

III SIMPOSIO INTERNACIONAL



Memorias
III Simposio Internacional del Bambú y la Guadua
“Recurso Natural para el Desarrollo”

ISBN 978-958-716-938-6

Bogotá
13-15 de octubre de 2015





TABLA DE CONTENIDO

I. CONFERENCIAS MAGISTRALES

1. Londoño X. (Colombia). **Una mirada por encima de los 2000 metros de altitud: *Chusquea subulata* Clark.**
2. Camargo JC, Arango AM, Amezquita MA, Muñoz D. (Colombia). **Posibilidades para la obtención de beneficios asociados a la conservación de bosques de Guadua: Caso REDD+ en el Eje Cafetero de Colombia.**
3. Zea E. (Suiza). **Industrial or traditional? Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of bamboo based housing solutions.**
4. Muñoz JE, Rugeles PA, Londoño X, Díaz-Ariza LA. (Colombia). **Utilización de la diversidad genética en guadua.**
5. González E. (Colombia). **Experiencia académica: grupo de trabajo guadua Universidad Nacional-Medellín. Investigación y servicio comunitario para el desarrollo regional.**
6. Franco JE (Colombia). **Procesos constructivos para cerchas en guadua de configuración en N o V.**
7. Londoño JB, Cheyne D, Sarmiento C. (Colombia). **Sistema de construcción con bambú.**
8. Montoya JA, Burgos A. (Colombia). **Efecto de la concentración, temperatura y tiempo de inmersión sobre la retención y penetración de boro en *Guadua angustifolia* Kunth.**
9. Vega R, Moran J, Lozada C. (Ecuador). **Experiencias en investigación con guadua, de la unidad Ecomateriales de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y experiencia en construcción desarrollada en el Ecuador.**
10. Takeuchi C. Rodríguez E. (Colombia). **Elaboración de tableros de bambú guadua laminado como alternativa para la generación de empleo en zonas rurales.**
11. Zuluaga C, Zuleta A. (Colombia). **Diseño y construcción de agrupaciones de vivienda turística en bambú guadua.**
12. Bastidas A, Flores E, Flores C, Flores C. (Colombia). **“Bambú Vivo”: Primer edificio con guadua como refuerzo estructural en entresijos.**
13. Álvarez W, Barreto W, Parra LM, Sandoval RL, Villamil F, Zuluaga D. (Colombia). **Generación de laminado de guadua en cultivo mediante compactación lateral de la planta.**
14. Diaz-Aiza LA - Pontificia Universidad Javeriana (Colombia). **Suelos, micorrizas y guadua.**
15. Guevara E, Jiménez V, Holst A, Hernández A. (Costa Rica). **Aspectos de la propagación de los bambúes gigantes mediante el cultivo in vitro, con énfasis en *Guadua angustifolia*.**



16. Ely F, Araque O, Jaimez R. (Venezuela). **Desarrollo, respuesta ecofisiológica y tolerancia a la sequía en cultivos de *Guadua amplexifolia* Presl. y *G. angustifolia* Kunth en Venezuela.**
17. Mosquera OM (Colombia). **Estudios fitoquímicos y biológicos de *Guadua angustifolia* Kunth.**
18. Bäßpler A. (Alemania). **Guadual 10: guaduales para el futuro.**
19. Pereira MA (Brasil). **Projeto bambu.**
20. Rodríguez JA (Colombia). **Un diseño para la guadua, experiencia en el desarrollo de productos para el sector artesano en el departamento del Quindío.**
21. Archila H (Inglaterra). **Diseño de paneles contra-laminados de guadua, evaluación de propiedades mecánicas usando métodos físicos, correlación digital de imagen (DIC) y modelos de elementos finitos (FEM).**
22. Vélez S (Colombia). **Obra arquitectónica de Simón Vélez.**
23. Correal JF, Echeverry JS. (Colombia). **Presente y futuro de las normativas de diseño y construcción en bambú.**
24. Erazo-Ramos EJ. (Colombia). **Incidencia de la normalización y certificación de competencias laborales en la mejora de la productividad.**
25. Torres JE. (España). **Adaptación al DB-SE (documento básico de seguridad del Código Técnico De la Edificación en España-CTE) del capítulo G-12 (NSR-10).**
26. Trillos D. (Colombia). **Normalización técnica colombiana para la Guadua.**
27. Moreno RD. (Colombia). **La política de bosques y las oportunidades para la guadua.**
28. Mogollón J. (Colombia). **Dos especies de Guadua (*G. angustifolia* y *G. amplexifolia*) y su incidencia en dos regiones de Colombia.**
29. Lozano JE (Colombia). **Investigación y avances tecnológicos en madera y guadua desarrollados en la escuela de arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia.**
30. Calle Z, Carvajal M, Giraldo A. (Colombia). **Estabilización de taludes viales con guadua y arboloco: una alternativa eficiente y de alto impacto social.**
31. Duarte M. (Colombia). **Proyectos de investigación en *Guadua angustifolia* realizados en el sur del departamento del Huila, Colombia.**
32. Gutiérrez-Gonzalez M, Bonilla JI, Cruz MF., Quintero JG. (Colombia). **Determinación del punto de saturación de las fibras de la *Guadua angustifolia* Kunth.**
33. Lamus FA, Luna P, Andrade S. (Colombia). **Propuesta para modificar los valores de diseño de conexiones a cizalladura doble del reglamento NSR-10.**

34. Cárdenas-Jimenez JI, Jurado JF, Vargas-Hernández C. (Colombia). **Distribución de esfuerzos sobre la pared de la *Guadua angustifolia* Kunth Variedad Bicolor.**
35. Correa-Giraldo VM, Luque CL, Queiros M, Jordán MV, Correa-Giraldo LF (México). **Ecodiseño aplicado a un sistema constructivo prefabricado para losas y cubiertas a partir de viguetas de culmos de bambú presforzados.**

II. PONENCIAS

1. Mendez-Pedroza NM, Montealegre-Torres WI (Colombia). **Formulación del Plan Prospectivo y Estratégico para la Consolidación de la Cadena Productiva de la Guadua en la Cuenca Hidrográfica Del Rio Guarapas.**
2. González-Gómez JS, Arenas-Pérez LS, Pabón-León JA (Colombia). **La guadua como iniciativa de responsabilidad social empresarial en el marco del desarrollo sostenible.**
3. Damelines-Pareja JM, Rojas JM, Almeida-Pinto NM, de Carvalho Fiúza AL (Brasil - Colombia). **La guadua como factor de organización social.**
4. Nass-Ruggeno M (Brasil). **O bambu e a arquitetura contemporânea no Brasil: espaços de uso coletivo no estado de São Paulo.**
5. Martínez-Guerrero OF (Colombia). **Procesos industrializados de guadua para sistemas de construcción arquitectónica.**
6. Chávez-Aguilera C. (México). **Propuesta para una industria artesanal de muebles de bambú.**
7. Gordillo-Delgado F, Plazas-Saldaña J, Cardona JC. (Colombia). **Caracterización térmica y mecánica de un adhesivo orgánico para guadua.**
8. Hernández A, Hernández A (México). **La vivienda con bambú en México.**
9. Gutiérrez-Torres MF. (México). **Diseño ergonómico de equipos para transformar bambú en talleres artesanales en Veracruz, México.**
10. Urazán C, Lamus F, Andrade S. (Colombia). **Metodología constructiva de puentes peatonales modulares sostenibles de bajo costo.**

III. POSTER

1. Sanchez ML, Morales LY., Baquero D, Marquinez J, Monsalve J, Díaz Y. (Colombia). **Comportamiento a flexión de vigas compuestas naturales.**



Una mirada por encima de los 2000 metros de altitud: *Chusquea subulata* Clark

Ximena Londoño¹

América reúne la segunda mayor diversidad de especies de bambúes del mundo, representada por 44 géneros y 531 especies. Los bambúes leñosos americanos de la tribu Bambuseae tienen como centro de diversidad la cordillera de los Andes, la cual alberga el 35% de las especies. Estos bambúes presentan un incremento en su diversidad a medida que se asciende en las montañas, observándose una mayor concentración de especies entre los 2000-3000 m sobre el nivel del mar. Por debajo de los 1000 m de altitud, la diversidad disminuye registrándose un mayor incremento en el número de individuos en el rango de especie y un predominio de los géneros *Arthrostylidium*, *Guadua* y *Rhipidocladum*. Por encima de los 3000 m únicamente se encuentran especies de los géneros *Chusquea* y *Aulonemia*.

En Colombia, por encima de los 2000 metros de altitud se localizan los bambúes preponderantemente andinos pertenecientes a los géneros *Aulonemia*, *Chusquea*, *Rhipidocladum* y *Didymogonyx* cuyo aporte a la diversidad de Bambusoideae del país representa el 57%. De las 3 Cordilleras, es la Cordillera Oriental la más rica en diversidad específica con el 65% de los bambúes hasta ahora reportados, le sigue en abundancia y diversidad la cordillera Central la cual alberga el 60% de las especies y por último la Occidental con 37% de las especies.

En Colombia el interés por el bambú se ha incrementado en los últimos 20 años. Este interés ha recaído únicamente en la especie *Guadua angustifolia* Kunth que crece por debajo de los 2000 msnm. Es evidente que la tala indiscriminada de los bosques andinos ha repercutido directamente en la pérdida de recursos genéticos que aún permanecen desconocidos y que son de importancia en programas de manejo y mejoramiento de especies con valor comercial como son los bambúes. La presión existente por el incremento del área dedicada a la agricultura, el potencial económico y medioambiental de los bambúes alto andinos, y la importancia cultural de este grupo de plantas, son indicadores de la necesidad de formular propuestas de investigación sobre especies andinas como *Chusquea subulata* Clark.

Es necesario conocer la ecología de esta especie, entender su biología reproductiva, conocer las propiedades anatómicas y físico-mecánicas de sus culmos, desarrollar tecnologías para su aprovechamiento y propagación, para poder considerar este bambú andino como una alternativa económica viable, que pueda contribuir en la diversificación agropecuaria, en el incremento de productos con alto valor agregado, en la restauración ecológica, en la generación de empleo rural, y en la construcción de capital social y tecnológico de las comunidades rurales de la parte alta de la cordillera de los Andes.

¹ Presidenta. Sociedad Colombiana del Bambú. ximelondo@gmail.com



Posibilidades para la obtención de beneficios asociados a la conservación de bosques de Guadua: Caso REDD+ en el Eje Cafetero de Colombia

Juan Carlos Camargo García¹, Ángela María Arango Arango², Miguel Ángel Amezcuita³, Dein Muñoz⁴

Los bosques de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) localizados en la región del Eje Cafetero de Colombia, entre los 900 y los 2000 msnm, cumplen funciones ecológicas importantes como la protección del suelo, refugio para la biodiversidad y secuestro de carbono. Tradicionalmente, estos bosques han significado una fuente de ingresos monetarios para los productores rurales por la venta de culmos en el mercado local e internacional, así como una fuente de materia prima para uso doméstico. Con el propósito de definir oportunidades para acceder a incentivos relacionados con la mitigación del cambio climático, con el presente trabajo se ha tratado de definir lineamientos para el correcto desarrollo de proyectos REDD+ a nivel jurisdiccional o regional en el departamento de Risaralda, Eje Cafetero de Colombia. Por medio de actividades de caracterización de ecosistemas boscosos y determinación del grado y nivel de deforestación y/o degradación de los bosques se han logrado avances en la preparación de proyectos REDD+. La evaluación de diferentes proyectos y acciones que se desarrollan en el territorio evaluado, así como la participación de organizaciones e instituciones locales hacen prever un buen desempeño en la reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques.

6

Palabras clave: bosques, cobertura del suelo, ecosistemas, instituciones, REDD+.

¹ Profesor Titular, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira.
jupipe@utp.edu.co

² Estudiante Maestría en Ecotecnología, Universidad Tecnológica de Pereira

³ Estudiante Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira

⁴ Estudiante Maestría, Sistemas de Información Geográfica



Industrial or traditional? Comparative life cycle assessment (LCA) of bamboo based housing solutions

Edwin Zea Escamilla¹

The past five decades had been witness of an unprecedented growth of human population. This growth had been mainly concentrated in urban areas of emerging economies and least developed countries. This had led to an ever growing housing demand on those areas which in most of the cases cannot be met with the resources available. It has been proposed that the use of bio-based material and specifically bamboo, can help alleviate the housing demand on a sustainable way. The present papers aims to assess the whole life impact from the use of four construction materials (bamboo, brick, concrete hollow block and glue laminated bamboo) in housing programs and to determine potential benefits from the use of industrial or traditional bamboo based constructive systems. A comparative life cycle assessment was carried out having as functional unit a minimal housing unit of 18sqm. Two environmental impact evaluation methods, IMPACT2002+ and IPCC100a, were used. The assessment was geographically located in Colombia, South America and estimates the construction materials' transport distances based on the country's cities and regional administrative boundaries. The results showed that the transport and reinforcing materials contribute significantly to the whole life environmental impact. Furthermore, the traditional bamboo constructive technique (bahareque) has the lowest environmental impact. The results also showed that industrialized bamboo solutions presents the best CO₂ balance and withholds the highest potential to generate revenue through CO₂ crediting of stored CO₂ and avoided emissions. Both industrial and traditional constructive systems are not only able to reduce the environmental impacts from buildings but also are able to capture and store CO₂ during their service life. The use of bamboo based constructive systems in housing programs withholds a significant potential to support the regenerative development of regions where they are used and might lead to long-lasting improvements on their economies, environments and livelihoods.

Palabras clave: Bamboo, glue laminated bamboo, life cycle assessment, CO₂

¹ Swiss Federal Institute of technology, Zürich, Asistente Científico, zea@ibi.baug.ethz.ch



Utilización de la diversidad genética en Guadua

Jaime Eduardo Muñoz F¹, Paula Andrea Rugeles¹, Ximena Londoño², Lucia Ana Díaz³

La guadua, especie andina, tiene características especiales que la hacen superior con respecto a otras especies de bambúes, y la pone en ventaja cuando es usada con fines estructurales por sus características de resistencia fisicomecánica, es una de las especies principales de los bosques de la región cafetera, tienen potencial para la conservación de la biodiversidad de flora y fauna y es usada para la protección de agua y suelos.

Colombia es uno de los países con más diversidad biológica por unidad de área y posee recursos genéticos vegetales de importancia social, comercial o con posibilidades interesantes para el futuro, pero son relativamente escasas las investigaciones en algunas especies andinas. Los usos más frecuentes de la guadua son construcción, industrialización y muebles y artesanías.

Entre los años 2009 y 2011 se desarrolló un proyecto con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural “Selección, genotipificación y multiplicación de materiales superiores de *Guadua angustifolia* Kunth con fines agroindustriales en el Eje Cafetero de Colombia”, donde se seleccionaron materiales de Quindío, Caldas y Risaralda 5 para construcción, 2 para industrialización y 2 para muebles y artesanías. Se establecieron 4 ensayos de rendimiento en los departamentos de Quindío, Caldas y Risaralda., los que llevan de establecidos cinco años y deben ser evaluados dentro de otros cinco.

Con los marcadores tipo RAMs se realizó un diagnóstico del estado de diversidad genética y estructura poblacional de la especie en el Eje Cafetero y Cundinamarca, se encontró un alto nivel de identidad de las poblaciones las cuales fueron claramente discriminadas mediante el coeficiente de Nei-Li a un nivel de similaridad de 0.85. La estructura poblacional identificó 7 poblaciones observándose flujo de genes entre departamentos adyacentes, sin embargo la población del Quindío generó un grupo independiente, por lo cual puede ser considerado como una población endémica.

En la actualidad se deben de evaluar los guaduales presentes en la región plana del departamento del Valle del Cauca para realizar una identificación de secuencias de interés por medio de la genotipificación por secuenciación.

Palabras clave: Diversidad, Estructura Genética, Materiales Superiores

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. paularugeles@yahoo.com

²Presidenta. Sociedad Colombiana del Bambú

³Profesora Asociada. Departamento de Biología. Pontificia Universidad Javeriana



Experiencia académica: grupo de trabajo guadua de la Universidad Nacional DE Colombia en Medellín. Investigación y servicio comunitario para el desarrollo regional

Academic experience: guadua workgroup of the National University of Colombia at Medellín. Research and community service for regional development

Eugenia González.¹

9

Esta ponencia hace referencia al desarrollo académico realizado por el grupo de Trabajo Guadua de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, en sus 26 años de existencia. Se describen los antecedentes, las actividades de investigación, formación y capacitación, puestas al servicio de la comunidad regional. Se da cuenta del proceso de evolutivo del grupo, la generación de nuevo conocimiento, la conformación de una estructura de trabajo, articulada; interfacultades, interdisciplinaria, e interinstitucional, con una visión del desarrollo regional de la comunidad. Se presentan los diferentes momentos en orden cronológico, se destacan los proyectos ejecutados, las investigaciones, los cursos, las capacitaciones, seminarios y eventos.

Palabras clave: Grupo de trabajo Guadua, investigaciones, bambú, guadua.

¹ Profesora Asociada Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín egcastri@unal.edu.co



Procesos constructivos para cerchas en guadua de configuración en N o V

Constructive processes for trusses guadua configuration N or V

Jorge Franco Carbonell¹

En la fabricación o elaboración de las cerchas de configuración N o V, se inicia con la selección y preparación de la guadua, previamente preservada y seca. Seguidamente se procede a cimbrar y a la colocación de ejes, para luego seleccionar los diámetros en los puntos de llegada de cada uno de los elementos, determinándose los diámetros de unión, con el objeto de seleccionar las copas sierras para hacer los diferentes cortes ya sean rectos, bocas de pescado o pico de flautas. Estos cortes se hacen con máquina para cortes, para luego ensamblar dichas estructuras. Este procedimiento mejorará los tiempos en obra y los resultados serán más eficientes.

Palabras clave: Prefabricación de Cerchas en Guadua.

¹ Profesor Universidad Santo Tomas – Sede Principal Bogotá DC. jorge.franco@usantotomas.edu.co



Sistema de construcción con bambú

Construction System using bamboo

José Bernardo Londoño Gutiérrez¹, Daniel Cheyne Jaramillo², Catalina Sarmiento³.

GUADUATECH, es una oficina de arquitectura dirigida por los arquitectos Jorge Bernardo Londoño y Daniel Cheyne Jaramillo. En su inicio, en sus diseños no se usaba bambú, a pesar de que durante su trayectoria profesional, fue una constante la valoración de las cualidades técnicas y estéticas que tiene el bambú más fuerte del mundo (*Guadua -Bambusa angustifolia*) para la construcción.

En el año 1996, el uso de la guadua, se convirtió en la actividad principal. A partir de investigaciones sobre el uso de este material en la construcción, se determina la importancia de diseñar una punta tan fuerte como el bambú, que permitiera transmisión de cargas a través de uniones, que permitiera tener un sistema de construcción de fácil ensamblaje y gran precisión, sencillo como un mecano. El desarrollo efectivo de este sistema, permitió la obtención de patentes en Colombia y en Estados Unidos. Con este sistema, se han desarrollado diversidad de proyectos.

El interés por generar desde GUADUATECH propuestas arquitectónicas que contribuyan a reducir Desigualdades sociales, ha sido una constante. Ejemplo de ello son los edificios prototipo: Vivienda de Interés Social, Casa Modular para Atención de Emergencias, y recientemente, el DOMO.

Se busca hacer un aporte a la educación, incluyendo en el aula propuesta una solución tecnológica para aportar en la reducción del analfabetismo tecnológico en regiones apartadas del País.

Palabras clave: Bambú, uniones, precisión, tecnología, ensambles

¹ GUADUATECH, Gerente, Arquitecto, jblondono@hotmail.com

² GUADUATECH, Arquitecto, drcheyne@hotmail.com

³ GUADUATECH, Arquitecta, catalinasegura@yahoo.com



Efecto de la concentración, temperatura y tiempo de inmersión sobre la retención y penetración de boro en *Guadua angustifolia* Kunth

Concentration, temperature and immersion time effect on retention and penetration boron in *Guadua angustifolia* Kunth

Jorge Augusto Montoya Arango¹, Amarilis Burgos²

12

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la concentración, temperatura y tiempo sobre la retención y penetración de compuestos de boro en *Guadua angustifolia* Kunth. Se realiza una evaluación y se compara la concentración y temperatura de la solución preservante y el tiempo de inmersión de las probetas de Guadua. Se prepararon 27 probetas de 10 cm de longitud, tomadas de los entrenudos de tres culmos, y se trataron por el método de inmersión-difusión. La retención del preservante fue calculada por diferencia de masa de las probetas antes y después del tratamiento y expresada respecto al volumen tratable de cada muestra y a la concentración de la solución de boro.

La penetración se determinó mediante el método colorimétrico usando cúrcuma. Los resultados muestran que la concentración de la solución tuvo un marcado efecto sobre la retención de boro y la temperatura sobre la penetración. En cuanto al tiempo de inmersión no se tuvo suficiente evidencia estadística para concluir que tiene un efecto en la retención y penetración de boro.

Palabras clave: Inmersión, preservante, concentración, temperatura, retención, penetración.

¹ Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia, Profesor Titular, jorgemontoya@utp.edu.co

² Universidad de los Andes Mérida-Venezuela, Profesora, amarilis.guadua@gmail.com



Investigación, desarrollo y construcción con *Guadua angustifolia* Kunth y fibras

Research, development and construction *Guadua angustifolia* Kunth and fibers

Robinson Vega¹, Jorge Moran, Cristy Lozada.

Este trabajo detalla el proceso de investigación para elaborar los tableros de *Guadua angustifolia* Kunth y fibras naturales, realizado por la Unidad Académica y de Investigación Ecomateriales (UAIE) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, así como la experiencia en construcción con guadua en el Ecuador del Arq. Robinson Vega.

13

Investigación y desarrollo:

Se plantea la descripción de los procesos metodológicos de investigación realizada por la UAIE, así como la fabricación de los tableros de guadua, tableros con fibras naturales, o materiales aislantes con guadua y fibras naturales, con el fin de encontrar nuevos materiales para la construcción. Se abordará lo siguiente:

Procesos de fabricación de tableros con *Guadua angustifolia* Kunth de Ecomateriales.

Los tableros de *Guadua angustifolia* Kunth y componentes ignífugos: Plas Bam, Rec Cel y Plac Cel.

Centro de Documentación del Bambú de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Tableros de *Guadua angustifolia* Kunth con revestimiento ignífugo para la Estación Científica “Pedro Vicente Maldonado” en la Antártida.

Proyecto EFRA: lineamientos e investigación.

Proyecto RAE: Refugio Antártico Ecuatoriano.

Diseño arquitectónico y construcción con guadua:

Las diferentes maneras de afrontar un proyecto, parte de la minuciosa tarea de escoger los materiales adecuados para un entorno específico y con ello, plantear la arquitectura que deseamos transmitir en nuestros días. Esta parte del trabajo se centra en los criterios de diseño arquitectónico y las decisiones tomadas durante dicho proceso, a cargo del autor.

Conclusión:

El trabajo presentado es el resultado de la recopilación de varios procesos de investigación iniciados por el Arq. Jorge Moran U., y continuados por el Arq. Robinson Vega y la Ing. Qmc. Cristy Lozada, en donde se narra la investigación realizada para alcanzar resultados que han permitido diseñar nuevos materiales de construcción con *Guadua angustifolia* Kunth, con el único objetivo de lograr construcciones de bajo costo. El trabajo demuestra que si es posible, por medio de la investigación, generar nuevos materiales para la construcción aplicados en el Centro de Documentación de Bambú.

¹ ppecomateriales@gmail.com

Elaboración de tableros de bambú guadua laminado como alternativa para la generación de empleo en zonas rurales

Caori Takeuchi¹, Ernesto Rodríguez²

En Colombia hay abundancia de guaduales naturales, los cuales tienen gran importancia para el medio ambiente. También hay migración de personas de las áreas rurales hacia las áreas urbanas buscando mayores ingresos y fuentes de trabajo, que a veces no encuentran, generando así un problema social en las ciudades y abandono de los campos.

La explotación responsable del recurso bambú guadua, podría generar fuentes de ingreso y empleo para las áreas rurales, como ocurre en otros países del mundo. Sin embargo, es frecuente ver que no ocurre y que en lugar de esto, los guaduales son descuidados con detrimento del medio ambiente.

Durante el desarrollo del proyecto de investigación “Comportamiento mecánico de elementos estructurales fabricados con guadua laminada pegada prensada, utilizados para la construcción de viviendas”, se implementó la producción de tableros de bambú guadua laminado en el corregimiento de Ibama, localizado en la zona rural de Colombia. Tableros que pueden tener varios usos en la construcción de viviendas y que para el proyecto en particular fueron utilizados para elaborar bloques de material bambú guadua laminado con los cuales se elaboraron probetas, columnas y vigas.

El proceso de elaboración de estos tableros empieza con el corte y aprovechamiento del bambú guadua. El material cortado, se deja en el guadual para hacer un curado en la mata. Posteriormente, se corta en tramos o toletes. Después, dentro del mismo guadual, los toletes de la parte basal (cepa) se abren con ayuda de una sierra de discos paralelos obteniéndose así tiras de bambú que son secadas en invernaderos, dentro de la misma finca.

Las tiras, ya secas, son transportadas a un centro de producción de la comunidad, donde se transforman en láminas de ancho y espesor constante, con ayuda de una sierra de discos paralelos. Posteriormente se aplica el adhesivo y se prensan tableros en una prensa de mesa. Se pueden obtener así tableros de 60cm de ancho y 120cm de largo, con espesores que varían entre 0.5cm a 2cm.

Palabras clave: Bambú guadua, laminados, tableros

¹ Universidad Nacional de Colombia, profesor titular, cptakeuchit@unal.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, investigador, earodrigueze@hotmail.com



Arquitectura bioclimática con bamboo – guadua

Bioclimatic architecture with bamboo - guadua

Carolina Zuluaga¹, Andrés Zuleta Ardila²

La guadua material flexible y de gran calidad y resistencia permite desarrollar proyectos arquitectónicos en diferentes tipos de clima. Dos ejemplos a continuación.

15

En Carmen de Apicalá en un terreno de 15.4 Ha. Con 30 grados. Se desarrolló un proyecto residencial de 96 lotes en áreas de 900 a 1.100 m² para viviendas vacacional. Se buscaba Lograr un proyecto de vivienda teniendo en cuenta principios bioclimáticos con múltiples actividades recreativas que afectara lo menos posible el medio ambiente, que aprovechara los recursos de la región y usara tecnologías económicas y resistentes. Igualmente se buscó Diseñar viviendas flexibles a las necesidades y gustos de cada usuario. Que se integraran al paisaje y contaran con procesos de refrigeración e iluminación naturales. Capacitar en el uso de la guadua en procesos constructivos y generar empleo a la población de la zona en donde se desarrolla el proyecto.

El segundo ejemplo en el municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca ubicado a cincuenta kilómetros al nordeste de Bogotá. Clima frio con temperatura promedio de 15 grados. Se construyó una vivienda en una finca de 4 hectáreas, que consta de 2 volúmenes integrados por un gran corredor acristalado que además de comunicar el área social con el área privada tiene como función bioclimática captar el calor del día por medio del efecto invernadero. En este proyecto se buscó Trabajar iluminación natural, sistemas de calentamiento naturales, captar las precipitaciones pluviales para utilizarlas en espejos de agua, cortinas de agua, riego de jardines etc. Utilizar techos verdes para reponer la afectación causada por la construcción y además aprovechar el confort ambiental que se consigue al usar este sistema de cubierta. Estos dos ejemplos permiten ver el comportamiento de la guadua en diferentes temperaturas y la forma de generar confort mediante el uso de conceptos bioclimáticos sencillos y económicos.

¹ Zuarq. Arquitectos , Arquitecta diseñadora, carolina@zuarq.co

² Zuarq. Arquitectos, Arquitecto constructor, andres@zuarq.co



“Bambú Vivo”: Primer edificio con guadua como refuerzo estructural en entrepisos

“Bambú Vivo”: The first building with bamboo guadua reinforced slabs

Lucy Amparo Bastidas¹, Edgar Flores Borja², Constanza Flores Bastidas³, Camilo Flores Bastidas⁴

16

Nuestro equipo de trabajo guaduero ahora reunido en la empresa Vivo Arquitectura SAS, construyó en 2015 el edificio Bambú Vivo, que consta de cuatro pisos con seis apartamentos. Es el primer edificio en Colombia en el que se usa únicamente guadua como refuerzo estructural en entrepisos. El sistema es efectuado con técnicas mixtas, el mismo que utiliza nuestro equipo desde hace unos 25 años en más de 300 viviendas en urbanizaciones en Popayán, Cauca.

Dichas técnicas mixtas consisten en utilizar pórticos de concreto reforzado y losas con *Guadua Angustifolia* rolliza como refuerzo estructural. En las diferentes construcciones usamos dos sistemas de entepiso: el tipo I, técnica ideada por nosotros y que en Popayán, un ingeniero de la Universidad del Cauca lo bautizó como losa Bastidas, y el tipo II, al que denominó un obrero: hierro paisa. Los dos tipos de entepiso no tienen refuerzo de acero, se usa guadua rolliza como material de resistencia. En el tipo I, la guadua va simplemente apoyada sobre las vigas de concreto separadas entre ellas unos 5cms., se vierte sobre las guadas concreto simple quedando embebidas dentro de la placa de concreto. El tipo II, es el que se ha usado en Colombia hace más de un siglo desde la colonización del eje cafetero, donde las guadas van apoyadas sobre las vigas y se separan entre ejes 40cms. aproximadamente, sobre éstas se clava esterilla de guadua y encima se funde el concreto.

En éste trabajo se muestran las pruebas de carga de los dos tipos de losas de entepiso, ejecutadas en 2010 en la Universidad Nacional de Bogotá, en la Maestría efectuada por la arquitecta Constanza Flores, dirigida por la ingeniera Caori Takeuchi. Las pruebas se realizaron tanto en las viviendas construidas en Popayán, como en 12 losas de prueba construidas en el Campus de la universidad. En 6 de éstas losas se adicionaron algunas mejoras. En los dos tipos se demostró que no solamente cumplen con las normas colombianas NSR- 10, sino que sobrepasan ampliamente dichas exigencias.

Palabras clave: Guadua rolliza. Entrepisos. Prueba de carga.

¹ Vivo Arquitectura SAS; Gerente suplente; amparobastidas@yahoo.com

² Vivo Arquitectura SAS; Director de construcción; edgarfloresb@hotmail.com

³ Vivo Arquitectura SAS; Directora obra, constanzafb@yahoo.com

⁴ Vivo Arquitectura SAS; Gerente; camilof5@yahoo.com

Generación de laminado de Guadua en cultivo mediante compactación lateral de la planta

Wilman Álvarez Ramírez ¹, Walter Mauricio Barreto Castillo², Lina María Parra Medrano³, Rafael Leonardo Sandoval Pabón⁴, Fabián Villamil Bolaños⁵, Diego Zuluaga Velásquez⁶

Uno de los principales retos planteados por la industria de la madera es reducir los largos periodos requeridos para reponer la biomasa lo cual se traduce en altos costos para dicha industria. El bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) se presenta como una alternativa de rápido crecimiento para la reforestación por lo que puede ser usada como un recurso con semejanza a la madera y ambientalmente sostenible. La fabricación de laminados de guadua tiene como resultado un material de buena apariencia y buenas propiedades mecánicas sin embargo la forma actual en la que es hecho genera gran desperdicio y altos costos de fabricación. Se planteó una técnica no convencional para la fabricación de laminados que consiste en colocar un molde durante el crecimiento de la planta para que así tome una forma diferente y se pueda aprovechar de mejor manera el material, disminuyendo el residuo y los costos de producción. La experiencia consistió en colocar moldes en guaduales ubicados en Cundinamarca, para ver el efecto causado sobre la guadua. Se encontró que el molde puede cambiar de forma satisfactoria la forma de la guadua entre seis y ocho meses después de puesto y que el perímetro del renuevo tiene una relación directa con el ancho del molde lo que a su vez permite perfeccionar la técnica para el cambio de la sección transversal de la guadua.

Palabras claves: guadua, laminados, sección, culmos

¹ Diseñador Industrial Ecoangular ecoangular.operaciones@gmail.com

² Arquitecto Ecoangular ecoangular.ventas@gmail.com

³ Estudiante Agronomía U.N., limparrame@unal.edu.co

⁴ Estudiante de Ingeniería Agrícola U.N., rlsandovalp@unal.edu.co

⁵ Estudiante de Biología U.N., fvillamilb@unal.edu.co

⁶ Estudiante de Ingeniería Agrícola U.N. dizuluagave@unal.edu.co

Suelos, micorrizas y guadua

Lucía Ana Díaz-Ariza¹

Los suelos los guaduales en los Departamentos del Valle del Cauca, Risaralda, Quindío y Cundinamarca presentan en su mayoría textura franco-limosa. Sin embargo, difieren en otras propiedades: pH desde fuertemente ácido con saturación de aluminio hasta del 90%, hasta ligeramente alcalino y con carbonatos en algunas fincas de Cundinamarca; los contenidos de carbono orgánico van desde bajo a medio; contenidos de fósforo desde muy bajo a alto. La densidad aparente alcanza 1.5g/cm^3 y tienen conductividad eléctrica baja, alta saturación de bases y baja capacidad de intercambio catiónico. En general son estables y el estado de agregación es alto. La compactación del suelo es baja en la capa superficial y aumenta a medida que aumenta la profundidad, alcanzando valores de 20 kg/cm^2 .

En todos los guaduales evaluados se evidenció la presencia de Glomeromycota (hongos formadores de micorriza arbuscular) y la presencia de la simbiosis en las raíces de *Guadua angustifolia* Kunth en diferentes estadios de desarrollo, incluyendo los renuevos. La micorrización en esta especie es de tipo intermedio Arum-Paris y alcanza valores de 100% en raíces de rodales naturales. Dentro de los taxones encontrados están *Acaulospora rehmsii*; *Acaulospora mellea*, *Acaulospora delicata*; *Glomus geosporum*; *Acaulospora* sp. *like laevi*, *A. scrobiculata*; *Acaulospora* cf. *tuberculata*, *Diversispora spurca*; *Acaulospora rehmsii*; *Glomus geosporum*; *Glomus* sp.; *Scutellospora* sp. *Funneliformis manihotis*; *A. lacunosa*; *A. colombiana*; uno de los más comunes fue *Acaulospora lacunosa*. Además de las esporas, los hongos de micorriza presentan otras estructuras de propagación que en total en suelos de guaduales alcanzaron valores de hasta 100 propágulos infectivos/50 g de suelo. La dependencia micorrizal de la guadua varía de acuerdo con el hongo y puede ser desde marginal (*Acaulospora colombiana*) hasta alta (*Rhizophagus manihotis*).

La aplicación de fertilizantes como el NPK y el DAP afecta la micorrización de guadua en vivero, mientras que la aplicación de abonos orgánicos combinados con dosis moderadas de NPK favorece no solo esta variable, sino el crecimiento de los chusquines, comportamiento similar al observado con la aplicación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal y estos hongos durante la propagación de guadua a partir de riendas o a partir de chusquines.

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/revista/dinamica-de-sistemas-15.pdf>

Palabras clave: micorriza, propagación, guadua, biotecnología

¹ Profesora Asociada. Departamento de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. luciaana@javeriana.edu.co



Aspectos de la propagación de los bambúes gigantes mediante el cultivo *in vitro*, con énfasis en *Guadua angustifolia*.

Propagation aspects of giant bamboos through *in vitro* culture, with emphasis on *Guadua angustifolia*.

Eric Guevara¹, Víctor Jiménez², Andrea Holst³, Andrés Hernández⁴

19

Se presentan protocolos para el establecimiento, regeneración, multiplicación *in vitro*, enraizamiento y adaptación a condiciones de invernadero y de campo para *Guadua angustifolia*, mediante yemas nodales. Se compara la eficiencia de dos sistemas para la multiplicación del material vegetal: medio sólido gelificado y sistema de inmersión temporal. Se analiza para ambas condiciones la producción de biomasa y la eficiencia fotosintética de los explantes. Se evaluó la respuesta de diferentes especies y variedades del género *Guadua* (*G. amplexifolia*, *G. angustifolia* var *bicolor*) a los protocolos que resultaron satisfactorios. Se describen algunos de los problemas encontrados (contaminación, necrosis apical, baja respuesta de multiplicación), y su posible solución. Se presentan resultados sobre la nutrición *in vitro* de los explantes de guadua durante la fase de multiplicación como una forma para mejorar el desarrollo de los explantes. Se hace una comparación del desarrollo de la regeneración observada en guadua con el otro bambú gigante, *Dendrocalamus giganteus*. Se presentan avances en el cultivo de protoplastos de guadua. Los resultados obtenidos demuestran la factibilidad de la micropropagación en gran escala de la guadua.

Palabras clave: Guadua, regeneración *in vitro*, micropropagación

¹ CIGRAS, Universidad de Costa Rica, investigador, eric.guevara@ucr.ac.cr

² CIGRAS, Universidad de Costa Rica, investigador, victor.jimenez@ucr.ac.cr

³ CIGRAS, Universidad de Costa Rica, investigadora, ANDREA.HOLSTSANJUAN@ucr.ac.cr

⁴ CIGRAS, Universidad de Costa Rica, investigador, andres.hernandezpridybailo@ucr.ac.cr

Desarrollo, respuesta ecofisiológica y tolerancia a la sequía en cultivos de *Guadua amplexifolia* Presl. y *G. angustifolia* Kunth en Venezuela

Growth, ecophysiological response and drought tolerance in crops of *Guadua amplexifolia* Presl. and *G. angustifolia* Kunth in Venezuela

Francisca Ely Bali¹, Osmary Araque² y Ramón Jaimez²

Guadua amplexifolia y *G. angustifolia* destacan entre los bambúes americanos por su potencial como sustitutos renovables y a bajo costo de la madera. No obstante, se desconoce su respuesta fisiológica en condiciones de cultivo en ecosistemas tropicales y subtropicales, donde prevalecen condiciones de elevada radiación y temperatura, así como períodos de déficit hídrico. En el presente estudio se comparó la sobrevivencia, crecimiento y respuesta ecofisiológica de chusquines de *G. amplexifolia* y *G. angustifolia* durante su primer año de establecimiento en potreros abandonados del occidente de Venezuela. La sobrevivencia y crecimiento se determinaron bimensualmente durante los 12 meses posteriores al trasplante. El crecimiento se midió como diámetro en la base del culmo (DBC) y altura total (AT) en n=20 plantas/especie. La respuesta ecofisiológica se evaluó tanto en meses húmedos como secos en n=5 plantas/especie, considerando: potencial hídrico foliar (Ψ_L), déficit de presión de vapor hoja-aire (DPV), asimilación de CO_2 (A), conductancia estomática (g_s), transpiración (E), rendimiento cuántico máximo del fotosistema II (Fv/Fm), eficiencia cuántica del fotosistema II (Φ_{PSII}), transporte de electrones (ETR), coeficiente de extinción fotosintética (q_p), no fotosintética (q_n) y número de electrones consumidos por molécula de CO_2 fijada (ETR/A). Tanto la sobrevivencia como el crecimiento resultaron elevados en ambas especies (95 % en *G. amplexifolia* y 89 % en *G. angustifolia*). Ambas toleran condiciones de elevada radiación (1500-2000 $\mu\text{mol fotón m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y temperatura (28-38 °C), así como sequías estacionales sin manifestar daños por photoinhibición. Tanto *G. amplexifolia* como *G. angustifolia* presentaron valores de Ψ_L muy negativos durante los meses secos (-2,7 vs -2,4 MPa). *G. amplexifolia* mantuvo siempre mayores tasas de asimilación de CO_2 respecto a *G. angustifolia*, tanto en meses húmedos (16,57 vs 13,68 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$) como secos (12,19 vs 8,12 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Fv/Fm, Φ_{PSII} y q_n no difirieron significativamente entre estas especies. *G. amplexifolia* exhibió un mayor transporte de electrones destinados a reacciones fotoquímicas (>ETR y q_p), mientras que *G. angustifolia* un mayor consumo de electrones por molécula de CO_2 fijada (>ETR/A), sugiriendo una mayor inversión en reacciones relacionadas con la disipación de calor.

Palabras clave: Bambusoideae, intercambio de gases, relaciones hídricas, fluorescencia de clorofila a.

¹ Instituto Jardín Botánico de Mérida¹, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Venezuela. Profesora Asociada y Directora General, fely@ula.ve felyenator@gmail.com

² Laboratorio de Ecofisiología de Cultivos, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Venezuela, Profesor Titular, rjaimez@ula.ve

³ Laboratorio de Ecofisiología de Cultivos, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela, Profesora asistente, araquedeleon@hotmail.com



Estudios fitoquímico y biológico de la *Guadua angustifolia* Kunth.

Oscar Marino Mosquera¹

En la conferencia se presentaran los resultados alcanzados de la evaluación del contenido de azúcares, lignina en los culmos y su relación con la madurez de la guadua. Además de la evaluación de los metabolitos secundarios presentes en la *Guadua angustifolia* Kunth (guadua) y la determinación de la actividad antioxidante. Se caracterizaron fitoquímicamente por cromatografía de capa delgada (CCD) extractos de polaridades crecientes de los culmos de guadua colectados en bosques naturales de cuatro sitios distintos del departamento de Risaralda (Colombia). Adicionalmente, se determinó el perfil cromatográfico de los diferentes extractos mediante HPLC-DAD lo que permitió confirmar la presencia de compuestos fenólicos en los extractos de acetona y etanol. Fueron detectados compuestos fitoquímicos correspondientes a alcaloides, fenoles, flavonoides, terpenos, saponinas triterpénicas y esteroidales. El contenido de lignina y la actividad antioxidante también se realizó por los métodos del DPPH[•] y ABTS^{•+}. De acuerdo al contenido de fenoles y flavonoides totales y la actividad antioxidante alta se propone que la *G. angustifolia* tiene un potencial uso para los sectores de alimentos y farmacéuticos.

¹Profesor Titular de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), Director del Grupo de Investigación Biotecnología-Productos Naturales (GBPN- UTP). omosquer@utp.edu.co



GUADUAL 10: guaduales para el futuro Andrés Báppler Ramírez¹

Guadual 10 es uno de los programas que realiza Escuela para la Vida en el Valle del Cauca, tiene tres líneas de acción para su ejecución: creación de núcleos forestales productivos de guadua, creación de una línea de producción para la fabricación de vigas de guadua prensada y una plataforma de comunicación y divulgación para fortalecer la cadena productiva de la guadua a través del festival Viva Guadua.

En el marco de este programa uno de los avances más grandes ha sido en el área de la transformación pues se ha logrado construir, con ingenieros y empresas locales, una prensa calefactora de guadua para la producción de tableros de 6 m x 60 cm x 5 cm los cuales podrán ser adaptados a las necesidades de los proyectos arquitectónicos.

La máquina se encuentra en guaduaVIGA, el Centro de Capacitación e Investigación para la Construcción e Industrialización de la Guadua, ubicado en Juanchito, corregimiento del municipio de Candelaria. Este será un espacio para el aprendizaje y la experimentación que pretende lograr un desarrollo económico para el suroccidente colombiano.

Actualmente el proyecto se encuentra en proceso, la máquina se diseñó, se construyó y ya se están realizando las primeras pruebas, así mismo se está completando la línea de producción para lograr que el proceso sea más rápido y cumpla con todas las normas técnicas.

Este es un proyecto que aporta a la generación de conocimiento vinculando diferentes universidades e centros de aprendizaje, así mismo tendrá un espacio de capacitación para jóvenes, genera ingresos a los proveedores de guadua y aportará a la conservación del medio ambiente en nuestro país.

Palabras clave: Transformación de la guadua, guadua prensada, arquitectura sustentable, proyecto productivo, innovación tecnológica.

¹Escuela para la Vida, Representante Legal, andres.baeppler@escuelaparalavida.org



Projeto bambu

Marco Antonio Pereira¹

O “Projeto Bambu” foi iniciado na Unesp de Bauru no ano de 1990, com o objetivo de Introduzir, Pesquisar e Divulgar a cultura do bambu, atuando também em atividades de formação de alunos e capacitação da comunidade na cadeia produtiva do bambu. Foram introduzidas espécies de interesse tecnológico e comercial, sendo desenvolvidos estudos relativos ao plantio, colheita, produção de mudas, tratamento, processamento, caracterização física e mecânica, desenvolvimento de produtos artesanais, processados e estruturas leves. O projeto atua também na formação e capacitação de alunos de graduação e pós-graduação e na extensão a comunidade, capacitando agricultores (campeiros) e implantando o “Projeto Bambu” dentro do Assentamento Rural Horto de Aimorés como forma de auxiliar na fixação do homem ao campo e auxiliar na geração de renda local.

¹Profesor Asistente Universidad Estatal Paulista Júlio de Mesquita Fllho (UNESP CAMPUS DE BAURU – S.P.). pereira@feb.unesp.br



Un diseño para la guadua, experiencia en el desarrollo de productos para el sector artesano en el departamento del Quindío

A design for the bamboo, experience in developing products for the craft sector in the department of Quindio

Jairo Andrés Rodríguez¹

24

La ponencia explora el trabajo he realizado durante los últimos 7 años en el Quindío como asesor en diseño para Artesanías de Colombia y para la Cámara de Comercio de Armenia en el desarrollo productos en guadua y otros materiales naturales a partir de las técnicas tradicionales de transformación dentro del entorno de la artesanía, haciendo énfasis en la innovación a través de la forma y la estética con el fin de buscar nuevas aplicaciones para estos materiales dentro del campo de la decoración y el hogar.

A través del uso del canuto de guadua como unidad estructural, de la experimentación con laminados y tablillas, y de la experiencia en la mezcla con otros materiales (metal, madera, vidrio y fibras) se han visualizado nuevos productos bajo un esquema de trabajo basado en principios tomados del deconstructivismo en la arquitectura y el diseño, donde el canuto tradicional (geométricamente un cilindro) se descompone (deconstruye) en secciones para ser nuevamente ensambladas (reconstruidas) en una nueva estética que sustituye las formas tradicionales y al mismo tiempo resuelve problemas técnicos en el material como lo son el rajado y las fisuras. De esta manera la guadua rolliza y la laminada no son solo “tubos” y tablas” sino que son consideradas como líneas que se proyectan en el espacio donde el concepto, la forma y la utilidad se entrelazan para la elaboración objetos livianos, estandarizables, prácticos e innovadores, demostrando las posibilidades de este material al sector no solo artesanal sino también al manufacturero e industrial.

La Ponencia guiara a los asistentes mediante la revisión de conceptos de diseño (estéticos y técnicos) que se han formulado en el transcurso del desarrollo de productos en el Quindío a través del estudio de casos en la unidades productivas artesanales intervenidas, donde junto con el rediseño y diseño de productos se han mejorado y desarrollado técnicas de transformación que proporcionan un compendio de saberes y experiencias que podrán enriquecer el sector y fomentar la generación de un diseño para la guadua que indague en nuevas propuestas estéticas, técnicas y de uso que viertan nuevas cualidades competitivas en las empresas y talleres transformadores de este material.

¹Diseñador Industrial, rodriguezjairoandres@gmail.com

Desarrollo de paneles contra-laminados de guadua, evaluación de sus propiedades mecánicas usando métodos físicos, correlación digital de imagen (DIC) y modelos de elementos finitos (FEM)

Hector F. Archila¹, Daniel Brandon, Martin P. Ansell, Pete Walker, Graham A. Ormondroyd

El desarrollo tecnológico e industrial de productos ingenieriles con la especie de bambú *Guadua angustifolia* Kunth (Guadua) ha sido limitado debido a los altos niveles de trabajo manual necesarios para su transformación y la falta de predictibilidad estructural propia de su naturaleza variable e irregular. El objetivo de esta investigación es el desarrollo de productos industriales, estandarizados y de ingeniería de Guadua y la caracterización y predicción de su comportamiento mecánico. Para dicho efecto, láminas de Guadua modificadas mediante procesos termo-hidro-mecánicos (THM) fueron utilizadas para formar paneles contra-laminados de Guadua (G-XLam) de alta capacidad estructural y elevada densidad. Las propiedades mecánicas de paneles G-XLam constituidos de tres y cinco láminas (G-XLam3 y G-XLam5, respectivamente) fueron evaluadas a través de ensayos a compresión usando sensores inductivos LVDT, el método de correlación digital de imagen (DIC) y modelos de elementos finitos (FEM). DIC fue utilizado para medir deformación en las coordenadas 'X' y 'Y' (en plano) y 'Z' (fuera de plano) en la superficie de paneles G-XLam. Los resultados de deformación fueron analizados con el software VIC 3D y usados para calcular las propiedades elásticas de los paneles. Los valores de módulo de elasticidad (MOE) de los paneles G-XLam3 y G-XLam5 evaluados por el método DIC fueron 13.50GPa y 22.59GPa en la dirección principal (E_0) y 5.28GPa y 12.54GPa en la dirección transversal (E_{90}). Mientras que los valores resultantes de predicciones analíticas para G-XLam3 y G-XLam5 fueron 20.76GPa y 18.77GPa en la dirección principal (E_0) y 10.80GPa y 12.79GPa en la dirección transversal (E_{90}). Los diferentes resultados obtenidos fueron comparados con los valores resultantes de los ensayos mecánicos y un modelo de elementos finitos (FEM) fue desarrollado para predecir la respuesta de los paneles G-XLam a condiciones de carga similares. Este estudio presenta un método alternativo para la transformación de Guadua en un material de altas capacidades estructurales y provee un análisis integral de sus propiedades mecánicas a través de diferentes técnicas, las cuales son cruciales para el desarrollo, análisis, estandarización y uso de productos ingenieriles de Guadua.

¹Researcher at University of Bath & CEO Amphibia Group Ltd. hector.archila@bath.edu>



Obra Arquitectónica De Simón Vélez

Simón Vélez

La guadua, el más común y extraordinario bambú de Caldas, la que define la cultura y el paisaje de esta región, es el material que transformó mi vida.

Hace 30 años me interese por la guadua como elemento estructural, sin embargo no tenía experiencia sino con madera y no me servía para aplicarla a un material tan diferente. Quería hacer un voladizo que exige esfuerzos a tracción, peor no encontraba como hacer una conexión para un material hueco como la guadua. Pude resolver el problema de la unión llenando de cemento la cámara del entrenudo donde ocurría dicha conexión, la cual a su vez tenía tornillos de hierro. Este fue un descubrimiento técnico que partió en dos mi oficio como diseñador y constructor con guadua, igual a como el concreto partió en dos la historia de la construcción. A partir del desarrollo de esta unión en los entrenudos para los esfuerzos de tracción principalmente y los de compresión, la guadua se transformó para mí en un verdadero acero vegetal.

Debo admitir que yo no construyo sólo con guadua, yo construyo con todos los materiales excepto con plásticos. Inyecto cemento en las uniones estructurales y aplico acero en otros casos, pero la estructura y base como tal se desarrolla totalmente en guadua, lo que la hace una construcción totalmente sismo-indiferente. Debo aceptar que la guadua es susceptible a los incendios por eso es bueno recubrirla de cemento en las construcciones con el fin de que sea segura ante este fortuito evento.

Es una lástima que en Colombia no le den importancia a este eco-material que es resistente, hermoso y excelente para la economía nacional. Es un material como cualquier otro con el cual se pueden hacer obras monumentales y obras sociales, y eso es lo que voy a mostrar en mi presentación.



Presente y futuro de las normativas de diseño y construcción en bambú

Present and future of the regulation for design and construction with bamboo

Juan F. Correal¹, Juan S. Echeverry²

Se presenta un resumen de los aspectos más relevantes de las normativas de diseño y construcción en bambú y los posibles cambios que se perciben hacia el futuro, con un énfasis especial en el Título G.12 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Se empieza por la revisión de normativas de otros países de manera general, así como las diferentes normas de ensayo estándares que existen para la caracterización del bambú para su aplicación en la construcción. De manera general se hace alusión a los aspectos del diseño y construcción más importantes que necesitan ser revisados o complementados en futuras actualizaciones de la NSR-10 orientado tanto a la práctica de la construcción actual como a futuras aplicaciones del bambú.

27

Palabras clave: Diseño, Construcción, Bambú, Normativas, Regulaciones.

¹ Universidad de Los Andes, Director del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, jcorreal@uniandes.edu.co

² Universidad de Los Andes, Ingeniero de Proyectos-CIMOC (Centro de Investigaciones en Materiales y Obras Civiles), js.echeverry103@uniandes.edu.co



Incidencia de la normalización y certificación de competencias laborales en la mejora de la productividad

Edgar Jose Erazo Ramos ¹

Muy buena parte de la población en todos los niveles desconoce los instrumentos de los procesos de normalización y certificación de competencias laborales y como ellos insiden en la mejora continua en el desempeño de las labores que nos fueron asignadas en todo nivel de los procesos productivos.

Es necesario considerar que estos instrumentos fuera de ser unos estandares (que permiten medir) para medir el desempeño laboral, son las herramientas a través de las cuales, los sistemas de educación y formación para el trabajo hablan un lenguaje común. Buscan además, alinear y flexibilizar los sistemas de educación y de formación para dar respuestas oportunas y pertinentes a las demandas impuestas por la globalización y el desarrollo tecnológico a nivel mundial.

El reconocer la existencia de estos instrumentos, permitira a nuestros clientes internos y externos no solo medir su desempeño a partir de unos estandares, sino además identificar la forma como se pueda mejorar sus cualificaciones de manera continua, autonoma y voluntaria, lo que permite contribuir de manera indirecta a un crecimiento constante de la productividad.

Hoy, donde la tecnología a acelerado los procesos, la economía es globalizada, el recurso humano es amplio y las necesidades se acentuan, sera indispensable que todos contribuyamos desde todo nivel a mejorar de manera permanente a solucionar las dificultades como sociedad, de manera conjunta, siendo justos y respetuosos con el entorno, el medio ambiente y el planeta.

Palabra clave: Normalización certificación de competencia laboral

¹ SENA, metodólogo, mesaguadua@misena.edu.co



Adaptación al DB-SE (documento básico de seguridad del código técnico de la edificación en España-CTE) del capítulo G-12(NSR-10)

José Eduardo Torres Rojas¹

Como parte del trabajo de homologación del Bambú Guadua como material de construcción en el territorio español, y su incorporación dentro del Código Técnico de la Edificación en España, en adelante CTE, y de forma paralela a otras líneas de trabajo en éste sentido, como pueden ser las de conformación de grupos de trabajo en las áreas de conocimiento del material, y sus posibilidades como material estructural, métodos de ensayo, normativas ISO y adaptación de laboratorios de materiales tendientes a la labor de ensayos normalizados. En el ámbito de colaboración universidad-empresa, la Escuela Politécnica de Gijón de la Universidad de Oviedo (EPI) y la consultora Evidally GBS, han establecido agendas de trabajo conducentes al logro de la homologación del Bambú Guadua y su posibilidad de utilización como material constitutivo de elementos y sistemas estructurales. El proceso de homologación del Bambú Guadua y su inclusión dentro del CTE implica la adaptación de los lineamientos contenidos en el capítulo G-12 de la NSR-10 de Colombia, para lo cual además de una labor de interpretación de dicha normativa acorde a las exigencias del cumplimiento de los requisitos básicos "Seguridad estructural" consistente en asegurar que el edificio tendrá un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, acorde al DB-SE(documento base de seguridad estructural) del CTE. se deben considerar aspectos como son: al ámbito de aplicación, criterios generales de aplicación (dentro de los cuales cabría inicialmente la Guadua), Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE y la terminología. De forma general podemos definir los criterios y actuaciones que se deben seguir con el objeto de poder conseguir la elaboración del primer documento técnico que sirva de base al cumplimiento de las exigencias de las oficinas técnicas de los ayuntamientos para la aprobación de los primeros proyectos de construcción dentro del territorio español realizados con sistemas estructurales que utilicen el bambú guadua como elemento principal.

Palabras clave: bambú, guadua, CTE, homologación, España.

¹Evidally GBS /EPI de la Universidad de Oviedo, Investigador y consultor asociado, jetorres@evidally.net

Normalización técnica colombiana para la Guadua

Daniel Alberto Trillos Orduz¹

En varias regiones de Colombia el cultivo, aprovechamiento y uso de la guadua ha sido una actividad tradicional transmitida de forma empírica a través de generaciones. Esta situación ha permitido lograr un amplio conocimiento del material y sus propiedades. Sin embargo, poco se había hecho en el país en cuanto a la normalización técnica para la guadua. Razón por la cual se presentaban problemas relacionados con la calidad del material y el conocimiento técnico para su uso apropiado. Situación que ha limitado en muchos casos su uso como materia prima y ha restringido su acceso a nuevos mercados con exigencias mayores de calidad, seguridad y protección ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el año 2002, con la colaboración de la Sociedad Colombiana del Bambú, en ICONTEC se conformó el comité técnico de normalización 178 – Bambú-Guadua. Comité creado con el fin de proporcionar al país un marco normativo que se adaptara a las características de la guadua, con el propósito de incrementar la calidad de los productos, mejorar su competitividad y alcanzar un óptimo posicionamiento en el mercado nacional e internacional. Al estar basadas en principios de transparencia, apertura, imparcialidad, consenso, efectividad y relevancia y coherencia las normas técnicas colombianas reúnen el consenso de todas las partes interesadas y por lo tanto contienen las condiciones mínimas necesarias que debe suministrar el productor para garantizar calidad, seguridad y protección al usuario y al ambiente.

Durante el tiempo en que el comité ha trabajado se ha logrado plasmar, en 11 normas técnicas, parte del conocimiento y experiencia del país en el tema. Además, se han brindado herramientas al sector para lograr uniformidad en cuanto a la determinación de propiedades del material y su uso óptimo y seguro. Esto se ha logrado gracias a la participación y aportes de diferentes representantes de entidades tales como la sociedad colombiana del bambú, el SENA, agremiaciones de ingenieros y arquitectos, importantes universidades del país como la Universidad de los Andes, Universidad Nacional y Universidad Tecnológica de Pereira, Corporaciones Autónomas Regionales, empresas de productores y transformadores de guadua, artesanos, diseñadores estructurales, entre otros.

Las normas técnicas elaboradas por el comité abarcan los siguientes temas:

CODIGO	TITULO
NTC 5300	COSECHA Y POSTCOSECHA DEL CULMO DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
NTC 5301	PRESERVACIÓN Y SECADO DEL CULMO DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
NTC 5405	PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE Guadua Angustifolia Kunth
NTC 5407	UNIONES DE ESTRUCTURAS CON Guadua angustifolia Kunth
NTC 5458	ELABORACIÓN DE ARTESANÍAS Y MUEBLES CON CULMOS MADUROS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
NTC 5525	MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
NTC 5726	INVENTARIO DE RODALES DE Guadua angustifolia Kunth PARA APROVECHAMIENTOS CON FINES COMERCIALES
NTC 5727	TERMINOLOGÍA APLICADA A LA GUADUA Y SUS PRODUCTOS
NTC 5829	OBTENCIÓN DE LATAS Y TABLILLAS DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
NTC 6100	ETIQUETAS AMBIENTALES TIPO I. SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO. CRITERIOS AMBIENTALES PARA PRODUCTOS DE PRIMERO Y SEGUNDO GRADO DE TRANSFORMACIÓN DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH
GTC 220	TABLAS A PARTIR DE ESTERILLA (TABLERILLA) DE GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH

¹ Profesional de normalización ICONTEC



La política de bosques y las oportunidades para la guadua

Forest policy and opportunities for guadua

Rubén Darío Moreno Orjuela¹

La Guadua en Colombia, tiene un desarrollo importante, recientemente se ha conocido que es la especie vegetal, que más se aprovecha en todo el territorio nacional, además es importante tener en cuenta, que los guaduales naturales, son los únicos que han obtenido una certificación forestal de carácter internacional por su manejo forestal, en este orden de ideas, se ha venido desarrollando para la Guadua, instrumentos normativos de carácter regional y recientemente de orden nacional bajo el liderazgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

Sin embargo, actores de la cadena productiva de la Guadua, consideran necesario, sumar esfuerzos para la generación de una política exclusiva para esta especie, propuesta de gran interés, pero que debe reconocer que el país cuenta con instrumentos de orden nacional, tales como el Plan Nacional de Desarrollo Forestal y la Política de Bosques, la cual fue expedida en enero 31 de 1996.

Previo a iniciar un proceso de formulación de una política para la Guadua, se debe analizar en detalle la Política de Bosques del país, para determinar si es posible que la Guadua, logre articular sus intereses a lo definido en esta política.

La política de Bosques de Colombia, determina que sus estrategias y sus líneas de acción son: Modernizar el Sistema de Administración de los bosques, Conservar, Recuperar y usar los bosques naturales, Fortalecer los instrumentos de apoyo Consolidar la posición internacional en materia de bosques. El reto sin lugar a dudas para los actores de la Guadua, es identificar los logros alcanzados en las líneas de acción de la Política de Bosques, definir con claridad, los aspectos que se consideran que no han sido desarrollados y generar un plan de trabajo para que las entidades del orden nacional revisen estos instrumentos para que la Guadua, sea considerada como un recurso estratégico para el desarrollo del país.

Palabras clave: Política forestal, política para la Guadua, Líneas de acción forestal

¹Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER. Jefe Oficina Asesora de Planeación. rudamor@carder.gov.co



Dos especies de Guadua (*G. angustifolia* y *G. amplexifolia*) y su incidencia en dos regiones de Colombia

Jaime Mogollón Sebá¹

BAHAREQUE ANDINO: CULTURA SÍSMICA DE LA REGION CAFETERA

En la región cafetera colombiana, existe una tradición constructiva, la del bahareque de Guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y madera, que se constituye por su desempeño estructural en una **cultura sísmica local**. La evolución de esta tecnología constructiva, desde el llamado "*estilo temblorero*" de fines del siglo XIX hasta las nuevas técnicas y arquitecturas del "*bahareque contemporáneo*", corre paralela con los conocimientos que de los fenómenos sísmicos se tienen.

Muchos y recientes sismos nos han confirmado el buen comportamiento de estas estructuras, dadas sus características de liviandad y ductilidad.

La conferencia hace un recuento de la evolución del bahareque y su desempeño sísmico resistente, señala patologías e insinúa soluciones contemporáneas que convierten al bahareque en una tecnología constructiva apropiada para nuestra región.

BAHAREQUE CARIBE: CULTURA BIOCLIMÁTICA DE LA SABANAS.

En la región Caribe colombiana, existe una subregión, las sabanas del Bolívar Grande, que hoy comprende partes de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Sucre y Córdoba; en ella se mantiene una tradición constructiva, la de las casas de palma, edificaciones con muros de bahareque de caña parada (*Guadua amplexifolia* Presl.) y techos de palma amarga (*Sabal mauritiiformis*), que son verdaderos ejemplos de arquitectura bioclimática, donde el sabanero puede resistir confortablemente las altas temperaturas propias de la región. Sus enseñanzas han sido replicadas en edificaciones contemporáneas, por el aprecio que de esta arquitectura vernácula se tiene.

La conferencia muestra, en forma somera, las bondades de construir con materiales vegetales renovables, mostrando la forma como esta arquitectura se integra al ambiente regional, conjugando un todo cultural, con el arte, la artesanía, la música y las danzas locales.

Palabras claves: Guadua, Bahareque Andino y sabanero.

¹Arq. Jaime Mogollón Sebá. Cadena Productiva de la Guadua en Caldas. jmogollonster@gmail.com



Investigación y avances tecnológicos en madera y guadua desarrollados en la escuela de arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia.

Research and technical advances of wood and bamboo guadua by the school of architecture of the Universidad Nacional de Colombia

Jorge Enrique Lozano Peña¹

La madera y el bambú guadua son recursos naturales abundantes en Colombia y se les debe reconocer su importancia económica y social. Los paradigmas de consideración como materiales poco durables, débiles contra el fuego, costosos para la construcción y la estigmatización social, son conceptos impuestos por los diferentes monopolios de mercado que no han permitido desarrollar su verdadero potencial tecnológico y social en América Latina a excepción de Chile. La madera y el bambú guadua son los materiales que se van a utilizar y especificar con mayor frecuencia en la industria de la construcción durante el siglo XXI porque son materiales renovables, durables, económicos y consustanciales a la naturaleza del hombre aportando confort, calidez, versatilidad formal, lenguaje arquitectónico propio, sostenibilidad al medio ambiente, y conservación de los afloramientos y fuentes de agua.

La implementación, el fortalecimiento de la industria de la construcción en madera y bambú guadua exige grandes esfuerzos en investigación para generar nuevos desarrollos tecnológicos en procesos de prefabricación, rápido montaje e innovación de nuevos materiales como resultado de la utilización de todos los subproductos que se derivan de esta industria garantizando su sostenibilidad y rentabilidad. La vivienda rural, la vivienda de interés prioritario, la vivienda de interés social, escuelas, polideportivos, centros culturales son las principales construcciones con mayor déficit de unidades en el país. Esta tecnología permite ser una respuesta social, ambiental, económica y rentable para Colombia y algunos países de Centroamérica y Suramérica. Los conceptos de flexibilidad, transportabilidad, adaptabilidad y desarrollo progresivo de las construcciones en madera y bambú guadua son de mayor eficiencia y versatilidad.

Palabras claves: madera, bambú guadua

¹Arquitecto. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia. jelozanop@unal.edu.co



Estabilización de taludes viales con guadua y arboloco: una alternativa eficiente y de alto impacto social

Slope stabilization with *Guadua angustifolia* and *Montanoa quadrangularis*: an efficient alternative with high social impact

Zoraida Calle¹, Mauricio Carvajal², Adriana Giraldo³

34

Entre 2013 y 2015 el equipo del Área de Restauración Ecológica de CIPAV estabilizó dos taludes piloto de mediana y alta complejidad en las vías La Ceja-Abejorral y Concordia-Betulia (Antioquia), respectivamente, con un tratamiento de bioingeniería que combina estructuras biomecánicas de guadua (*Guadua angustifolia*) o arboloco (*Montanoa quadrangularis*) y siembra de plantas nativas en alta densidad. Los cambios en la vegetación y la cobertura del suelo fueron monitoreados en los taludes piloto y en dos taludes control, que no tuvieron ningún tratamiento de estabilización. La investigación se llevó a cabo en el marco del proyecto *Estudio, selección y estructuración de sistemas tecnológicos alternativos para estabilización y tratamiento de la red vial secundaria departamental. Desarrollo de pruebas piloto en subregiones de Antioquia*, coordinado por la Secretaría de Infraestructura Física de la Gobernación de Antioquia. En la intervención de los dos taludes piloto se invirtió un total de 6207 jornales, y 23 personas de las comunidades locales se capacitaron en restauración ecológica de taludes, 20 de las cuales obtuvieron además una certificación para trabajo en alturas del SENA. Por cada metro cuadrado intervenido, la Gobernación de Antioquia ahorró 31% del presupuesto con relación a la cotización de obras de ingeniería civil en el talud piloto de La Ceja y 76,4% en el talud de Concordia. Los sitios piloto del Proyecto serán monitoreados para evaluar la estabilidad de los taludes en el mediano y largo plazo. El análisis comparativo de los costos de ésta y otras aproximaciones para la estabilización de taludes orientará la toma de decisiones para la inversión de recursos en la infraestructura vial de Antioquia. Los resultados de la investigación se aplicarán al diseño de una política pública pionera en el país para la adopción de métodos sostenibles de estabilización de taludes y prevención de deslizamientos en la malla vial. Los resultados del proyecto demuestran que la restauración ecológica de taludes puede generar oportunidades sociales para las comunidades rurales a través de empleos en la recolección de semillas, la producción de plántulas, la implementación de las estructuras biomecánicas y el manejo sostenible de los guaduales y rodales de arboloco.

Palabras clave: Restauración ecológica, bioingeniería, estructuras biomecánicas, participación social

¹ CIPAV, Coordinadora del Área de Restauración Ecológica, zoraida@fun.cipav.org.co

² CIPAV, Investigador del Área de Restauración Ecológica, macarvajal@fun.cipav.org.co

³ CIPAV, Investigadora del Área de Restauración Ecológica, adrimagi@fun.cipav.org.co



Proyectos de investigación en *Guadua angustifolia* realizados en el sur del departamento del Huila, Colombia

Research projects about *Guadua angustifolia* in the south of Huila, Colombia

Mauricio Duarte¹

A raíz del 1er Simposio de Bambú y Madera Laminada en Bogotá (2010), la Universidad Surcolombiana a cargo de un grupo de docentes y estudiantes del programa de Ingeniería Agrícola, decidió en el año 2011 crear el Grupo de Investigación CONSTRU-USCO, con el fin de realizar estudios de *Guadua angustifolia* en el departamento.

35

Dentro de los trabajos ya realizados desde el año 2012 se tienen: **“Resistencia a la compresión paralela a la fibra y determinación del módulo de elasticidad de la guadua angustifolia del municipio de Pitalito” (2012)**. Este estudio contribuyó de manera parcial a las necesidades de índole investigativo en la región, ya que hasta la fecha no se había documentado ni realizado ningún estudio de caracterización física y mecánica de la *Guadua angustifolia*. **“Esfuerzo máximo de tensión paralela a la fibra y determinación módulo de elasticidad de la guadua angustifolia del municipio de Pitalito” (2013)**. Este estudio presenta la relación de la resistencia última a tensión paralela a la fibra de probetas de *Guadua angustifolia* procedentes de cuatro zonas del municipio. **“Factores edáficos asociados a las propiedades mecánicas de la guadua (2014)”**. Se realizó un muestreo de suelos en los predios previamente seleccionados de los trabajos anteriores, desarrollando pruebas físico-químicas del mismo, finalizando con el procesamiento de los resultados y los análisis estadísticos. **“Actividades de manejo silvicultural asociadas a las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* en el municipio de Pitalito” (2014)**. En este trabajo se indagó sobre el manejo silvicultural de la *Guadua angustifolia* ubicada en el municipio, asociándolos con los resultados de estudios anteriores de propiedades físico – mecánicas.

En la actualidad se realizan los proyectos **“Resistencia al corte paralelo a la fibra en muestras de *Guadua angustifolia* procedentes del municipio de Pitalito”**; **“Caracterización del uso productivo de la *Guadua angustifolia* en el sur del departamento”** y **“Resistencia a la compresión perpendicular a la fibra y módulo de elasticidad de la *Guadua angustifolia* procedentes del municipio de Pitalito**.

Para el año 2016 se pretende continuar con investigaciones como: **“Esfuerzo a flexión y módulo de elasticidad en muestras de *Guadua angustifolia* procedentes del municipio de Pitalito”**.

Palabras clave: Propiedades físico-mecánicas, suelo, manejo silvicultural

¹ Universidad Surcolombiana, Docente de Planta Universidad Surcolombiana, maduto@usco.edu.co

Determinación del punto de saturación de las fibras de la *Guadua angustifolia* Kunth

Determination of fiber saturation point of bamboo *Guadua angustifolia* Kunth

Mateo Gutiérrez Gonzalez¹, Jessika Isabel Bonilla Santos², Maria Fernanda Cruz Amado³, Juan Guillermo Quintero Aranzalez⁴

Debido a la actual necesidad de encontrar materiales alternativos que generen un menor impacto ambiental, en las últimas décadas la *guadua angustifolia Kunth* se ha venido posicionando en Colombia como un excelente material para uso estructural, gracias a las excelentes propiedades físicas y mecánicas que han sido demostradas en muchas investigaciones y también en el desempeño de dichas estructuras ante eventos sísmicos ocurridos con anterioridad.

En el año 2010, la *guadua angustifolia Kunth* fue incluida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente del 2010 (NSR 10), específicamente en el Título G “Estructuras de Madera y Guadua”, sin embargo, en la actualidad son muchos los datos que se requieren para hacer un diseño estructural en este material y que aún no se han definido o conocido a cabalidad. Uno de esos datos corresponde al Punto de Saturación de las fibras (PSF), valor de gran importancia para conocer como es la variación de la resistencia y la rigidez a partir de la variación en el contenido de humedad del material. Se ha encontrado que cuando se alcanza este contenido de humedad específico, el material no presenta cambios dimensionales en su estructura y tampoco tendrá mayores variaciones en la resistencia mecánica a la compresión paralela. Variando el contenido de humedad durante un determinado tiempo se determinó el contenido de humedad al cual se estabilizó volumétricamente el material de estudio. Igualmente, se realizaron graficas de resistencia a la compresión vs. Contenido de humedad, encontrando un valor al cual la resistencia mecánica no disminuye a medida que aumenta la humedad en el material. Con estos resultados se definió un rango aproximado en el que se encuentra el Punto de Saturación de las fibras, el cual corresponde a un contenido de humedad del 34% +/- 3%. Con este valor, se pretende validar los datos contenidos en la NSR-10, en lo que corresponde a la Tabla G.12.7-5, la cual determina los coeficientes de modificación por contenido de humedad.

Palabras clave: Punto de saturación de las fibras, estabilidad volumétrica, resistencia a la compresión, contenido de humedad.

¹Universidad la Gran Colombia, Profesor Investigador estructuras, mateo.gutierrez@ugc.edu.co

²Universidad la Gran Colombia, Estudiante Ingeniería civil, jessikaisabel.bonilla@ulagrancolombia.edu.co

³Universidad la Gran Colombia, Estudiante Ingeniería civil, mariafernanda.cruz@ulagrancolombia.edu.co

⁴Universidad la Gran Colombia, Estudiante Ingeniería civil, juanguillermo.quintero@ulagrancolombia.edu.co



Propuesta para modificar los valores de diseño de conexiones a cizalladura doble del reglamento NSR-10

Proposal to change the values of strength in NSR-10 to design double shear joints

Fabián A. Lamus¹, Patricia Luna², Sofía Andrade³

Las conexiones empernadas solicitadas a cizalladura doble, son comúnmente empleadas en la construcción de estructuras de Guadua angustifolia rolliza, aunque la información disponible para el diseño de este tipo de conexiones es escasa. En el caso de la normatividad colombiana, en el capítulo G.12 del Reglamento Colombiano Sismo Resistente –NSR10 se han incluido valores de resistencia admisible al usar pernos de diferentes diámetros para los casos de carga paralela y carga perpendicular a la fibra, en ambos casos expresados en función únicamente del diámetro externo del culmo. Sin embargo, de acuerdo con la mecánica de materiales, es posible establecer que la resistencia depende de una amplia lista de parámetros, entre ellos la resistencia al aplastamiento, la resistencia al corte paralelo a la fibra de la pared del canuto y el área de contacto entre los elementos que conforman la conexión. En este documento se presenta una propuesta alternativa para el diseño de conexiones solicitadas a cizalladura doble, sustentada a partir de resultados experimentales. La resistencia de la conexión se establece en función del diámetro del perno, del espesor de la pared del culmo y del valor del esfuerzo cortante máximo en la sección. Para el caso de carga paralela a fibra, si se trata de compresión domina la resistencia al aplastamiento, mientras que para fuerzas de tracción la falla se presenta por corte paralelo a la fibra. La resistencia a carga perpendicular se calcula en función de la resistencia a corte paralelo a la fibra. Los ensayos fueron realizados sobre especímenes de guadua rolliza con diámetros variables entre los siete y catorce centímetros en los que se emplearon pernos de 3/8", 1/2", 5/8" y 3/4".

Palabras clave: *Guadua angustifolia*, Conexión, Cizalladura doble, NSR-10, Valores de resistencia.

¹ Universidad de La Salle, Profesor asistente, falamus@unisalle.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia, Profesor de cátedra, plunat@unal.edu.co

³ Universidad de La Salle, Profesor asistente, soandrade@unisalle.edu.co



Distribución de esfuerzos sobre la pared de la *Guadua angustifolia* Kunth Variedad Bicolor

José I. Cárdenas-Jiménez¹, Jesús F. Jurado¹, Carlos Vargas-Hernández

En el presente trabajo se analizó los factores que inciden en el comportamiento mecánico, en la dirección radial de la *Guadua angustifolia* Kunth Variedad Bicolor (GAKVB), para lo cual se analizó la morfología mediante la microscopía Electrónica (ESEM), el ordenamiento estructural con Difracción de Rayos X, Modulo de Elasticidad (MOE) mediante la técnica de Pulsos Sónico, así como también la densidad y contenido de Humedad. La correlación de los resultados permite explicar la propagación de fallas, en el material sometido a esfuerzos compresivos. Se encontró que la falla se extiende desde el interior hacia el exterior de la pared.

Palabras Claves: Guadua, Morfología, Elementos Finitos, Micro Deformaciones, Modulo de elasticidad

¹Propiedades Térmicas-Dieléctricas de Compositos: TDPC-Group. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.



Ecodiseño aplicado a un sistema constructivo prefabricado para losas y cubiertas a partir de viguetas de culmos de bambú presforzados

Eco-Design applied to a building system for prefabricated slabs and covers from prestressed bamboo culms joists

Verónica María Correa-Giraldo¹, Claudia Lilián Luque Rodríguez², Mathieu Queiros², María del Carmen Valentina Jordán Urioste², Luisa Fernanda Correa-Giraldo¹,

39

Se presenta la metodología, el proceso y principales hallazgos del desarrollo de Bambulosa®, un sistema constructivo prefabricado para losas de entrepiso y cubiertas, conformado por viguetas presforzadas de culmos de bambú (de diferentes especies), a partir de la aplicación de Ecodiseño.

La metodología de diseño inspirada en el ecodiseño, incluye estudios multidisciplinarios en paralelo que van desde la caracterización de bambúes mexicanos, hasta estudios de mecánica estructural del bambú, modelación numérica, análisis de ciclo de vida, bioclimática, logística para la producción semi-industrial, validaciones experimentales, estrategias de fin de vida útil, y desarrollo de co-productos, entre otros.

Dentro de los principales hallazgos técnicos, se presentan tablas de diseño estructural del sistema constructivo para diferentes claros, que se adaptan a las características geométricas más importantes a flexión de culmos de bambú comerciales en México de la especie guadua angustifolia.

Así mismo, se presenta un resumen del avance en la creación del paquete tecnológico del sistema constructivo y sus productos, como manuales de diseño, calidad, producción, soluciones constructivas, desarrollo de software, e ingeniería de detalle, que permitirán consolidar una adecuada introducción del producto en el mercado, a través de alianzas estratégicas para la transformación y comercialización en México y otros países productores de bambú, a partir del 2016.

El proyecto de desarrollo tecnológico ha sido liderado por un grupo empresarial mexicano, y se ha llevado a cabo gracias a la participación de Universidades y Centros de Investigación Mexicanos, investigadores independientes e integrantes de los departamentos de Innovación y Desarrollo de las empresas aliadas. De igual manera, la gestión del proyecto la lidera el grupo empresarial, el cual ha sido apoyado por diferentes instancias gubernamentales, entre las que se destaca el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT.

Palabras clave: ecodiseño, losas, presforzado, prefabricado, industrialización.

¹ Bambuterra®, Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico, veronica.maria.correa@gmail.com

² Kaltia®, Coordinación de proyectos de innovación con bambú, mathieu.queiros@kaltia.com.mx



Formulación del Plan Prospectivo y Estratégico para la Consolidación de la Cadena Productiva de la Guadua en la Cuenca Hidrográfica Del Rio Guarapas

Nelly María Mendez Pedroza¹, William Ignacio Montealegre Torres¹

La Cadena productiva de la guadua, se enfrenta a retos muy importantes y de gran complejidad para lograr ser competitiva, por ello, teniendo presente la trazabilidad en la aplicación de la Prospectiva Estratégica de la Organización, con el apoyo del grupo de investigación INYUMACIZO, después de generar un consenso en lluvia de ideas, decidió construir un Plan Prospectivo para la Cadena Productiva de la Guadua para la cuenca hidrográfica del río Guarapas, afluente del río Grande de la Magdalena parte alta, sur del departamento del Huila; este ejercicio ha permitido forjar un concepto claro y estratégico del plan prospectivo en una realidad fáctica.

Para ello, se ha enfocado el trabajo a través de construir de manera detallada el estado del arte, las tendencias con enfoque de innovación empresarial, el diseño de instrumentos de medición y los factores de cambio en el entorno, el cual nos permitirá generar una variables estratégicas, para tomar decisiones y conclusiones.

El objetivo de este ejercicio académico ha sido diseñar el Plan Prospectivo y Estratégico para lograr el escenario apuesta para consolidar la cadena productiva de la guadua para la cuenca hidrográfica del río Guarapas, ubicada al sur del departamento del Huila, parte alta del río grande de la magdalena, utilizando el modelo de Planeación Prospectiva y Estratégica, que consta de doce etapas, denominadas 1. Planear la planeación, 2. Definición institucional 3. Análisis de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva 4. Diagnóstico 5. Análisis FODA 6. Proyección 7. Planeación Prospectiva y Estratégica (Utilizar la plantilla del Plan prospectivo y estratégico) 8. Retos estratégicos 9. Diseño estratégico 10. Programación 11. Desarrollo de los planes, programas y proyectos y 12. Evaluación (Plan de Seguimiento).

El desarrollo de este plan prospectivo y estratégico para un sector alternativo de la economía del pequeño productor rural desde lo local a lo nacional, brindara una hoja de ruta en su ejecución, uniendo los esfuerzos del trípede Universidad - Empresa - Estado, como eje del desarrollo articulador y sostenible.

El III Simposio Internacional del Bambu y la Guadua, brinda el espacio para socializar los resultados, informar a la comunidad los esfuerzos realizados en el departamento del Huila y dialogar sobre los desarrollos futuros, desde el nivel local, nacional, hacia lo global.

¹Grupo de investigación del Macizo colombiano INYUMACIZO. Unad-Cead Pitalito.
nelly.mendez@unad.edu.co

La guadua como iniciativa de responsabilidad social empresarial en el marco del desarrollo sostenible

Jafet Samir González Gómez¹, Luz Stella Arenas Pérez², Jhon Antuny Pabón León³

El programa piloto de implementación de un sistema agroforestal como motor de desarrollo socioeconómico sostenible para el municipio de Bochalema, departamento de Norte de Santander y el proyecto de investigación Responsabilidad Social, estrategia clave para la vinculación universidad – empresa, liderados por el Grupo de Investigación para el Desarrollo Socioeconómico –GIDSE, de la Universidad Francisco de Paula Santander, pudieron valorar la reforestación como estrategia de Responsabilidad Social Empresarial, que teje los lazos pedagógicos, sociales, ambientales y empresariales del desarrollo sostenible del país logrando beneficiar a la colectividad y al sector empresarial en los ámbitos sociales, económicos y tributarios, así como los de relacionamiento con la comunidad y la marca.

El programa piloto busca fomentar la *Guadua angustifolia* en Norte de Santander como iniciativa de impacto socioeconómico para el Departamento en dos vías: la primera, recuperar y proteger el recurso hídrico y boscoso fortaleciendo la cultura ambiental de la población del municipio de Bochalema, afectado por las actividades económicas tradicionales como la minería del carbón, la tala de árboles y la extensión de la frontera pecuaria; la segunda, fomentar la guadua angustifolia como alternativa económica visibilizando sus posibilidades para la producción del acero vegetal, el mercado de la construcción sostenible y la bioarquitectura.

El 88% de Las empresas consultadas aplicaría a programas de reforestación a fin de acceder a beneficios fiscales, ambientales y el reconocimiento en la categoría de negocios o empresas verdes. Para la alianza UFPS-SENA-Municipio de Bochalema, la reforestación brinda todo un tejido sociocultural entre las instituciones públicas y educativas; las comunidades y las empresas visionan la ejecución de actividades para el cumplimiento de las políticas forestales y prácticas de Responsabilidad Social que le apuesten al desarrollo sostenible, entendidas como actividades económicas de interacción comunitaria y participativa para generar productos y subproductos primarios y secundarios con la guadua como potencial para el desarrollo del municipio y la región, en correspondencia con los principios constitucionales y legales.

Palabras Clave. *Guadua angustifolia*, Construcción sostenible, Desarrollo Sostenible, Responsabilidad Social

¹ Universidad Francisco de Paula Santander. Investigador del Grupo de Investigación para el Desarrollo Socioeconómico -GIDSE-. jasagogo89@gmail.com.

² Universidad Francisco de Paula Santander. Directora Plan de Estudios de Administración de Empresas. luzstellaap@ufps.edu.co.

³ Universidad Francisco de Paula Santander. Docente Departamento Ciencias Administrativas. jhonantuny@ufps.edu.co.



La guadua como factor de organización social

Juliana María Damelines Pareja¹, Jeny Marcela Rojas², Neide Maria Almeida Pinto³, Ana Louise de Carvalho Fiúza⁴

La guadua es una de las principales fuentes maderables de la región cafetera, la cual ha estado presente en el desarrollo de la economía y la cultura local a través de su historia, hasta el punto de convertirse en parte fundamental tanto de la ideología local como de la reciente nominación de Paisaje Cultural Cafetero.

Éstas características catalogan así a la guadua como un constitutivo social que favorece el desarrollo de técnicas, la diversificación de la actividad económica, los mercados de trabajo (familiares y locales) y el mantenimiento de los recursos de la región. Es por ello que desde la Asociación Ambiental Amerindia Fértil, queremos por un lado mostrar nuestra experiencia de trabajo con el vivero de producción de guadua, y a su vez proponer una metodología de trabajo con comunidades y personas vinculadas a la su producción, de manera que podamos generar un programa piloto de organización social en torno a la guadua.

Dicha metodología plantearía por un lado identificar y analizar la literatura generada en torno a la producción, comercialización y el desarrollo de técnicas de uso y explotación de la guadua, así como fortalecer la definición de los actores en la producción como: familias rurales, comerciantes y trabajadores, organizaciones o asociaciones locales, instituciones gubernamentales y la academia. Buscamos con ésta metodología fortalecer nuestro plan de trabajo cuyo objetivo fundamental es la producción y mantenimiento de los recursos forestales del Paisaje Cultural Cafetero, a través del trabajo comunitario y la generación de sinergias en espacios de encuentro e intercambio de saberes.

Palabras clave: Guadua, Organización Social, Producción de Guadua, Actores de la Guadua, Paisaje Cultural Cafetero.

¹ Universidade Federal de Viçosa –UFV- (Brasil) y Asociación Ambiental Amerindia Fértil (Colombia), Investigadora y Mestranda en Economía Doméstica, juliana.damelines@gamil.com

² Asociación Ambiental Amerindia Fértil (Colombia), Investigadora y Coordinadora de Mercados, jenymarcelarojas@hotmail.com

³ Universidade Federal de Viçosa –UFV- (Brasil) Profesora Asociada al Departamento de Economía Doméstica en la Universidad Federal de Viçosa, y es vicelíder del grupo de estudios Rurales-ruralidades y Agricultura Familiar – GERAR-, nalmeidapinto@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Viçosa –UFV- (Brasil) Profesora asociada al programa de posgrado en Extensión Rural de la Universidad Federal de Viçosa y es líder del grupo de estudios Rurales-ruralidades y Agricultura Familiar – GERAR-, louisefiúza@gmail.com



O bambu e a arquitetura contemporânea no Brasil: espaços de uso coletivo no estado de São Paulo

Mirella Nass Ruggeno

Atualmente a utilização de recursos naturais tornou-se uma questão enfática e amplamente debatida, tendo a sustentabilidade como premissa. No que se refere à sustentabilidade na arquitetura, um ponto importante é a mudança de paradigma com relação à utilização de materiais naturais, como terra crua e bambu, entre outros. Projetos arquitetônicos contemporâneos, que retomam a utilização destes materiais, contribuem significativamente para esta mudança. Mais ainda, quando estas edificações são de uso público, coletivo.

O presente artigo aborda quatro exemplos de equipamentos de uso público, no Estado de São Paulo, Brasil, que utilizaram bambu como material construtivo: Centro Comunitário de Cambury, Centro Educacional para a Sustentabilidade (CES) Alphaville, Casa do Artesão e Atendimento ao Turista de Piracaia e Centro de Cultura Max Feffer. Obras que têm em comum o caráter educacional, comprometidas com a difusão do conhecimento e relacionadas diretamente à sustentabilidade; preocupação esta que é demonstrada na escolha dos materiais empregados em suas construções, sendo o bambu elemento estrutural de destaque. A possibilidade de realização de obras, com enfoque social, possibilita a divulgação do bambu como material possível para a construção da arquitetura contemporânea.

Estas quatro obras selecionadas foram analisadas considerando dois enfoques principais: o primeiro aborda os aspectos técnicos referentes à utilização do bambu como elemento construtivo estrutural e as soluções adotadas em cada projeto; o segundo baseia-se em um viés mais sensível analisando as concepções arquitetônicas intrínsecas e particulares em cada projeto. São enfoques complementares que propiciam o entendimento de cada obra arquitetônica de forma integral.

Palavras-chave: Bambu. Sustentabilidade. Sistemas e processos construtivos



¹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Universidade de São Paulo - Arquiteta e Urbanista, Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela FAU-USP, Pesquisadora do Laboratório de Culturas Construtivas LCC/FAU-USP, E-mail: mirella@usp.br

Procesos industrializados de guadua para sistemas de construcción arquitectónica

Oscar Fabián Martínez Guerrero

Con la alianza estratégica entre el SENA y MUISKAY SAS, se está desarrollado un nuevo sistema de construcción que contribuye a mitigar el impacto de la construcción convencional que aporta el 60% de la contaminación mundial, poniendo en riesgo la preservación de la vida. También ofrecerá a más de 4 millones de familias de bajos recursos en Colombia que no poseen vivienda, una nueva alternativa económica, ecológica y adaptable que se pueda masificar para mitigar dicho déficit.

44

El proyecto consiste en un sistema de vivienda prefabricada que se constituye a partir de un módulo espacial estándar de 9 m² que replica para conformar diseños con infinitas posibilidades de formas y tamaños, para adaptarse a las diferentes condiciones socioculturales, geográficas y económicas de las familias en cualquier lugar del país. Es un sistema modular en el que cada familia puede diseñar y construir su propia vivienda con ayuda de amigos y vecinos para generar sentido de apropiación y reducir costos de mano de obra. El sistema constructivo se constituye por tableros de guadua livianos y transportables, conformados a partir del prensado de esterillas con un desperdicio del 7%, para lo cual se diseñó la menor cantidad de procesos y máquinas en frío, buscando la mínima transformación del material para su máximo aprovechamiento y conservando la sílice para la protección de la fibra.

Las dimensiones del tablero son de 150 cm x 240 cm con espesores hasta de 3 cm con solo dos capas de esterilla en contraposición para balancear la deformación. Dado que la esterilla es de forma irregular, estriada y no se pretende realizar maquinados para su homogenización geométrica, se desarrolló un adherente expansivo de estructura alveolar que une las esterillas por amarre microscópico de las partículas de celulosa, y que se expande para rellenar los vacíos dando uniformidad y ligereza a la masa del tablero, además de otorgarle características térmicas y acústicas por su estructura de colmena.

En conclusión, este sistema constructivo pretende masificar la construcción de vivienda a través de tecnologías sostenibles que solucionen las necesidades del presente y garantizando la existencia de recursos en el futuro para las generaciones venideras.

Palabras clave: naturaleza, humanidad, industrialización, autoconstrucción, adaptabilidad

¹Centro de Tecnologías para la Construcción y la Madera SENA; MUISKAY SAS
fabian.martin@misena.edu.com; muiskay@hotmail.com



Propuesta para una industria artesanal de muebles de bambú. Proposal for a bamboo furniture artisanal industry

Carlos Chávez Aguilera

En los estados mexicanos de Puebla y Veracruz, en los últimos cincuenta años, han surgido talleres artesanales productores de muebles de bambú y unos cientos de artesanos que practican el oficio con gran destreza, aunque por una deficiente aplicación de técnicas de preservación, secado y manufactura, han tenido muchos problemas de calidad que han causado en el público consumidor una mala imagen de los muebles de bambú. Los artesanos han manifestado por diversos medios su deseo de corregir esta situación para aumentar su mercado incluyendo la exportación de sus productos, lo que en las condiciones actuales, se ve difícil que puedan lograrlo sin un replanteamiento general de las técnicas en procesos tanto primarios como secundarios, así como nuevos diseños.

Conociendo estos problemas, en la carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México, se han realizado, a partir de 2010, varios proyectos de Investigación que conforman un paquete tecnológico para una Industria artesanal sustentable de muebles de bambú que comprende equipos, procesos y productos, con el objetivo de preservar la riqueza de la mano de obra artesanal, mejorar sus condiciones de trabajo; elevar la calidad de los productos y la rapidez de fabricación. Todo esto incorporando algunos procesos usuales en la industria del mueble y diseñando equipos como mesas de trabajo para corte transversal, perforación y ensamble de bastidores y cuerpos; y los productos factibles de fabricarse con ellos, un ejemplo de éstos son los muebles listos para armarse o RTA.

Los productos obtenidos hasta la fecha son: prototipos de los equipos para procesos secundarios y un mueble RTA. Los equipos para procesos primarios como preservación y secado se terminarán en una etapa posterior. Los resultados académicos han sido altamente satisfactorios incorporando alumnos como colaboradores en los proyectos con fines de servicio social, práctica profesional y titulación.

Palabras clave: Bambú, muebles, diseño, industria artesanal.

¹Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Carrera de Diseño Industrial. Profesor de carrera. arquichavez.c@gmail.com

Caracterización térmica y mecánica de un adhesivo orgánico para guadua

Thermal and mechanical characterization of an organic adhesive for guadua

Fernando Gordillo-Delgado¹, Jesús Plazas-Saldaña², Juan Camilo Cardona³

Los adhesivos son un insumo básico en la industria maderera dedicada a la fabricación de muebles, de materiales de construcción o de elementos decorativos. Los fabricantes deben garantizar la estabilidad de la estructura frente a factores como la humedad, la temperatura y los esfuerzos mecánicos. Por esta razón los pegamentos han de tener características adecuadas para cada uso y tipo de madera. Entre los adhesivos sintéticos con mayor eficacia se encuentra el fenol-urea-formaldehído, un adhesivo que presenta desventajas como el alto consumo de energía para su producción y el precio de su principal componente, el fenol. En este trabajo se caracterizaron térmica y mecánicamente elementos estructurales de *Guadua angustifolia*-Kunth fabricados con un adhesivo preparado con aceite vegetal no comestible de bajo precio, obtenido de semillas de higuerilla. Los respectivos valores de los parámetros termofísicos y del coeficiente de dilatación térmico del adherente se estimaron por medio de técnicas fototérmicas para probar su estabilidad frente a cambios de temperatura. La eficacia del adhesivo se comprobó a través de pruebas de desencolado y de resistencia a la cizalladura para conocer las propiedades de firmeza de las uniones encoladas para uso estructural. Los resultados que se obtuvieron pueden llevar a suplir una necesidad local de la emergente industria nacional de la guadua, como ecomaterial. Este adhesivo orgánico no solamente tendría un precio estimado 40 % más bajo que el de los convencionales, con lo que se reducen los costos de producción, sino que también reafirma la característica de amigable con el medio ambiente del producto final. Se encontró que la resistencia a la cizalladura y el porcentaje de desencolado son semejantes a los reportados para elementos fabricados con urea formaldehído.

Palabras clave: Adhesivo orgánico, guadua, parámetros termofísicos, pruebas mecánicas, fotoacústica

¹ Universidad del Quindío, docente, fgordillo@uniquindio.edu.co

² Universidad del Quindío, Estudiante de la Maestría en Química, jps92q@hotmail.com

³ Universidad del Quindío, Estudiante del Programa de Química, camiloo112@hotmail.com



La vivienda con bambú en México

Álvaro Hernández¹, Agustín Hernández²

Las condiciones climáticas, permiten tener regiones tropicales aptas para el cultivo del bambú, más de 36 especies nativas e introducidas son el capital potencial del país, 8 especies son las utilizadas en la construcción.

La vivienda con bambú en México, es muy conservadora, tradicionalmente se ha utilizado desde la época prehispánica, evidencias como el código azteca mencionan su uso, las nuevas técnicas importadas con la conquista, no declinaron su uso en las casas tradicionales campesinas.

Las especies nativas *Otatea acuminata* y *Guadua aculeata*, son usadas en la construcción en casi toda la vivienda; rolliza, esterilla o latas, con el sistema de bajareque. La nueva valoración social, cultural y el desconocimiento de sus potencialidades han mantenido al bambú como producto de la subcultura, y por ende se le confiere a la vivienda, siendo desplazado por materiales de precio internacional.

En 1995 Bambuver pionera en el estudio, propagación cultivo e industrialización, inicia actividades con especies introducidas. Eventos internacionales en los años 2005, 2008 y 2012, definieron el inicio del bambú en México. Instituciones, académicos y expertos Colombianos, compartieron experiencias relacionadas con el bambú.

De lo anterior, instituciones gubernamentales promueven apoyos, a través de asociaciones, uniones y fundaciones, para la promoción y desarrollo, concretándose en cultivos y plantaciones en los estados de Puebla, Veracruz, Chiapas y Sinaloa, etc. de las especies *Oldhamii* y *Angustifolia*. Los resultados fueron varios modelos de vivienda en Veracruz y Puebla, con sistemas constructivos similares de países avanzados.

La investigación y experimentación de las potencialidades estructurales aplicadas a la vivienda han sido a nivel de tesis profesionales, estudios para el mejor conocimiento físico y mecánico de elementos estructurales del sistema constructivo, sin llegar a la construcción de prototipos.

La falta de legislación en la cadena productiva y como material de construcción, ha restringido su uso en la vivienda de interés social. Como material natural ha encontrado usuarios con conciencia ecológica y con un nivel económico e intelectual alto.

Los resultados identifican el estado del arte de la construcción de vivienda con bambú, especies, revisión bibliográfica e investigaciones académicas.

Palabras clave: vivienda, *Guadua aculeata*, prototipos, sistema constructivo

¹Facultad de Arquitectura UNAM, Estudiante de Doctorado, alhersa5@hotmail.com

¹Facultad de Arquitectura de la UNAM., Doctor en Arquitectura, ahh@unam.mx



Diseño ergonómico de equipos para transformar bambú en talleres artesanales en Veracruz, México

Ergonomic design of equipment to transform bamboo in artisanal workshops in Veracruz, Mexico

María Fernanda Gutiérrez Torres

Este documento forma parte de un proyecto de investigación conjunta desarrollada en la Carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la cual se han documentado los procesos de transformación básicos que llevan a cabo los artesanos para fabricar muebles con bambú cultivado en el estado de Veracruz, México. Se identificaron diversos problemas asociados a las condiciones de trabajo, que afectan a la vez la calidad de los muebles y la salud de los artesanos. En la República Mexicana hay carencia de estudios relacionados con estos problemas.

Se presenta la propuesta de la intervención tecnológica que implica la aplicación de la Ergonomía en el diseño de los equipos para sugerir recomendaciones y evitar posturas forzadas, movimientos extremos y lesiones en espalda, brazos y piernas. Se divide en dos partes: La primera consiste en definir el marco teórico para conocer los fundamentos de la ergonomía aplicada en el ámbito laboral para comprender la interacción del trabajador/usuario con otros elementos que integran el sistema (las herramientas, el equipo y el ambiente de trabajo); conocer los principios acerca de la postura para evitar problemas musculo--esqueléticos relacionados con las tareas, al establecer los lineamientos para identificar, evaluar y controlar los factores que causan accidentes y enfermedades de trabajo. La segunda parte se refiere a la descripción y evaluación de las condiciones actuales de un grupo de artesanos que labora en pequeños talleres que fabrican muebles de bambú en la localidad de Monte Blanco, en el estado de Veracruz; para conocer sus características, capacidades y habilidades con el objetivo de considerarlas como requerimientos en el diseño de equipos. Como consecuencia, se modificaron las posturas y las actividades de los artesanos en el manejo de los equipos diseñados bajo principios ergonómicos que proponen mejoras en los procesos y en consecuencia en la calidad de los productos.

Palabras clave: Diseño ergonómico, bambú, transformación, equipos.



Metodología constructiva de puentes peatonales modulares sostenibles de bajo costo

Construction methodology of sustainable and low – cost modular pedestrian bridges

Carlos Urazán¹, Fabián Lamus² y Sofía Andrade³

Colombia, al igual que muchos otros países en vía de desarrollo, presenta carencias infraestructurales que imposibilitan la movilidad, lo que se traduce en la dificultad de conectar adecuadamente poblaciones y la red vial para el traslado de insumos y productos agrícolas, así como en la limitación de la calidad de vida de las comunidades al no poder moverse o arriesgar sus vidas en situaciones cotidianas como el viaje de los niños a las escuelas, el desplazamiento al trabajo e incluso a visitas médicas, especialmente cuando hay crecientes de los ríos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la validación técnica y experimental de un tipo de puente peatonal modular construido con *Guadua angustifolia* Kunth (guadua), mediante la construcción y prueba de carga de un prototipo a escala real de un puente compuesto por varios módulos, para ser usados en luces de hasta 28 metros. La selección de la guadua como material estructural, se debió a que presenta un buen comportamiento sísmico resistente, así como una alta relación entre la resistencia y su peso, es un material regional y autóctono que puede ser aprovechado, que requiere la utilización de herramienta manual de bajo costo, empleo de pocos trabajadores y su aprovechamiento genera un bajo nivel de contaminación ambiental; en resumen es un material con un gran potencial sostenible.

En este trabajo se presenta la metodología constructiva, el análisis de tiempos, movimientos y costos durante la elaboración de cada uno de los módulos que conforman el puente y un estimativo del presupuesto, llegando a resultados muy favorables en comparación con otros tipos de puentes peatonales.

Palabras clave: Puentes Peatonales, Guadua Angustifolia, Proceso Constructivo, Análisis de Tiempos

¹Universidad de La Salle, Profesor Titular, caurazan@unisalle.edu.co

²Universidad de La Salle, Profesor Asistente, falamus@unisalle.edu.co

³Universidad de La Salle, Profesor Asistente, soandrade@unisalle.edu.co



Comportamiento a flexión de vigas compuestas naturales

Flexural behavior of natural composites beams

M.L.Sanchez¹, L.Y.Morales², D. Baquero³, J.Marquinez⁴, J.Monsalve⁵, Y.Diaz⁶

La utilización de nuevos materiales se ha convertido en una necesidad vital en la ingeniería civil, fundamentalmente en América Latina, que cuenta con abundantes recursos naturales que pueden ser utilizados contribuir con la solución a problemas como la crisis habitacional por la cual atraviesa gran parte de la población que se encuentra ubicada fuera del perímetro de las grandes urbes. Uno de los materiales naturales de mayor disponibilidad en Colombia es el bambú de la especie *Guadua angustifolia* Kunth, cuya utilización se encuentra adecuadamente normalizada para su uso en el diseño sismo resistente en el actual Reglamento Colombiano de Diseño Sismo-Resistente. Tomando como referencia las actuales normas colombianas para la caracterización física y mecánica de la Guadua rolliza para uso estructural y de acuerdo la teoría para el diseño de laminados compuestos, se presenta este trabajo, cuyo objetivo general es el diseño y fabricación de una viga laminada a partir de la utilización de latas de guadua y resina vegetal como adhesivo. Para la confección de la viga se utilizó Guadua Angustifolia libre de defectos, preservada y tratada con edad comprendida entre 4 y 6 años. La resina vegetal utilizada en la confección de la viga fue Colofonia de madera, catalizada con productos usualmente utilizados para catalizar resinas poliméricas. El comportamiento mecánico de la viga fue comprobado con ensayos de flexión, en los cuales fue determinada la resistencia a flexión del compuesto natural. Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores obtenidos para un laminado conformado por latas de guadua y resina epóxica como como adhesivo

Palabras clave: compuestos naturales, bambú, guadua, flexión, propiedades mecánicas

¹ Universidad Militar Nueva Granada, Profesor Auxiliar, martha.sanchez@unimilitar.edu.co

² Universidad Militar Nueva Granada, Profesor Asistente, luz.morales@unimilitar.edu.co

³ Universidad Militar Nueva Granada, estudiante, u1101844@unimilitar.edu.co

⁴ Universidad Militar Nueva Granada, estudiante, u1101890@unimilitar.edu.co

⁵ Universidad Militar Nueva Granada, estudiante, u1101895@unimilitar.edu.co

⁶ Universidad Militar Nueva Granada, estudiante, u1101862@unimilitar.edu.co