



EXPLORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL BAMBÚ GUADUA ANGUSTIFOLIA

Estancia de Investigación Programa
DELFIN 2025

Facultad de Arquitectura

Manuel Fernando Martínez Forero

N.º ARAR1/2026



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia





UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Explorar el comportamiento estructural del bambú
Guadua angustifolia Kunth



HÀBITAT TECNOLÒGIC Y CONSTRUCCIÒN

Semillero Materiales y Procesos Constructivos MAT+ PRO

ESTANCIA DE INVESTIGACIÒN PROGRAMA DELFIN 2025





INVESTIGADOR

Manuel Fernando Martínez Forero

SEMILLEROS

Arturo Vega Haro
Tecnológico de Estudios
Superiores de San Felipe
del Progreso



Luis Noé García Valencia
Universidad Veracruzana



Fernando Ronquillo Sánchez
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla



Alejandra Rodríguez Abundis
Universidad de Guadalajara



Héctor Orozco García
Universidad de Guadalajara



Miguel Ángel Marrón Arévalo
Instituto Tecnológico de
Chetumal



CONTACTO

manuel.martinez@ugc.edu.co
hectororozcogarcia32@gmail.com
arturovegaharo19@gmail.com
miguelmarron617@gmail.com
ale.roab0704@gmail.com
fronquill8@gmail.com
lugava.of@gmail.com

Resumen

Se propuso el estudio de la *Guadua angustifolia Kunth* como biomaterial para la construcción, mediante ensayos de laboratorio y el diseño y fabricación de dos prototipos: una cubierta y un puente en bambú. El objetivo fue reconocer su comportamiento estructural, resistencia y propiedades, así como determinar las características y parámetros de diseño en el uso de uniones estructurales y componentes necesarios para su conformación. Se confirmó la importancia de la planeación y la solución de detalles en el proceso de montaje, acorde con las configuraciones geométricas planteadas en la planimetría y el modelado de las estructuras, para obtener resultados eficientes.

Palabras clave

Bambú, guadua, montaje, uniones estructurales.

Abstract

The study of the Kunth Angustifolia guadua as a bio-based material for construction was proposed through laboratory tests and the design of two prototypes: Roof and Bridge with Bamboo (*Guadua Angustifolia Khunt*) to determine the structural behavior, resistance, and properties of the material; likewise, to determine the characteristics and design parameters in the use of structural joints or components necessary for its conformation. The importance of planning and construction detail solution is remarkable and must be solved according to the geometrical configurations proposed in the designs and structural models to obtain efficient results.

Keywords

Bamboo, guadua, assembly, structural joints.

Cómo citar / How to cite?:

Martínez Forero, M. F. (2026). Explorar el comportamiento estructural del bambú guadua angustifolia [documento de trabajo n.º ARAR1]. Universidad La Gran Colombia.
<https://hdl.handle.net/11396/9108>

1. Introducción

El bambú *Guadua angustifolia Kunth* es una especie nativa de América del Sur y Central. Se caracteriza por su rápido crecimiento, alcanzando alturas de hasta 25 m y diámetros entre 10 y 25 cm, con un promedio de crecimiento diario cercano a 10 cm. Gracias a sus excelentes propiedades mecánicas en la dirección axial del culmo, ha sido utilizado con frecuencia en la construcción de viviendas rurales y estructuras temporales. Por ello, constituye una alternativa potencial para contribuir a la solución del déficit habitacional mundial.

Las partes principales de la guadua son: el rizoma, el culmo o tallo, las ramas y las hojas. El culmo se caracteriza por su forma cilíndrica y hueca, es un material funcionalmente graduado ya que la densidad de las fibras aumenta radialmente hacia la corteza, mientras que la superficie interna es relativamente blanda: además de que está dividido en segmentos que los separan los entrenudos compuestos de la cepa, la basa y sobrebasa. El rizoma es el sistema de soporte de la guadua, este se ramifica para crear nuevos brotes de guaguas (Takeuchi, 2014).

En cuanto a la resistencia del material y su comportamiento físico mecánico, la guadua presenta una alta resistencia a la tracción paralela a la fibra debido a la orientación axial de las fibras y su concentración en la pared externa. La resistencia a la tensión paralela a las fibras se disminuye en la sección de la guadua con nudo, puesto que la orientación de algunos haces vasculares hace que el nudo sea la parte débil (Osorio, J. A. 2006). Sin embargo, su resistencia varía de acuerdo con su humedad, edad, el lugar de su cosecha, las condiciones de cultivo y el estado general de la misma (Takeuchi, 2014).

Se han propuesto muchos tipos de juntas estructurales para conectar los culmos de bambú descritos en distintos documentos e investigaciones, y se presentan varias alternativas en diferentes normativas, sin embargo, las irregularidades propias del material generan dificultades en su fabricación, estandarización y uso masivo, (Martínez Forero, 2018).

Las uniones de bambú han evolucionado para incorporar varillas, pernos, ganchos y mortero que se utiliza para rellenar los culmos y evitar el pandeo de las paredes. Otras conexiones modernas de culmo de bambú, que son relativamente costosas, utilizan piezas metálicas sofisticadas y/o materiales epoxi (Martínez 2018).

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Reconocer el comportamiento de la guadua como elemento estructural en procesos constructivos.

2.2 Objetivos específicos

Identificar las características físicas y constructivas de la guadua.

Reconocer mediante ensayos de laboratorio el comportamiento del material a compresión y a tracción.

Desarrollar prototipos para experimentar en escala real las particularidades del material y el proceso constructivo.

3. Desarrollo de la estancia

3.1. Metodología

Se consideró una aproximación mixta, cualitativa y cuantitativa, con un enfoque práctico, partiendo de una consulta bibliográfica y lectura de referentes para continuar con talleres prácticos, ensayos de laboratorio, talleres de diseño y fabricación de prototipos a escala.

3.2. Ensayos mecánicos

Las pruebas mecánicas se refieren a un conjunto de procedimientos utilizados para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales, garantizando su idoneidad para aplicaciones específicas. Estas pruebas son una parte vital del control de calidad en el mecanizado y la fabricación. Al simular tensiones y condiciones del mundo real, las pruebas mecánicas ayudan a determinar si un material cumple las normas de seguridad y rendimiento requeridas.

En nuestro caso, era importante entender cómo se comporta la guadua cuando se somete a fuerzas de compresión y tracción, ya que estas son muy comunes en la construcción. Esto se debe a que la guadua se utiliza frecuentemente como material estructural en columnas, vigas y elementos de armaduras.

3.2.1. Preparación de pruebas de compresión

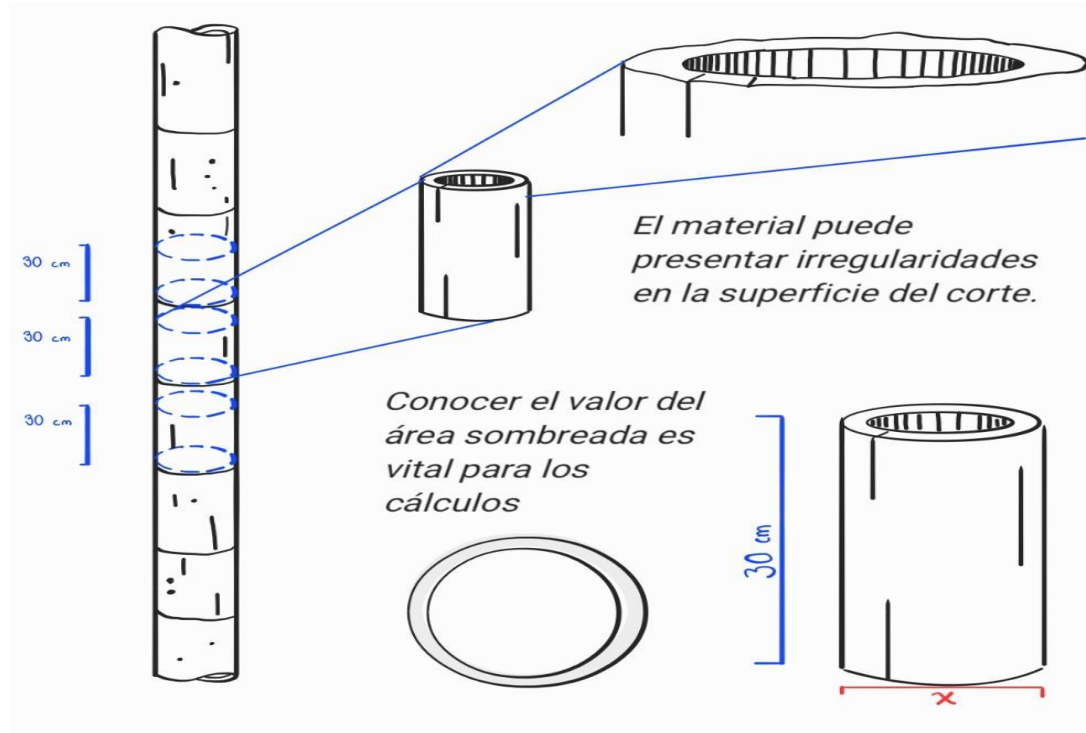
Las pruebas de compresión evalúan el comportamiento de un material bajo cargas aplastantes o compresivas. Esta prueba determina la capacidad del material para soportar fuerzas que lo empujan unido. Es ampliamente utilizado para materiales que se espera que soporten tensiones compresivas durante el funcionamiento, como el hormigón, la cerámica y algunos metales.

Las pruebas de compresión proporcionan datos sobre:

- Fuerza compresiva: el esfuerzo máximo que un material puede soportar antes del fallo.
- Deformación: cuánto comprime un material bajo carga.
- Módulo de elasticidad: rigidez durante la compresión.

Para adaptar la prueba de compresión a un elemento de guadua, fue necesario seleccionar tallos adecuados y realizar cortes que permitieran obtener una probeta de 10 cm de altura sin la presencia de nudos (figuras 1 y 2). Se prestó especial atención a que las superficies de contacto fueran lo más uniformes posible, con el fin de asegurar que la carga se distribuyera de manera homogénea en toda la circunferencia del extremo, esto evitó que ciertas zonas recibieran mayor esfuerzo que otras durante el ensayo, adicionalmente se registró el porcentaje de humedad de cada muestra.

Figura 1. Preparación de probeta para ensayo de compresión de guadua.



Nota. Las probetas fueron seleccionadas de manera que no se presentara nudos en los elementos. Fuente: elaboración propia.

Al finalizar la prueba, se registró la resistencia máxima en kilo newtons (kN), la cual se dividió entre el área de la sección transversal para obtener el esfuerzo de compresión. Dado que la guadua es un material natural e irregular, se promediaron los diámetros interior y exterior de la probeta para calcular el área efectiva con base en la fórmula del anillo circular.

Figura 2. Ensayo de compresión en probeta de guadua.



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Preparación de pruebas de tracción

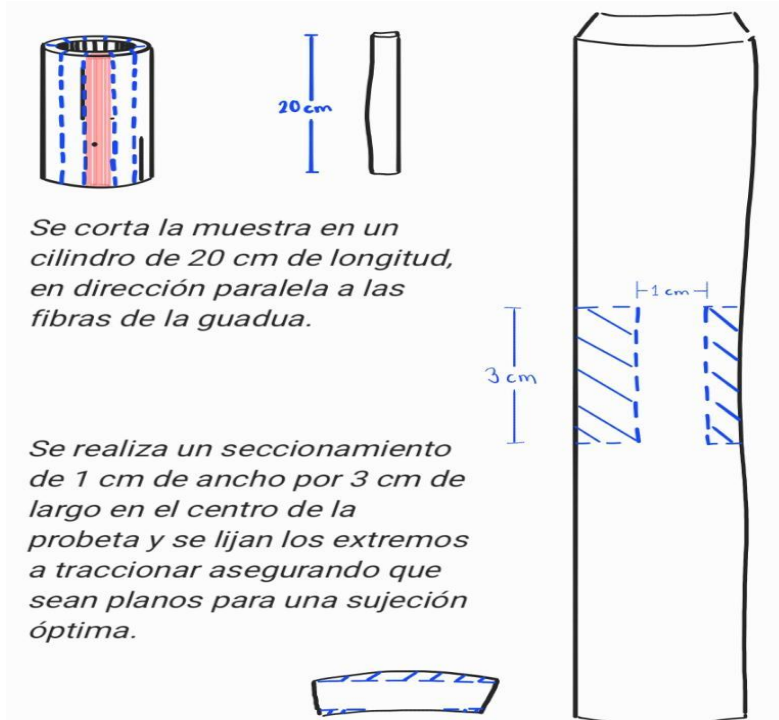
Las pruebas de tracción proporcionan una curva de tensión, que representa visualmente el comportamiento mecánico de un material. Esta curva destaca las regiones elástica y plástica, mostrando cómo un material pasa de deformación reversible a cambios irreversibles. Normas como ASTM E8/E8M e ISO 6892-1 garantizan la coherencia en los procedimientos de ensayo, incluido el tamaño de la muestra y las condiciones de ensayo.

Durante las pruebas de tracción, se recogen puntos de datos clave para evaluar el rendimiento del material:

- Fuerza de tracción máxima: el esfuerzo máximo que puede soportar un material antes de romperse.
- Fuerza de rendimiento: el punto en el que un material comienza a deformarse de forma permanente.
- Elongación al fracaso: la medida en que un material se extiende antes de romperse.
- Módulo de Young: medida de rigidez o resistencia a la deformación elástica.

Para llevar a cabo el ensayo de tracción, se extrajeron secciones longitudinales del tallo de guadua, obteniendo probetas con un ancho aproximado de 3 cm y una altura de entre 20 y 22 cm (figura 3).

Figura 3. Preparación de probeta para ensayo de tracción de guadua.



Nota. Dadas las condiciones geométricas del material las dimensiones de las probetas son aproximadas en su sección transversal. Fuente: elaboración propia.

En la zona central de cada probeta se realizaron hendiduras o muescas simétricas en ambos lados, con una longitud de 3 cm y un ancho de 1 cm (figura 4), esto con el objetivo de inducir la ruptura en dicha área. La intención fue reducir el área transversal en esa sección hasta aproximadamente 1 cm², pero, debido a la dificultad para obtener una medida exacta, se registraron las dimensiones reales para el posterior cálculo preciso del área transversal efectiva.

Figura 4. Recolección de probetas para ensayos de tracción y compresión.



Fuente: elaboración propia.

Fue necesario lijar tanto la cara exterior como la interior de las probetas en las zonas de sujeción, con el fin de eliminar la curvatura natural de la guadua y asegurar un mejor agarre de las mordazas de la máquina universal de ensayos, evitando así posibles deslizamientos durante la prueba.

Figura 5. Ensayo de tracción en probeta de guadua.



Fuente: elaboración propia.

3.2.3 Taller de prototipos

La elaboración del prototipo del puente reciproco y la cubierta paraboloides con guadua, busca resolver problemas de montaje y uso de uniones factibles en la elaboración de sistemas estructurales, para entender el comportamiento natural del material ante distintos procesos constructivos, retomando el análisis y modelado geométrico planteado previamente en el diseño.

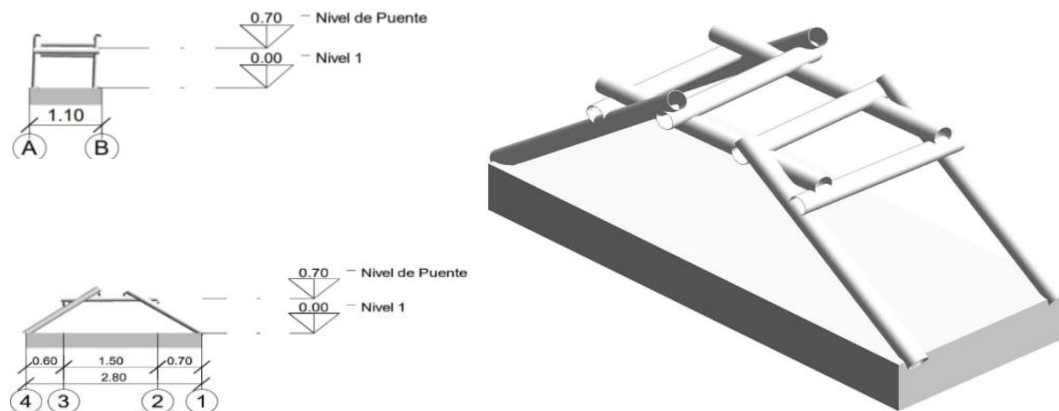
Puente Sustentable con Guadua Angustifolia Khunt

Prototipo de puente basado en el concepto del puente reciproco de Leonardo DaVinci con el objetivo de facilitar la construcción de la estructura y permitir un mayor enfoque en la confección de uniones de armado sencillo con varilla roscada y cortes rectos

Está conformado por dos elementos dispuestos simétricamente, cada uno compuesto por dos tallos de guadua paralelos de 1.5 metros, unidos mediante dos travesaños de guadua de la misma medida. Estos elementos se sostienen mutuamente y, al mismo

tiempo, descansan sobre otros dos tallos de 2 metros, los cuales contribuyen a formar el claro del puente (figura 6).

Figura 6. Planimetría de prototipo puente sustentable con Guadua Angustifolia Khunt.



Fuente: elaboración propia.

Este proyecto busca poner a prueba las propiedades mecánicas de la guadua en condiciones de compresión, tracción y flexión.

Figura 7. Registro fotográfico prototipo Puente Sustentable con Guadua Angustifolia Khunt.



Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

Los ensayos mecánicos realizados evidenciaron que la *Guadua angustifolia Kunth* posee una alta resistencia a la compresión y a la tracción, especialmente en secciones libres de nudos, lo que confirma su potencial como material estructural en sistemas constructivos.

La variabilidad natural del bambú, asociada a factores como la humedad, la edad y las condiciones de cultivo, implica la necesidad de establecer parámetros de selección y

control de calidad para garantizar un desempeño uniforme en aplicaciones arquitectónicas.

La experimentación con prototipos a escala real permitió identificar ventajas en el uso de uniones simples con varilla roscada y cortes rectos, aunque también se evidenció la importancia de seguir investigando soluciones más estandarizadas y eficientes para un uso masivo.

El proceso de diseño y montaje demostró que la planeación detallada y la resolución de aspectos geométricos son fundamentales para lograr estructuras estables y funcionales, reafirmando la relevancia del modelado previo en proyectos con materiales naturales.

En conjunto, los resultados confirman que la guadua es un biomaterial viable para la construcción sostenible, capaz de aportar soluciones innovadoras al déficit habitacional, siempre que se acompañe de investigación continua en técnicas de unión y normativas específicas.

5. Referencias

- Martínez Forero, M. F. (2018). *Mejoramiento de uniones estructurales de bambú-guadua angustifolia kunth para la conformación de sistemas reticulados*.
- Osorio, J. A. (2006). *Caracterización de la estructura interna de la Guadua angustifolia Kunth y su relación con sus propiedades mecánicas*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60134>
- Takeuchi, C. P. (2014). *Caracterización mecánica del bambú guadua laminado para uso estructural*.



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia