovechando la función natural de la planta, para que el preservante penetre adecuadamente y se retengan por el método de difusión.

**Las ventajas de este proceso son:**

Reducción del maquinado de las piezas por tener niveles de humedad altos.

La eficiencia en la penetración y retención de preservantes.

La eliminación de la mancha azul causada por hongos que atacan la fibra después de los cuatro días de su corte.

### **3.2. Preservado o Inmunizado**

**Antecedente específico.**

Para preservar la guadua es necesario secarla hasta obtener contenidos de humedad por debajo del 20 %. Como preservantes se utilizan diferentes sustancias, algunas son tóxicas y afectan la salubridad del usuario.

Los métodos de preservación de los culmos son:

**Tratamientos sin presión.**

**Transpiración de las hojas:** cuando se cortan los tallos se dejan intactos es decir sin cortarles las hojas ni ramas se dejan recostados sobre tallos no cortados lo más verticalmente posible igualmente como se hace en el curado de la mata. Cuando la savia ha salido por el extremo inferior se coloca la base dentro de un recipiente que contiene el preservativo el cual es absorbido por la transpiración de las hojas.

**Método de preservación por humo:** es una alternativa de inmunización no tóxica. 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 a la pudrición.

**Método de preservación por inmersión:** es el más usado y también el más efectivo. Se realiza mediante inmersión con agua y sales de boro (pentaborato), productos químicos de baja toxicidad que consiste en una mezcla de ácido bórico y bórax en proporción 1:1 disuelto en 100 litros de agua. Es una buena opción probada, segura, económica y que no causa daño al hombre ni al medio ambiente.

## **Tratamientos a presión.**

**Método de preservación Boucherie modificado:** se aplica en culmos recién cortados en los cuales mediante presión hidrostática, a través de un mecanismo que hace las veces de manguera, por un extremo del tallo se inyecta a presión sulfato de cobre o cualquier otro preservativo el cual empuja la savia ocupando su sitio.

**Método de preservación por inyección:** requiere el uso de un elemento como jeringa, fumigadora o compresor que permita introducir el preservante mediante presión.

## **Asesoría Desarrollada**

En la Cadena de la Guadua se ha venido presentando un dilema en cuanto al manejo y selección del método más adecuado para preservar y en muchos de los casos la comunidad lo está haciendo empíricamente sin los equipos y herramientas necesarios para tal fin y sin verificar la eficiencia de los mismos.

Por ahora se ha comprobado que el método más eficiente y limpio no solo con el planeta sino con el usuario es el de inmersión con sales de bórax y ácido bórico .

Se desarrolló la asesoría explicando el método correctamente de la siguiente forma:

La planta debe estar con un porcentaje de humedad entre el 50 y el 80% tomado con medidor de humedad, para que los preservantes penetren por difusión y sea más eficiente el proceso, se debe usar una solución no tóxica hasta alcanzar un porcentaje máximo del 8 % de ácido bórico y sales de bórax en una proporción de 1 de ácido bórico + 1.54 de sales de bórax es decir Octaborato disuelto tetrahidratado (la unidad de medida se toma de acuerdo a las cantidades que se requieran para la preparación de la mezcla peso a volumen es decir que se debe tomar la mezcla para luego convertirla en un volumen determinado) disueltos en agua hasta alcanzar 100 litros de solución.

Se deben dejar las guaduas por el método de inmersión durante un periodo de tiempo de 4 a 5 días.

Además se explicaron las funciones de los preservantes que son en realidad la de ser insecticida es decir que inhibe el crecimiento y la ploriferación de insectos, fungicida y antimicótico que no permite el ataque de bacterias hongos y levaduras.

## **3.3. Secado y Control de Humedad**

### **Antecedente específico**

La guadua en la zona del el Eje Cafetero se encuentra en un nivel de humedad relativa que oscila entre el 80 y el 85 %

Por ser un material natural éste absorbe y libera humedad del ambiente constantemente, para reducir la humedad de la materia prima es necesario seguir los siguientes pasos:

Uso de talanquera para liberar toda esa humedad hasta obtener un nivel del 35%.

Después de lograr ese 35% se deben pasar los tallos a un sitio cubierto y aireado protegido de las inclemencias del clima, con el fin de reducir al máximo los niveles de humedad.

Finalmente se introducen en las cámaras de secado hasta obtener un nivel óptimo que puede variar entre el 8 y el 15% según el referencial.

### **Aspectos a intervenir durante el secado de la materia prima**

En el caso del secado de la guadua rolliza, la talaquera debe tener un soporte que permita girar los culmos que pesan entre 50 a 100 kilos cada uno y ser cubiertos para agilizar el secado que es de dos meses, ésta operación la realiza un solo operario demandando mucho tiempo y esfuerzo.

### **Asesoría Desarrollada**

El Ingeniero Jorge Augusto Montoya director ejecutivo encargado de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira trabaja con Artesanías de Colombia desarrollando varios talleres en los tres departamentos tratando temas álgidos dentro de la cadena como son: el manejo de la guadua, la preservación y el secado.

## **3.4. Uniones y Ensamblajes.**

### **Antecedente específico**

Se usan uniones por lo general usando prensas mecánicas con el uso de adhesivos, que pueden ser a base de PVA o Urea Formaldehído.



### **Aspectos a intervenir en las Uniones y Ensamblajes**

Existe una prensa mecánica perteneciente al señor Hernán Rodríguez Nieto de la empresa Acero Vegetal, con quien se llegó al siguiente acuerdo, la idea es apoyarlo económicamente para realizar ajustes a la prensa ya que presenta un problema de unión de las latas en sentido vertical, él está dispuesto a proporcionar los planos para ser socializados e implementados en la cadena productiva de la guadua cuando esté desarrollado.



El acuerdo ya se aprobó solamente falta el desembolso del dinero para ser ejecutado.

### **Asesoría Desarrollada**

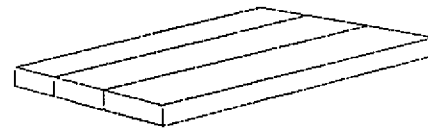
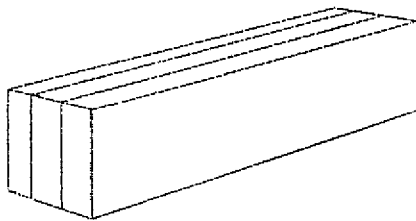
La prensa mecánica, se desarrolló para unir laminados de guadua, no solo de canto como se estaba desarrollando sino también de testa.

Ventajas de este mejoramiento tecnológico:

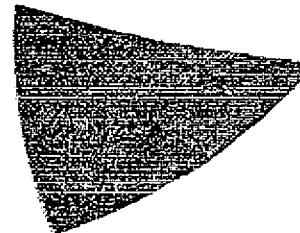
Realizar laminados mas livianos estructuralmente

Reducir costos al reducir el uso de material ya que se optimiza en un 85%

Mejoramiento del proceso de “**acabado y pulido**” ya que la superficie es mucho mas lisa y estable y las herramientas de desbaste y pulimento como lijadoras, avanzan mucho más rápido haciendo que los abrasivos o lijas duren mucho más tiempo.



**unión de latas de testa**



Con este principio de ensamble se elaboraron tres líneas de producto para la Colección Casa Colombiana 2004-2005

### **Ensamble para Torno**

#### **Antecedente específico**

De acuerdo a las tendencias de diseño correspondiente al manejo de piezas de gran tamaño como protagonistas y centro de atención o punto focal dentro de los espacios, se buscaba poder crear piezas más interesantes explorando nuevas posibilidades con el material.

### **Asesoría Desarrollada**

Como aporte para la cadena productiva de la guadua se trabajó en la implementación de un sistema para torneear piezas de gran tamaño.

Las ventajas de éste montaje son:

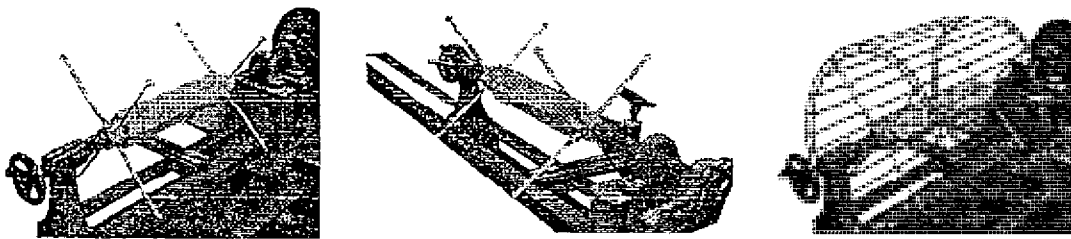
Optimizar el proceso reduciendo el nivel de desperdicio de material.

Reducir tiempos durante la operación.

Mejorar el peso de las piezas terminadas.

La idea consiste en elaborar un módulo central en madera como soporte de toda la estructura que funciona como un satélite, a éste módulo van sujetos cuatro tornillos con tuerca y arandela a cada lado con el fin de poder ajustar y centrar la pieza en el torno.

La pieza debe ser unida en secciones hasta obtener el diámetro requerido con adhesivos a base de PVA y luego introducida dentro del montaje para ser maquinada. De acuerdo al trabajo que se vaya a ejecutar la medida del módulo central y de los tornillos puede variar esto también depende de las dimensiones del torno donde se vaya a trabajar.



### **3.5. Doblado**

#### **Antecedente específico**

Los Artesanos de la Cadena Productiva de la Guadua en su mayoría están dedicados a la elaboración de objetos con guadua rolliza, experimentando algunas propuestas de diseño, logrando torsiones y curvas muy firmes con el material.

### **Aspectos por mejorar**

La infraestructura de los talleres no les ha permitido evolucionar en el manejo de la técnica ya que hasta ahora se están realizando las primeras intervenciones de mejoramiento del proceso productivo, lo que los obliga a seguir experimentando.

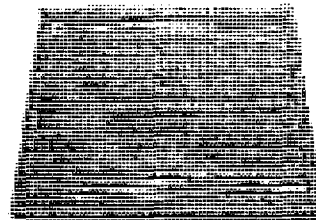
El proceso de laminados en guadua permite un manejo más técnico de la materia prima debido a su procesamiento y normalización, sin embargo es importante desarrollar una herramienta que les permita doblar las latas sin que estas regresen a su estado original generando presión por una de sus caras.

### **Asesoría Desarrollada**

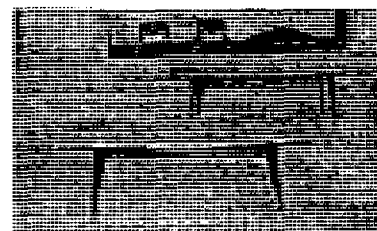
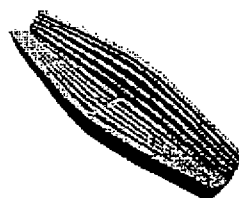
Hasta el momento se han desarrollado líneas de producto con curvas y torsiones a través de principios sencillos de humedad y presión, forzando el material al máximo y obligando a los artesanos a realizar propuestas más arriesgadas pero funcionalmente viables.

La idea consiste en aprovechar las cualidades naturales y físicas de la materia prima, que aparte de ser muy dura y resistente es también muy flexible y maleable.

Se desarrolló una línea bandejas aplicando el concepto de torsión, humedeciendo las latas de guadua por inmersión en agua y luego ayudados con una herramienta de presión como alicates o pinzas se comienza a retorcer.



Y finalmente se desarrolló una línea de fruteros, puff y bancas aplicando el concepto de curva, trabajando las latas por presión ya secas, ajustándolas con adhesivos y tarugos a la estructura con módulos del mismo material.



### 3.6. Pulido

#### **Antecedente específico.**

De acuerdo con lo establecido en el documento referencial que los artesanos conocen deben seguir las siguientes recomendaciones:

Para un acabado pulido pelar la corteza de la guadua y usar lijas de grano 120 a la 320.

Para un acabado rustico no pelar la corteza pero si usar lijas desde la A24 a la 120

En partes estructurales o ensambles de los muebles y objetos no se deben usar clavos ni puntillas para permitir el correcto lijado de todas las piezas

Se debe lavar la guadua después de haber sido recolectada del guadual para evitar la presencia de líquenes y musgos.

#### **Aspectos por mejorar.**

Pulir las superficies con abrasivos de base de tela y hacerlo gradualmente, es decir de la que posea el grano más grueso a la de grano más fino, esto con el fin de evitar rayones y marcas a la hora de dar el acabado final, por lo general con sellador y lacas catalizadas.

#### **Asesoría desarrollada.**

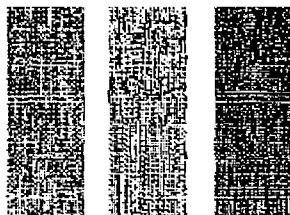
Se entregó material a los artesanos y a la dinamizadora Myriam Restrepo, acerca de acabados para maderas de la Escuela de Artes y Oficios Santo Domingo.

Además se mejoraron los acabados de los laminados en guadua con la prensa del Señor Hernán Rodríguez Nieto, logrando que las superficies del material prensado fueran mucho más planas y estables al ser ensambladas de testa, permitiendo que las herramientas de desbaste y pulimento como lijadoras, avanzaran mucho más rápido haciendo que los abrasivos o lijas duraran mucho más tiempo.

### 3.7. Acabados

#### **Antecedente específico.**

Debido al manejo de materias primas de excelente calidad sin presencia de hongos ni manchas (esto a lo que se refiere a la elaboración de latas de guadua), con procesos que no afectan el medio ambiente y técnicas implementadas de otros países basados en estudios e investigaciones, la comunidad ha avanzado mucho en el tema obteniendo como resultado guadua al natural, guadua blanqueada y guadua carbonizada presentadas a continuación en ese mismo orden:

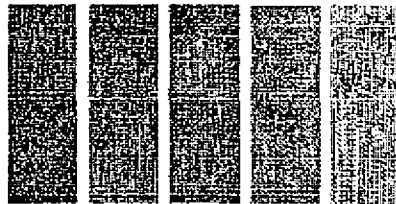


En lo referente al manejo de guadua rolliza se han hecho algunas aplicaciones usando oleos, vinilos y tintillas, pero debido al contenido de Sílice que posee la corteza de la planta el colorante no penetra lo suficiente o se ve manchada la superficie por las características del material. Se hace necesario entonces pelar la corteza con alguna herramienta de corte antes de aplicar el colorante y usar elementos que permitan resaltar en vez de tapar la textura del material.

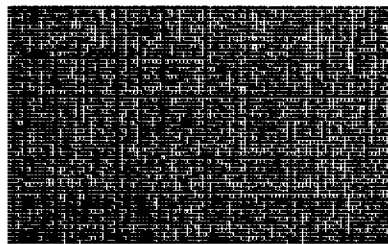


**Asesoría desarrollada.** se realizaron pruebas con aceite mineral para lograr otras tonalidades o gradaciones de color, éste método no es considerado como un proceso limpio y tiene limitaciones a la hora de hacer el acabado de las piezas sin embargo puede llegar a ser interesante para lograr otras propuestas de diseño.

La prueba consistió en colocar aceite a fuego alto y una temperatura de ebullición e introducir las probetas del material adentro con diferentes intervalos de tiempo desde 5 minutos hasta 1 minuto de cocción, obteniendo el siguiente resultado:



Se repartió la cartilla de la escuela de Artes y Oficios Santo Domingo con el fin que por iniciativa propia y de acuerdo a la necesidad la comunidad o los artesanos experimentaran otros acabados sobre el material.



## Conclusiones

En la Cadena Productiva de la Guadua se encuentra un grupo muy heterogéneo de artesanos, unos con un nivel de experiencia básico con talleres muy pequeños y sin un manejo técnico de la materia prima, otros con talleres medianos pero con un manejo de la técnica basados en investigaciones, bibliografía técnica e Internet que los ha hecho avanzar en el proceso, logrando grandes resultados, este ha sido el grupo objetivo clave para seguir adelante consolidando el proceso y haciendo que el resto sigan adelante mejorando paso a paso.

Sin embargo a pesar de todo el esfuerzo realizado por parte de la comunidad y de Artesanías de Colombia, todavía hay mucho trabajo por desarrollar en el tema de mejoramiento tecnológico y de procesos productivos, esto se debe a que el oficio se divide en tres especialidades y hay que hacer aportes realmente significativos que tengan impacto en la sociedad.

El Documento Referencial de Guadua *Angustifolia* Kunth, elaborado por Artesanías de Colombia el Icontec y la comunidad en general, establece el punto de partida para consolidar conceptos que sirven como guía o camino hacia la excelencia de los productos.

Seguimos trabajando para que la comunidad artesanal tenga una mejor calidad de vida y su oficio le sea rentable como fuente de trabajo.

## Observaciones y Recomendaciones

Para lograr el objetivo de hacer mejoras tecnológicas de gran impacto para la comunidad, es necesario contar con periodos de tiempo mas largos con más profesionales a cargo y más recursos económicos para poder resolver en lo posible todos los problemas.

Invertir más recursos y conocimiento para el campesino o aprovechador de la materia prima, desarrollando más parcelas demostrativas con el fin de tener material de excelente calidad.

El Laboratorio de Diseño de Armenia sería de gran utilidad en el proceso de seguimiento de todo el proceso por su cercanía y permanencia en la región.

Involucrar más entidades regionales en el proceso con el fin de jalonar recursos que puedan ser útiles para el desarrollo de la Cadena.

## SECADO DE LA GUADUA

### TECNOLOGÍAS DE SECADO:

Las tecnologías que serán abordadas de mayor implantación industrial incluyen el secado al aire libre que con un manejo adecuado se pueden obtener buenos resultados. Estos son algunos de los métodos más usados que incluyen los de baja y alta tecnología, estos son:

1. Secado al aire libre o natural.
2. Secado al aire libre seguido de secado en cámara convencional.
3. Presecado - Secado industrial.
4. Secado con Deshumidificador.
5. Secado solar tipo invernadero.

Aunque a lo largo de los años han sido numerosos los intentos llevados a cabo para el desarrollo de métodos alternativos, al secado de la madera aserrada por aire caliente climatizado o deshumidificador, realmente han sido pocos los que han tenido aplicación industrial; ya que, normalmente sus altos costos y niveles de riesgo no han podido ser asumidos por la industria.

Esto justifica que en la actualidad, el secado al aire libre siga siendo empleado por los microempresarios debido a los costos, pero empleado adecuadamente y para el caso de la guadua es más difícil que en la madera. El secado con energía solar por radiación tipo invernadero, es una muy buena alternativa en aquellos sitios tropicales y con buena radiación solar, esto hace que sea implementado industrialmente.

#### **1. Secado al aire libre**

##### *Descripción del método:*

En el secado a la intemperie el aire es el agente secante. Su temperatura, humedad relativa y velocidad de los vientos, son los elementos determinantes en el proceso de secado.

Dado que en la práctica no existe control alguno sobre las variables del proceso, el ritmo del secado depende del clima local y de su variabilidad a lo largo del año. Este ritmo puede ser prácticamente cero en zonas o días con fuertes nieblas y ausencia de viento o excesivamente rápido en ciertos días del verano en los que pueden atravesar las pilas de guadua vientos fuertes y altamente secantes.

##### *Ubicación en perchas*

El método consiste en ubicar las guaduas recién cortadas en perchas instaladas a la intemperie o preferentemente bajo cobertizos transparentes, de

forma que estén sometidas a las condiciones medioambientales y muy especialmente al aire, que es quien favorece el intercambio calorífico y el arrastre del vapor de agua procedente de la guadua.

La circulación horizontal del aire por la perchas se consigue colocando la guadua entre cruzadas en la percha. Las guaduas en posición vertical, se giraran sobre su eje y posteriormente se rotarán o girarán de abajo hacia arriba, se consigue un buen secado separando las guaduas en la parte inferior, y colocándolas sobre alguna superficie dura que puede ser madera o esterilla de guadua. Se deja también en el interior de las perchas un espacio vacío en forma de chimenea para permitir una mejor circulación descendente del aire húmedo y frío; preferiblemente se deben ubicar las perchas en orientación sur-norte, de tal forma que la radiación sobre las guaduas sea de oriente a occidente.

#### *Apilado en sombra*

Después del perchado cuando el contenido de humedad de la guadua esta en el 30%, o antes de iniciar el proceso de rajado, se debe apilar las guaduas en un sitio a la sombra y que este bastante aireado. La forma de realizar el apilado es fundamental para asegurar un secado correcto, ya que hay que conseguir una buena circulación del aire por el interior de la pila.

#### *Protección de las pilas*

Las pilas, una vez construidas, deben ser protegidas de la lluvia y de los rayos del sol. Para eso se recomienda o colocar techos provisionales sobre el extremo superior o efectuar el secado bajo cubierta, lo que en ocasiones es altamente recomendable.

Los techos provisionales deben cubrir suficientemente a la pila, de forma que efectúen correctamente su misión de protección contra la intemperie.

#### *Disposición de las pilas*

Las pilas, correctamente construidas, deben ser dispuestas en el patio alineadas en filas paralelas. Las filas de pilas tendrán así una longitud variable según la superficie de la que se dispone, una altura de 2 a 3 metros y una ancho de 2 a 3 metros y preferiblemente que vayan dentro de un marco exterior para que las guaduas no corran el riesgo de rodarse y dañar la pila y en ocasiones de riesgo para las personas. Entre cada dos pilas consecutivas de una fila se debe dejar un espacio de 0.5 a 0.6 metros. Entre estas filas, o dobles filas, se dejarán calles cuyo ancho dependerá de los medios de transporte o movilización de las guaduas. La orientación de las pilas se elegirá en función de los vientos dominantes, que deben soplar perpendicularmente a ellas.



El sistema de apilado más habitual es el horizontal, no obstante, en ocasiones se pueden emplear métodos de apilado vertical. Para el caso de la madera y la Guadua las piezas se apilan verticalmente cruzándose en tijera. Este método permite un presecado rápido de las guaduas muy húmedas ya que se ha podido comprobar que una madera situada verticalmente se seca de 1.5 a 2 veces más rápidamente, al principio del secado, que si estuviese colocado horizontalmente. El procedimiento permite alcanzar rápidamente el 30% de humedad, no siendo recomendable continuar el secado con este método, ya que el nivel de deformaciones que con él se produce es más elevado.

#### *Duración del secado*

La duración del secado al aire depende de los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire) y de los inherentes a la propia guadua (diámetro, grosor, humedad, distancia entre canutos), por lo que no se pueden dar normas exactas; se podría decir que en época de verano seco, el tiempo puede estar de dos meses y en invierno llegar hasta seis meses para conseguir un resultado de HEH (Humedad de equilibrio higroscópico).

## **2. Secado al Aire Libre Seguido de Secado en Cámara**

La rentabilidad de los costosos equipos necesarios para el secado en cámara de la guadua, exige que los tiempos de secado sean reducidos.

Cuando se secan guaduas que necesitan para su secado en cámara más de 4 ó 5 semanas, normalmente resulta más económico reducir los primeros grados de humedad (desde 120% a 35 – 40%) mediante secado al aire, para luego introducir la guadua en una cámara de secado hasta la humedad final requerida.

Esta recomendación, no obstante, no siempre es válida, pues depende de la existencia o no de una superficie cercana para efectuar el oreo previo de la guadua, de la disponibilidad de medios adecuados para el movimiento de la guadua (recuérdese que el perchado, apilado y carga consume gran parte del tiempo de operación de los operarios) y de la calidad final exigida.

## **3. Presecado – Secado Industrial**

#### *Descripción del método*

Este método muy común en USA y en el norte de Europa para el presecado (hasta un 25 o 30% de humedad) de maderas poco permeables y de alto valor, consiste en el apilado de la madera verde en el interior de naves de gran capacidad (500-1500 m<sup>3</sup>), son cámaras equipadas con ventiladores, sistemas de calefacción y sistemas de regulación de la humedad relativa interior (normalmente por apertura y cierre de las ventanillas de ventilación). Las

temperaturas en su interior rara vez superan los 40-45°C, siendo los valores más habituales de 25 a 30°C.

Debe existir una adecuada relación entre la capacidad del presecado y de los sistemas industriales de secado posterior, hasta conseguir valores entre el 8% y el 10%. Normalmente se considera que un presecado debe tener una capacidad útil total de los secaderos de acabado final, siempre y cuando toda la materia prima sea comercializada seca industrialmente; para el caso de la guadua no se tiene experiencia con este sistema pero se podría hacer una adaptación del caso de la madera.

El presecado industrial permite no solo mejorar la calidad final respecto del obtenido con el presecado al aire, pues las condiciones del oreo están controladas y no dependen de las condiciones exteriores, sino también reducir notablemente la duración del proceso.

#### **4. Secado en Cámara mediante Deshumidificador**

En éste método del aire, que ha sido convenientemente climatizado y que se encuentra a la presión atmosférica, actúa como agente secante al forzar su paso por las pilas de guadua. El secado se realiza en el interior de cámaras especiales denominadas cámaras de secado.

El aire climatizado se obtiene impulsando el aire en el interior de las cámaras mediante ventiladores que forzan su paso a través de las baterías de calefacción y utilizando los sistemas de humidificación y/o deshumidificación.

Los posibles métodos para secar la guadua en cámara mediante aire caliente climatizado son:

Secado tradicional a temperatura media ( $\leq 80^{\circ}\text{C}$ )

Secado a alta temperatura ( $>100^{\circ}\text{C}$ )

Secado con bomba de calor.

Los secaderos que se utilizan constan de forma general, de los siguientes elementos y dispositivos:

-Cámara de secado

-Sistema de circulación del aire

-Dispositivos de climatización del aire interior (Bomba de calor).

Las características constructivas de las cámaras y el diseño de circulación del aire interior son comunes para todos los métodos.

Algunos métodos de secado presentan características especiales en los sistemas de circulación del aire y en los dispositivos de climatización del aire

interior, que se recogen de forma particular en los correspondientes métodos de secado.

## **5. Secado solar.**

### *Descripción del método.*

El método de secado por radiación solar consiste en recircular el aire caliente en un sistema cerrado tipo invernadero, en donde el aire al pasar por una placa colectora de calor, que ha sido pintada de negro mate, esta se calienta y es inducido a través de las pilas de guadua removiendo a su paso el agua o contenido de humedad en ellas. Este método se ha trabajado para el caso de tablillas en guadua y esta en proceso de experimentación para la guadua rolliza. En época de verano se pueden alcanzar temperaturas de 50 a 55°C en la placa colectora y a la entrada de las pilas hasta 45°C. Este sistema consta de ventiladores axiales, placa de colectora de zinc y túnel de secado.

Se puede obtener en verano y época relativamente secas, valores hasta del 8% en CH y en invierno del 15% en CH.