

LAMINADOS DE GUADUA

Conferencia de Jörg Stamm en la Universidad Tecnológica de Pereira del 16 abril 2002

RESUMEN

El siguiente informe elabora una propuesta novedosa de utilizar la guadua de forma maciza, para componer productos estructurales como vigas, tablonos y paneles con la ayuda de pegantes. Estos productos están conocidos en el mundo de la madera como "laminados" y cuentan con una rápida creciente de la demanda mundial. Utilizando tablillas o también llamados "latas" de guadua, cortadas desde el tubo con una sierra ingeniosa e sencilla, se desarrolla varias propuestas de productos, describiendo todo el proceso técnico y las implicaciones económicas.

El trabajo se basa en la conversión de 15 guaduas de 7,5 metros a diferentes productos macizos parecidas a la madera. Se acompaña todo el proceso con un detallado análisis de desperdicios, tiempo de manejo, se analizó las dificultades y ventajas de cada paso. Los resultados de estos procesos se proyectan a mayor escala, para estimar rendimientos por hectáreas, medido en metros cúbicos por año. Se enfoca a ganar valor agregado en cada paso del proceso, proponiendo una alternativa de ingreso sostenible, competitiva en el mercado de las maderas nativas al nivel nacional e internacional.

ABSTRACT

"Laminated Bamboo Timber" can afford the quality requirements of industrial uses in construction and furniture production. The extraordinary speed of growth and the ecological side effects of bamboo plantations, as natural habitat for associated flora and fauna, and especially by lowering the pressure on stand of natural forests, are the essential arguments for the promotion of this products.

The technical proceedings to built bamboo-boards and bamboo-beams an will be explained and economical proposals regarding each process are developed, leading to a possible production cost estimation.

The report starts with the selection and splitting of the bamboo poles and its preservations and drying process, using solar kilns. The further processing by a four side planer, leads to a estimation of input-output efficiency of 35% of perfect bamboo splits in different sizes, based on the elaboration and measuring of all the splits obtained by 65 samples of 1,5m tubes, cut of 15 bamboo 25 ft long stems of "guadua angustifolia" of southern Colombian highlands.

Two different splitting techniques are compared and some recommendable sizes of splits are selected. These sizes are categorized and lead to a hand of different types of laminated products, each one with special advantages and functions. A simple and efficient gluing technique is presented, which can be elaborated in a normal carpentry, so that some multifunctional bamboo timber products are easily available.

The final goal is to gain added value by producing high quality bamboo timber with environmentally friendly methods and even social guaranties to everybody involved in the bamboo business, although competing the hardwood markets.

EL AUTOR

Jörg Stamm,
constructor y consultor de guadua,

Calle 5 # 0 –80, Popayan, Colombia

Telefax: 0928 – 24 44 38

Email: jstamm@emtel.net.co

1. INTRODUCCIÓN Y PROPÓSITO

Después de dos décadas de esfuerzos en la recuperación de los guaduales, se encuentra ahora en una situación donde muchos guaduales están subutilizados e improductivos. A partir del terremoto en el Eje Cafetero del 1999, el uso de la guadua logró un auge y reconocimiento general y junto a la caída del mercado del café se presenta un momento oportuno para buscar nuevos caminos en el uso de la guadua. Los guaduales como bosque productor son una nueva propuesta agroforestal e industrial, un recurso renovable para la producción de laminados de bambú. El mercado de la construcción necesita una buena gama de productos madereros. Se propone también algunos diseños como vigas o tableros laminados (Fig. 1). para la exportación al mercado internacional, teniendo en cuenta las ventajas estructurales de fibra de la “guadua angustifolia” frente a los bambúes de otros países.



Fig. 1: Paneles de cinco laminas en guadua, 30 mm espesor

Aunque la guadua presenta en su forma tubular la geometría estructural más eficiente, los artesanos del mundo están todavía enseñados a la madera maciza, así mismo las maquinarias industriales, los productos finales y los gustos de los consumidores, - de aquí en adelante tenemos que acostumbrarnos a “bambú macizo” y el termino ingles “bamboo timber”, debido a que va tener mucho futuro.

El presente informe fue encargado en septiembre 2001 por parte del proyecto U.T.P.-GTZ, Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira.

2. CONTENIDO

Fabricación de las latas de guadua

En Colombia existen experiencias con sillas laminadas (Hidalgo en Morán, 2001), pero lo más conocido en laminados de bambú son los pisos producidos durante más que 20 años en la República Popular China. Debido a la trayectoria en mejoramiento de calidad y eficiencia, se puede observar una buena gama de maquinaria y técnicas de procesamiento especializado. También en Europa, especialmente en Alemania, existe un consumo alto de pisos laminados de todo tipo de madera y sus respectivas líneas de procesamiento. También existen códigos comparativos de control de calidad para pisos de madera, teniendo en cuenta la dureza a brasiva, la calidad de la laca y su persistencia contra el agua, la resistencia a la luz ultravioleta, la precisión de los ensambles, la emisión de gases de formaldehído de los pegantes, etc.

El componente básico para los laminados, las latas (Fig. 2), se obtienen de la parte gruesa del tallo, principalmente llamado “cepa”, “basa” y “sobrebasa” es decir, los primeros 8 a 12 m de un tallo de guadua. El proceso del “rajado”, explicado mas adelante, deja 6 a 10 “latas” por tallo de guadua, un segundo paso de cepillado las convierte en “tablillas”.

Fundamental para un buen producto final, es el control de calidad en cada uno de sus pasos y componentes (Gresham, 2001).

Se deben conformar grupos de esta materia prima en categorías con diferentes ítem: largo, ancho, espesor, calidad de acabado (cepillado, serrado, rajado), calidad de color (blanco, oscuro, manchado), control de medida, control de secado.



Fig. 2: latas frescas, cortadas con disco paralelo

Crucial para obtener una lata larga y gruesa, es una guadua totalmente recta de aprox. 3 m. Algunas “cepas” y

“basas” tienen esta propiedad. La rectitud del taco es frecuente en la “sobrebasa”, pero allá encontramos espesores de pared generalmente menor de 1 cm. Los pocos tallos, que ofrecen un diámetro rentable en la “sobrebasa”, se encuentran principalmente en guaduales naturales con poca cantidad de tallos, pero generalmente con grandes diámetros.

Si se corta los tallos curvos en trozos de 1,5 m, se puede producir lógicamente la doble cantidad de latas cortas. Estas pueden ser intercaladas, para generar vigas largas, que no se diferencian significativamente en sus propiedades físico mecánicas de aquellos con latas largas, como demostraron unos ensayos previos en la Universidad Nacional de Manizales. En la fabricación industrial de paneles se pueden ubicar las latas cortas y aquellas con cualidades deficientes en el nivel interior.

En los Estados Unidos se maneja paneles estándar de 4 por 8 pies. En el mercado europeo, se utiliza más la medida 1,25 m x 2,5 m, pero hay una tendencia hacia 1,5 x 3 m. Los espesores frecuentes son 15 a 40 mm. Teniendo estas tendencias del mercado en mente, se enfoca el presente informe en la producción de latas de 1,55 cm y/o de 3,1 m para poder componer luego paneles de 1,5 m x 3 m y de 1,25 m x 2,5 m. Procesos técnicos exigen una sobre medida de 10cm a las latas de insumo.

Probablemente existe un mercado nacional muy interesante para tablonces de tres metros y vigas hasta 6 metros, debido a que son costosos en madera tropical, pero fácil de producir con tablillas intercaladas, así mismo las vigas curvadas, muebles etc..

Según un estudio reciente que se elaboró a base de 2000 guaduas de diferentes guaduales del Eje Cafetero se caracterizan por lo siguiente (Montoya, 2002):

- ?? El 80 % de los tallos tienen diámetros entre 9 y 12 cm (fig. 4).
- ?? De una guadua se pueden tener de 3 hasta 5 “piezas” de 4 m: una cepa, hasta dos basas, una sobrebasa y un varillón.
- ?? Estas guaduas tienen hasta 12 m una pared mayor de 0,8 cm.
- ?? El promedio del espesor de pared varía entre 2,5 y 0,8 cm.

La circunferencia relevante para la cantidad de latas se calcula con el diámetro interior, del lado más delgado (normalmente el superior) de la guadua. Esta se divide por el ancho deseado de las latas y obtiene la cantidad. Debido al cambio de dimensión de la lata en el proceso del secado del 5% en sentido tangencial pero hasta 10% en sentido radial, se debe secar las latas antes de pasarlas por la cepilladora.

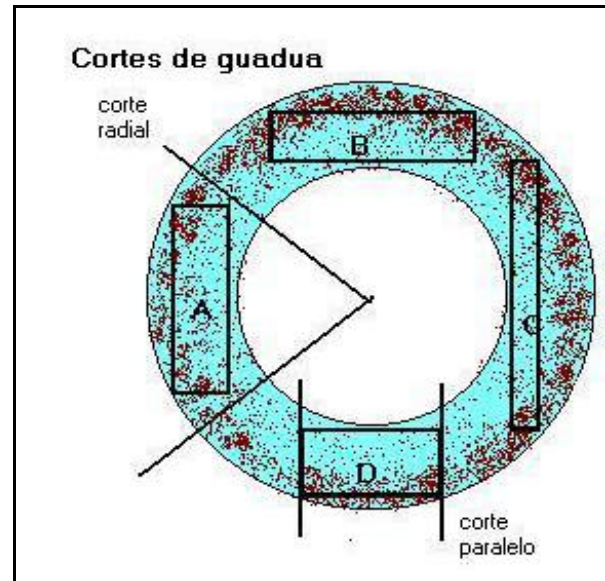


Fig. 3: Corte al tallo rollizo, dimensiones posibles.

Una lata de guadua de 4 cm x 1 cm, obtenido de una guadua rolliza verde, pierde hasta llegar a “seco al aire” aproximadamente 2 mm en el ancho y 2 mm en el espesor.

La sierra con disco paralelo

La mayor parte de las fábricas de piso en la China cambiaron su sistema de rajar los bambúes a una sierra eléctrica de doble disco de tungsteno y una guía paralela en balineras.

Estas sierras (Fig.4) se dejan construir fácilmente, aunque se requieren varios ejemplares con su respectivo operario, para alcanzar la productividad de la prensa estrella o astilladora. Una ventaja es la facilidad de adaptar una sierra de mesa, común en cada carpintería, con la guía paralela y montar el disco doble. Este sistema se presta para la prefabricación descentralizada de latas en pequeños talleres. A la guadua se efectúan los cortes del ancho y, mejor después del secado, del espesor deseado y según diámetro del taco salen 5 a 10 latas. Se pueden producir fácilmente 60 latas por hora y operario. Esto suma en 8 horas teóricamente 480 latas, o lo correspondiente a 60-80 tacos de 3m de guadua por día, es decir ni la décima parte de la estrella, pero con un aprovechamiento de materia prima mayor de 15-20% (tabla 1). La Prensa “estrella” tiende a rajar las latas en forma curvas y cónica, que requiere un cepillado amplio, lo que genera mas desperdicio.

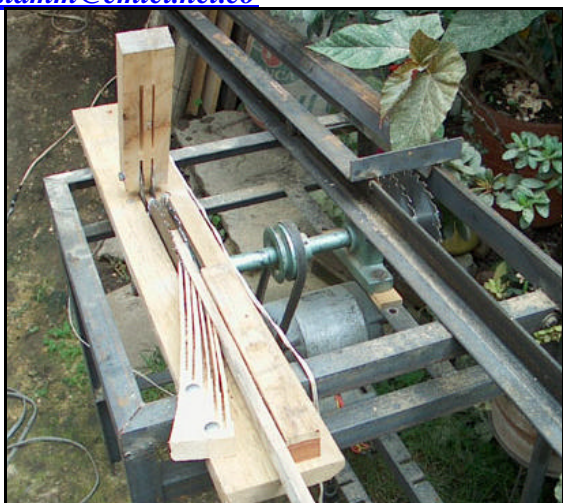


Fig. 4: Sierra de disco paralelo para corte de latas

- ?? La mejor flexibilidad de uso al lado del guadual de estas maquinas, se logra con un motor de combustión de 8 a 9 caballos, que vale lo mismo que un motor nuevo eléctrico trifásico, entre \$ 1,5 hasta 2 millones de pesos.
- ?? La mejor eficiencia de selección y trozado de los tallos se hace con una motosierra pequeña, que con cadena de repuesto puede costar \$ 800.000, dos obreros experimentados marcan con machete y posteriormente trozan en los tamaños de 1,60 y 3,20 m
- ?? La cantidad de gente para cosechar la guadua y sacarla del guadual hacia la sierra depende de los

caminos de acceso, la distancia, el tiempo sin manejo, etc.. Se estima para las 30 a 40 guaduas de 6 metros (60 tacos de 3m), que corta un maquinista con la sierra de doble disco al día, adicionalmente un ayudante y 3 personas para la sacada del guadual y el apilamiento de la guadua a lado de la sierra o simplemente turnarse de vez en cuando.

- ?? Produciendo semanal digamos 1500 a 2000 latas brutas de 3m, con los dos cortes de ancho y espesor, se logra mínimo 1 a 2 metro cúbico semanal de latas en bruto por sierra.
- ?? Como materia prima para los laminados se calcula un desperdicio del 50%, entre la primera lata fresca y la tablilla seca y bien aserrada o cepillada. El volumen inicial necesario para obtener 1 m³ neto, seria el doble, entonces de 3000 a 4000 latas brutas.
- ?? Una cepilladora común trabaja aprox. una hora por cada lado de mil latas, entonces 1 día semanal. Este paso puede ser parte del trabajo en la carpintería o en la fabrica de paneles. También se puede reducir las latas a la presentación perfecta con la sierra.
- ?? Tres maquinista en la sierra y sus tres ayudantes y 12 a 14 guadueros producen suficientes latas para luego obtener 4 a 6 m³ tablillas secas y cepilladas semanalmente, 16 a 24 m³ mensual con un valor de (\$ 7'100.000 a \$ 10'650.000).
- ?? El personal necesario para trabajar con eficiencia el aprovechamiento de un guadual de una hectárea por mes es de 18 a 20 personas, que necesitan 20 salarios mínimos o \$ 6'180.000 mensual.

Tabla 1: Rendimiento de latas aserradas con disco paralelo por taco de guadua, según diámetro interior.

Diámetro int.	Circunferencia int.	Ancho, cm				
		2,5	3	3,5	4	4,5
7	22,0	7,3	6,3	5,5	4,9	4,4
8	25,1	8,4	7,2	6,3	5,6	5,0
9	28,3	9,4	8,1	7,1	6,3	5,7
10	31,4	10,5	9,0	7,9	7,0	6,3

?? En el marco amarillo se ven las guaduas más frecuentes de 10 a 12 cm (diám. ext.).

El invernadero portátil y el presecado de las latas

Fuera de la necesidad de bajar la humedad relativa de la materia prima rápidamente a niveles por de bajo de 15%, para evitar la infestación con hongos y xilófagos, se requiere un secado para estabilizar la dimensión del subproducto. Se recomienda de secar las latas de guadua (Fig. 5) cerca del guadual, para reducir costos de transporte. En el informe se propone un secador solar de inversión mínima. En los ensayos se secaron las latas en 3 a 4 semanas al 15 % humedad relativa.

En el informe original se presenta también la posibilidad de cocinar las latas con agua y 2% de H₂O₂ para blanqueamiento. En este caso se elevan los costos y se baja la capacidad física de la fibra, pero se logra una mejor preservación y un aspecto beige claro.



Fig. 5: Secador solar para presecado de latas de guadua al lado del guadual

La compra-venta de las latas, el punto de vista del productor

Las principales preguntas de un inversionista son probablemente:

- ?? ¿Cuánto puede costar la lata elaborada y quien la compra?
- ?? ¿Cuánto ganará el micro-empresario después de su inversión en maquinaria y operarios?

Aquí se presenta un modelo económico, visto con la mirada de un típico propietario con un guadual natural y pequeño de dos o tres hectáreas, teniendo en cuenta la parte de la cosecha en el aprovechamiento tradicional, pero con enfoque a la producción de latas.

- A) Se puede obtener de una hectárea anualmente 3000 tacos de 3 metros para la producción de latas en las 4 dimensiones mencionadas como categorías.

1000 guaduas de 9 metros, aptas para producción de latas, se pueden cortar en 3000 tacos de 3,1 m y los separamos grupos, como mencionado arriba:

- ?? tacos delgados (500 un), promedio 6 latas de 3 x 0,8 cm
- ?? sobrebasa (750 un), promedio 7 latas de 3 x 0,8 cm
- ?? basa, baja y superior (1000 un), promedio 7 latas de 3,5 x 1 cm
- ?? cepas grandes, (750 un), promedio 5 latas de 4 x 1,2 o 4 a 4,5 x 1,2.

Una tabla en el informe completo elabora el rendimiento por cada una de estas medidas y en conjunto se estima la rentabilidad por 1000 guaduas o la cosecha de una hectárea por año.

- ?? Se puede esperar una cosecha neto de 18 metros cúbicos de tablillas perfectas.
- ?? Para la fabricación de tabloncillos se debe contar con una producción de 17 m³/ha/a.
- ?? Para la fabricación industrial de paneles se cuenta con una producción de 12,8 m³/ha/a.

Como propuesto más abajo con \$ 444.000 pesos/m³ de latas perfectas y secas (US \$ 200), se estima un ingreso total en el caso de 18 m³ de \$ 8'613.600 pesos/ha/a (US \$ 3.915). Obviamente se debe verificar en la practica a mediana escala, que tantas imperfecciones conllevan a deducciones y cuantos obstáculos hay en el procesamiento rutinario y rápido, donde no se dedica tanto tiempo a cada tablilla individual.

B) Un acercamiento matemático a la producción por hectárea muchas veces no tiene en cuenta el potencial en el aprovechamiento del espesor de los tallos basales. Por esto se llega a una cosecha más baja.

- ?? De 9 metros sale un promedio de 10 latas de 3 x 0,8 cm (neto 2,5 x 0,6 cm), esto suma en metros cúbicos:
- ?? 1000 un x 9 m x 10 un x 0,03 x 0,008 m = 21,6 m³ (neto, sin deducción: 13,5 m³).
- ?? El ingreso bruto para el productor seria para esta medida: \$ 5'994.000 (US \$ 2.724).

Muy parecido, calculando por metro lineal:

- ?? 1000 guaduas de 9 metros lineales a 7 tablillas neto (de 3 x 0,8 cm) = 63.000 ml
- ?? multiplicado por \$ 107 por metro lineal = \$ 6'741.000 pesos (US \$ 3.064).

C) Un campesino tiene como meta de ingreso, el salario mínimo diario de \$ 20.000 pesos.

- ?? La sierra de dos discos se alquila (en la cooperativa o en la fábrica) por \$ 10.000 diarios. Trabajando solo, durante medio día en el guadual, puede sacar 5 guaduas. Estas las parte en 4 tacos de 3,1 metros (si el taco es curvo lo corta entonces en 2 trozos de 1,55m):
- ?? Tres tacos por guadua, para obtener latas, y el resto lo vende para esterilla o puntales, etc., que dan \$ 8.000-10.000, suficiente para pagar al propietario del guadual.
- ?? Los 15 tacos restantes los puede cortar en la sierra durante medio día a 105 latas de 3 metros. Los 315 ml pone 15 días al secador improvisado y las vende posteriormente a 107 pesos/m, que le da un ingreso de \$ 33.750 pesos.

Categorización de latas

Una fabrica de laminados compra estas latas prefabricadas según categorías establecidas y comúnmente aceptadas para la producción de:

Categoría A Paneles de 4 x 8" y 3 x 1,5 m (espesores finales de 15 y 18 mm)

Categoría B -Paneles de 4 x 8" y 3 x 1,5 m (espesor final de 1 pulgada, 24 mm)

Categoría C -Blockboard o tablón de 3m hasta 35 cm de ancho (espesor final de 3 cm)

Categoría D, E -Viga de 6 m x 12 cm (espesor final de 3,5 a 4 cm).

Categoría	Dimensión Bruto		Dimensión Neto		Precio	
	Medida (cm)	cm ³	Cantidad (cm)	cm ³	Unidad	Metro lineal
A	260*3*0,8	624	245*2,5*0,6	367	\$ 163	\$ 65
A	310*3*0,8	744	300*2,5*0,6	450	\$ 200	\$ 67
B	310*3*1	930	300*2,5*0,8	600	\$ 266	\$ 89
C	310*3,5*1	1085	*300*3*0,8	720	\$ 320	\$ 107
D	310*4*1,2	1488	300*3,5*1	1050	\$ 466	\$ 155
E	310*4,5*1,4	1674	300*4*1,2	1440	\$ 639	\$ 213

Tabla 2: Propuesta de precio según volumen de la lata, orientado en \$ 440.000 por m³ de tablilla seca.

La gran ventaja de comprar latas prefabricadas de forma descentralizada consiste en la reducción de transporte, tanto de la guadua rolliza, verde y pesada, como del aserrín. Es mucho mejor dejar estos 75% del peso en el campo. También se debe tener en cuenta que el productor puede vivir en su casa, lo que reduce costos, y evita el desplazamiento hacia la ciudad. El sistema de la compra del café despulpado y seco era parecido.

La conversión del precio por latas al precio por tallos

El productor de guadua ofrece en este momento la guadua rolliza por \$ 400 pesos por metro lineal, puesto en la obra. No hay especificaciones ni diámetros mínimos, ni un buen manejo de la poscosecha, factores que generan mala presencia, descomposición y manchas en el tejido. Se acepta el costo de estos \$ 400 por metro lineal como la ganancia mínima del productor y comparamos la ganancia con la producción de tablillas, el resultado es un ingreso por unidad de guadua de 6 m, pero según diámetro casi el doble de ganancia.



Fig. 6: cantidades y tamaños de latas posibles de un tubo de guadua

El ingreso de una guadua ejemplar promedio de 12 cm de diámetro exterior es entre \$ 4.300 y \$ 4.500 (aprox. \$ 800 por metro lineal), es decir 2 veces el valor en forma rolliza de \$ 400.

Tabla 2: Valor de un tubo de guadua (en \$ col.) según diámetro, cantidad y ancho de latas factibles.

d. ext	d. int	cant. @ 3		cant. @ 3,5		esp. 8	esp. 10	tubos/m ³	ml / m ³	\$/ m ³ /ml	\$/m tubo	\$/taco 6m
9	7	6,3	6	3		0,144		694,4	4167	67	402	\$ 2.412
10	8	7,2	7	3		0,168		595,2	4167	67	469	\$ 2.814
11	8				6,3	6	3,5	476,2	2857	107	642	\$ 3.852
12	9	8,1	8	3		0,192		520,8	4167	89	712	\$ 4.272
12	9				7,1	7	3,5	408,2	2857	107	749	\$ 4.494
13	10	9	9	3		0,216		463,0	4167	89	801	\$ 4.806
14	11				8,7	8	3,5	357,1	2857	107	856	\$ 5.136

Guaduas gruesas rinden más al productor, porque dan más latas, más espesor etc.. Esto esta viceversa al rendimiento en cantidad de latas, pero favorece el productor de laminados porque no tiene que aplicar tanto pegante.

La pequeña fábrica de tablonos y vigas en guadua laminada

Jörg Stamm

istamm@emtel.net.co

La fabricación de vigas, tablón macizo o “blockboard”, usando las tablillas obtenidas de las categorías B, C, D y E, es muy sencillo y puede generar buenos ingresos para cualquier taller de carpintería, contando con buena parte de la maquinaria tradicional y una inversión adicional mínima.

Se pueden unir latas cortas y gruesas con la técnica del “finger-joint” (con una máquina fresadora especializada), que da excelentes resultados de calidad y rendimiento. También permite producir dimensiones muy largas, requeridas en la alta ingeniería, como vigas laminadas de puentes peatonales etc., sector que se encuentra en un desarrollo rápido e innovador.

El costo estimativo de la producción de laminados es el doble del valor de la lata seca y pulida de \$ 440.000. Teniendo en cuenta el alquiler del taller, mantenimiento y Mano de obra, se puede producir un metro cúbico en \$ 880.000 Pesos (400 Dólares). Un tablón seco, lijado y empacado de 3m por 25cm x 3,5cm puede costar en la producción \$ 23.000, teniendo un volumen anual de 200m³.

El proceso de fabricar laminados de guadua es sencillo:

- ?? Se reciben las latas aserradas, secas al aire y se las pasa por cepilladora en los dos lados planos. Aquí le reduce un medio milímetro a cada lado de la tablilla para lograr una superficie sin presencia de la capa de sílice, ni el blanco interior, para garantizar una buena adhesión del pegante.
- ?? Se prepara la prensa, que consiste en dos ángulos de hierro de 1 ½”, 3 m a 8 m de largo (según producto deseado). Se recomienda que estos ángulos estén guiados por unos tubos, que se encuentran soldados por debajo y dejan posibilidades para varios anchos. Estos tubos también tienen el fin de sostener las latas, después de la aplicación del pegante.
- ?? El pegante puede ser aplicado en una mesa con rodillo de pintor, o se construye con dos rodillos de caucho, con motor girándose y permanentemente mojándose en un recipiente de pegante. El pegante puede ser cola blanca (PVAC) de carpintero con cierta resistencia a la humedad y curado rápido o resinas sintéticas a base de UF o PF.
- ?? Se colocan las tablillas, untadas con rodillo mecánico o brocha, a la prensa y aprieta con la ayuda de prensas manuales, o mejor con pistones neumáticos o hidráulicos.
- ?? Después del tiempo de curado (30-60 min.) se pasa la tabla por una canteadora y posteriormente por una cepilladora para quitar aprox. 2 mm en cada lado y dejar la tabla con su espesor deseado.
- ?? Se hace un lijado de las 4 superficies y de los filos.
- ?? Se cortan los extremos al largo deseado

- ?? Se empaqueta la tabla con PVC o PE para evitar la adquisición de agua y para dar una presentación comercial mejor, incluyendo un papel que explica las bondades del producto, su tratamiento y la gama de otras dimensiones.

La inversión de maquinaria:

- ?? Una sierra, una canteadora, una cepilladora, una lijadora.
- ?? Varias Prensas neumáticas, hidráulicas o manuales.

Esta herramienta es bastante común en cada carpintería, 1'000.000 pesos se calcula para alquiler, electricidad, reposición de lija y sierras, mantenimiento etc., lo que suma \$ 2'000.000 costos mensuales. Se estima el gasto anual del taller de \$ 24'000.000 pesos.

La mano de obra se estipula con 2 parejas de un carpintero con su ayudante, sumando un costo de \$ 1'600.000 mensual, \$19'200.000 anual, fabricando entonces 4 tablones con 4 prensas manuales por hora (tablón 3 m x 25 cm). Con la dimensión del tablón de 300/25/3,5cm se producen hasta 222 m³, contando con 8448 unidades por año.

Si se calcula un volumen de “output” con un peso de 850 kg/m³, se necesita 20 camiones anuales a 8-9 toneladas o dos camiones por mes para la distribución de la mercancía.



Fig. 7: Taller de carpintería en guadua

Se debe calcular un insumo mínimo 4 camiones mensuales. Se calcula 8 camiones anuales para retiro de aserrín, esto probablemente no genera costos, porque esta apreciado como combustible y abono. Al contrario, se debería comprimirlo y venderlo como briqueta.

CONCLUSIONES

Los resultados hasta ahora obtenidos son muy prometedores, su base es sólida y experimentada en la práctica, aunque apenas en pequeña escala. Por esto se justifica el siguiente paso: La inversión en una producción de latas en mediana escala en el campo real, dentro del guadua y bajo compromiso económico real de las personas involucradas. Sin embargo se debe acompañar la producción, analizando rendimientos y superando eventuales dificultades técnicas o logísticas. El mercado de los laminados en guadua existe al nivel internacional, pero los precios están con \$2000 dólares por m³ todavía muy interesantes. Al nivel nacional hay todavía una competencia desleal por parte del aprovechamiento no sostenible de las maderas nativas.



BIBLIOGRAFÍA

- Dagilis T., 1999: Bamboo Composite Materials for Low Cost Housing, Ontario, Canadá.
Gersham G., 2001: UNIDO Report BAMTECH, Accra-Ghana, Project No.
Giraldo E. & Sabogal A., 1999: Una Alternativa Sostenible, La Guadua, CRQ.
El Bassam, N., 2001: Producing Biofuels from Bamboo, INBAR, Sichuan, China.
Inbar, Conferencias coleccionadas en: Bamboo, People, Environment edition 1,2,3 y 4.
Informationsdienst Holz, Konstruktive Holzwerkstoffe, Arbeitsgemeinschaft Holz eV., 10/1997
King R., 2001: UNIDO Report BAMTECH, Accra-Ghana. UB/GHA/00/015/11-51
Larimer B., 1994: Poyisocyanate binders for products based on wood..., BAYER.
Leitner K., 2002: Plattenförmige Holzwerkstoffe im konstruktiven Einsatz, RWTH-Aachen.
Liese W., 1996: The Anatomy of Bamboo, Inbar Publication.
Padmanabhan S., 1994: Glue Line Preservative Treatment of Bamboo Mat Board, WOOD India.
Plumtre R. & Jayanetti D., 1996: Solar heated timber drying kilns, ODA-TRADA.
Raijput S. & others, 1994: Classification, Grading and Processing of Bamboo..., WOOD India.
Schwab E., Schlusen K., 1999: Eigenschaften von Bambus-Parkett-Elementen, Springer Verlag.
Sibaja E. & Perterson D., 1985: Colectores solares. Editorial tecnológica, Costa Rica.
Vélez S., 2000: Grow Your own house, ZERI- VITRA.
Villegas M., 1996: Bambusa guadua, Villegas editores.
Wallin G., 1994: Cornerstones of an MDF Plant investment, WOOD India.
Zhang, 2001: Playing great Deal of Attention on Bamboo Processing and Charcoal, INBAR conference.
Zhaohui W., 2001: Variability in Properties of Bamboo in different ages, INBAR, China.
Zehui J., 2001: Standards on Bamboo Utilization and International Trends, INBAR, China.

Fotos

Tönges, Christoph E-mail: c.toenges@gmx.de
Website: www.conbam.de

Links/enlaces

- <http://ambiental.utp.edu.co/guadua>
<http://bambus.de>
<http://bambus.rwth-aachen.de>
<http://inbar.int>