

# LA GUADUA

(*Guadua angustifolia*) Kunth: El oro verde por descubrir

Compilador  
Daniel Acosta-Leal

# LA GUADUA

(Guadua angustifolia) Kunth: El oro verde por descubrir

## **Compilador**

Daniel Acosta-Leal

## **Autores**

Daniel Acosta-Leal  
Roger Fabián García Díaz  
Camilo González-Martínez  
Cristian Camilo Pérez  
Deisy Forero Castiblanco  
Germán Alfonso Mahecha Vásquez  
Lizeth Angélica Herrera Silva  
Cesar Andrés Nieto Castillo

La Guadua (*Guadua angustifolia*) Kunth: el oro verde por descubrir / Roger Fabián García Díaz, Camilo González-Martínez, Cristian Camilo Pérez...[y otros 4]. ; compilador Daniel Acosta-Leal. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, 2021.

ISBN digital 978-958-763-478-5

ISBN Impreso 978-958-763-482-2

113p. il.

1. Bambú -- Cultivos y medios de cultivo -- Colombia 2. Bambú -- Variedades -- Colombia 3. Bambú -- Producción -- Colombia 4. Guadua -- Cultivos y medios de cultivo -- Colombia 5. Guadua - Producción -- Colombia i. González-Martínez, Camilo ii. Pérez, Cristian Camilo iii. Forero Castiblanco, Deisy iv. Mahecha Vásquez, Germán Alfonso v. Herrera Silva, Lizeth Angélica vi. Nieto Castillo, Cesar Andrés vii. Acosta-Leal, Daniel (compilador).

CDD: 633.58 G81g BRGH

Registro Catálogo Uniminuto No. 101459

Archivo descargable en MARC a través del link: <https://tinyurl.com/bib101459>



**Presidente del Consejo de Fundadores**

P. Diego Jaramillo Cuartas, cjm

**Rector General Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO**

P. Harold Castilla Devoz, cjm

**Vicerrectora General Académica**

Sthepanie Lavaux

**Rector Parque Científico de Innovación Social - PCIS**

Juan Fernando Pacheco Duarte

**Director Investigaciones Parque Científico de Innovación Social - PCIS**

Tomás Durán Becerra

**Subdirectora Centro Editorial**

Rocío del Pilar Montoya Chacón

**Parque Científico de Innovación Social - PCIS**

**La guadua**

(*Guadua angustifolia*) Kunth:  
El oro verde por descubrir

**Compilador**

Daniel Acosta-Leal

**Autores**

Daniel Acosta-Leal

Roger Fabián García Díaz

Camilo González-Martínez

Cristian Camilo Pérez

Deisy Forero Castiblanco

Germán Alfonso Mahecha Vásquez

Lizeth Angélica Herrera Silva

Cesar Andrés Nieto Castillo

**Corrección de estilo**

Karen Grisales

**Diseño y Diagramación**

Mauricio Salamanca

Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Calle 81 B # 72 B - 70

Bogotá D.C. - Colombia

Diciembre 2021

© Reservados todos los derechos a la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. La reproducción parcial de esta obra, en cualquier medio, incluido electrónico, solamente puede realizarse con permiso expreso de los editores y cuando las copias no sean usadas para fines comerciales. Los textos son responsabilidad del autor y no comprometen la opinión de UNIMINUTO.

# Contenido

Presentación.....	7
Prólogo.....	10
Introducción .....	13
<b>Capítulo I. Diversidad de bambúes en Colombia .....</b>	<b>17</b>
Introducción .....	19
Tribu Bambuseae .....	21
Subtribu Arthrostylidiinae .....	21
Subtribu Chusqueinae.....	27
Subtribu Guaduinae.....	30
Subtribu Bambusinae .....	33
Subtribu Melocanninae.....	36
Tribu Arundinarieae.....	38
Phyllostachys .....	40
Sasa .....	40
Tribu Olyreae .....	41
Subtribu Parianinae .....	41
Subtribu Olyrineae .....	43
<b>Capítulo II. Condiciones edafológicas y climáticas para el crecimiento de <i>Guadua angustifolia</i> Kunth: análisis comparativo entre Colombia y China.....</b>	<b>54</b>
Condiciones del suelo.....	56
Características físicas de los suelos para <i>Guadua angustifolia</i> Kunth ...	61
Características químicas de suelos para <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	61
Clima.....	62
Condiciones climáticas .....	63
Características climáticas para <i>Guadua angustifolia</i> Kunth .....	65
Características climáticas para el bambú en China .....	68
Conclusiones.....	72

<b>Capítulo III. Siembra y propagación de la guadua.....</b>	<b>76</b>
Reproducción sexual.....	78
Semillas .....	78
Reproducción asexual.....	79
Reproducción por cortes del rizoma.....	79
Sección de tallo .....	79
Sección de tallos con agua .....	80
Reproducción por chusquines .....	82
Manejo silvicultural de la guadua.....	86
Socola o limpieza .....	87
Esparcimiento de residuos.....	87
Fertilización .....	87
China.....	88
Propagación in vitro.....	90
 <b>Capítulo IV. La cadena productiva de bambú y el eslabón de silvicultura de la guadua en Colombia.....</b>	 <b>94</b>
Introducción .....	95
Desarrollo de la cadena productiva de la guadua en Colombia .....	98
Clasificación de la guadua en Colombia y su manejo de acuerdo a la normatividad vigente .....	101
Desarrollo de la cadena productiva del bambú en China.....	104
Conclusiones.....	109

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b>	<i>Diversidad de géneros de bambú en Colombia</i> .....	20
<b>Figura 2.</b>	<i>Mapa de especies colombianas de Arthrostyidium</i> .....	22
<b>Figura 3.</b>	<i>Mapa de las especies de Aulonemia en Colombia</i> .....	23
<b>Figura 4.</b>	<i>Mapa de especies de Rhipidocladum en Colombia</i> .....	25
<b>Figura 5.</b>	<i>Espiguillas de R. racemiflorum</i> .....	26
<b>Figura 6.</b>	<i>Mapa de Elytostachys en Colombia</i> .....	27
<b>Figura 7.</b>	<i>Clasificación y variación morfológica de Chusquea</i> .....	28
<b>Figura 8.</b>	<i>Distribución del género Chusquea en Colombia</i> .....	29
<b>Figura 9.</b>	<i>Distribución del género Guadua en Colombia</i> .....	31
<b>Figura 10.</b>	<i>Culmos de G. angustifolia</i> .....	32
<b>Figura 11.</b>	<i>Cerdas orales en hoja caulinar de O. fimbriata</i> .....	33
<b>Figura 12.</b>	<i>Distribución de la subtribu Bambusinae en Colombia</i> .....	34
<b>Figura 13.</b>	<i>Culmos amarillos con rayas verdes típico de B. vulgaris var. vitata</i> .....	35
<b>Figura 14.</b>	<i>Distribución de Melocanna en Colombia</i> .....	37
<b>Figura 15.</b>	<i>Distribución de Streptogyna en Colombia</i> .....	38
<b>Figura 16.</b>	<i>Distribución de la tribu Arundinarieae en Colombia</i> .....	39
<b>Figura 17.</b>	<i>Distribución de Parianna en Colombia</i> .....	42
<b>Figura 18.</b>	<i>Distribución de Cryptochloa en Colombia</i> .....	43
<b>Figura 19.</b>	<i>Sinflorescencia de L. pauciflora</i> .....	44
<b>Figura 20.</b>	<i>Distribución de Lithachne en Colombia</i> .....	45
<b>Figura 21.</b>	<i>Sinflorescencia de O. latifolia</i> .....	45
<b>Figura 22.</b>	<i>Distribución de Olyra en Colombia</i> .....	46
<b>Figura 23.</b>	<i>Distribución de Parodiolyra en Colombia</i> .....	47
<b>Figura 24.</b>	<i>Distribución de Piresia en Colombia</i> .....	48
<b>Figura 25.</b>	<i>Distribución de Raddiella en Colombia</i> .....	49
<b>Figura 26.</b>	<i>Andisol colombiano</i> .....	57
<b>Figura 27.</b>	<i>Suelo de China</i> .....	59
<b>Figura 28.</b>	<i>Distribución potencial de Guadua angustifolia Kunth</i> .....	66
<b>Figura 29.</b>	<i>Variable de temperatura para Guadua angustifolia Kunth</i> .....	67
<b>Figura 30.</b>	<i>Variable de temperatura mínima para el desarrollo de Phylostachys aureus Riviere &amp; C. Riviere</i> .....	69
<b>Figura 31.</b>	<i>Rango de precipitación óptimo de Phylostachys aureus Riviere &amp; C. Riviere</i> .....	69
<b>Figura 32.</b>	<i>Comparación entre Colombia y China sobre las variables climáticas para Phyllostachys aureus Riviere &amp; C. Riviere</i> .....	71
<b>Figura 33.</b>	<i>Propagación por sección de tallos con agua, paso 1</i> .....	80
<b>Figura 34.</b>	<i>Propagación por sección de tallos con agua, paso 2</i> .....	81
<b>Figura 35.</b>	<i>Propagación por sección de tallos con agua, paso 3</i> .....	82
<b>Figura 36.</b>	<i>Plántulas de guadua (chusquines)</i> .....	83
<b>Figura 37.</b>	<i>Propagación in vitro</i> .....	90
<b>Figura 38.</b>	<i>Cadena productiva de la guadua en Colombia</i> .....	96
<b>Figura 39.</b>	<i>Cultivo de bambú</i> .....	104
<b>Figura 40.</b>	<i>Distribución global de países miembro ITTO</i> .....	111

# Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Suelos de Colombia</i> .....	57
<b>Tabla 2.</b> <i>Suelos de China</i> .....	58
<b>Tabla 3.</b> <i>Suelos de China. Clasificación por topografía.</i> .....	60
<b>Tabla 4.</b> <i>Comparación climática entre Colombia y China</i> .....	64
<b>Tabla 5.</b> <i>Rango de temperaturas en <i>Guadua angustifolia</i> Kunth</i> .....	67
<b>Tabla 6.</b> <i>Rango de precipitaciones anual, mensual y trimestral para <i>Guadua angustifolia</i> Kunth</i> .....	68
<b>Tabla 7.</b> <i>Rango de temperatura en <i>Phyllostachys aureus</i> Riviere &amp; C. Riviere</i> .....	70
<b>Tabla 8.</b> <i>Rango de precipitación para <i>Phyllostachys aureus</i> Riviere &amp; C. Riviere</i> .....	71
<b>Tabla 9.</b> <i>Variables climáticas determinadas por las especies</i> .....	72

## Presentación

En el contexto actual de Colombia es prioritario fortalecer modelos de desarrollo integral para aquellas áreas rurales del país que, por su contexto geográfico, político y social, han estado inmersas en situaciones de conflicto y bajos ingresos económicos. La guadua, con los múltiples beneficios y oportunidades que se describen en la presente obra, ofrece la base para desarrollar un modelo de este tipo, con el potencial de conectar a las comunidades rurales con los mercados internacionales, especialmente de zonas montañosas, incluyendo al pequeño productor y al propietario de terrenos más grandes. Los potenciales resultados de modelos basados en el cultivo, aprovechamiento y transformación de la guadua incluyen la generación de ingresos y empleos en volúmenes importantes, el fortalecimiento del tejido social y empresarial, la conexión con mercados internacionales, y la provisión de servicios ecosistémicos que contribuyan a la sostenibilidad ambiental en estas regiones del país.

El presente libro surge de un programa de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO que pretende aportar en la construcción de conocimiento socialmente relevante sobre la generación de modelos de desarrollo integral basados en el cultivo, aprovechamiento y transformación de la *Guadua angustifolia* y la especie bambú de la región. Este programa surge de un conocimiento cercano



de las necesidades de los territorios de Colombia, el cual se integró con dos misiones académicas realizadas por estudiantes e investigadores de UNIMINUTO en el Centro Nacional de Investigación de Bambú, ubicado en Hangzhou (China), durante el año 2017. En esta misión los participantes tuvieron la oportunidad de ver y juzgar la experiencia de este país en la generación de modelos de desarrollo basados en el bambú, así como realizar un diálogo de experiencias con personas que trabajan el tema en otros lugares del mundo. Como fruto de la apropiación del conocimiento adquirido durante las misiones al contexto de Colombia, este libro es parte de la devolución creativa, de acuerdo con Juliao (2013), del proceso, donde los autores, resultado de una revisión sistemática de la literatura, y la aplicación de metodologías para la concepción de modelos de desarrollo, realizan una primera entrega de los logros del programa de investigación. En particular, esta publicación pretende ofrecer tanto al público científico como al público general interesado en este tema, elementos esenciales que se constituyen en los fundamentos para la construcción de modelos de desarrollo basado en la guadua.

Los autores esperan que este libro contribuya de forma importante a que no solo la academia, sino de manera prioritaria, el sector privado, las entidades estatales, la sociedad civil y las comunidades rurales, comiencen a apropiarse este conocimiento sobre la guadua, y así se fomente el diálogo nacional para que esta alternativa sea viable. De igual forma, este libro se constituye en la primera de varias entregas del programa de investigación, donde se profundizará en los diálogos sociales de conocimiento sobre la guadua, y se entregarán elementos adicionales en la construcción del modelo.

De forma especial, queremos agradecer el apoyo de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, al rector general padre Harold Castilla, así como al rector del Parque Científico de Innovación Social - PCIS de UNIMINUTO ingeniero Juan Fernando Pacheco, por permitir los espacios para desarrollar este programa internacional. También se expresa un agradecimiento al excelentísimo señor Li Nianping, embajador de la República Popular China en Colombia, y su equipo de

trabajo, por hacer posible las misiones académicas que permitieron esta investigación. De igual forma, se agradece a la doctora Olga Forero de Silva, líder de la sociedad, y quien ha movilizado a nivel nacional a actores como UNIMINUTO en el importante proceso de convertir a la guadua en un cultivo clave para el desarrollo rural integral de Colombia.

Miguel Ángel González Palacios<sup>1</sup>

---

I Ingeniero industrial, magíster en Dirección y Gestión Organizacional de la Universidad de los Andes. Hace parte del equipo del Parque Científico de Innovación Social – PCIS de UNIMINUTO.

## Prólogo

En la actualidad, la guadua y el bambú son materiales que ya no pasan desapercibidos en la sociedad, son diversos profesionales los que han asumido el rol de divulgar sus virtudes y, poco a poco, han ido ganando importancia en su uso, principalmente la *Guadua angustifolia*, que es la que predomina en Colombia y la más estudiada. Esta especie es de mucha aceptación por su buena propagación, rápido crecimiento y diversidad de usos, pudiéndose aprovechar todas las partes de la planta, incluso los residuos de su procesamiento.

Tuve la oportunidad de leer cada capítulo que contiene este libro, titulado “La Guadua (*Guadua angustifolia*) Kunth: El oro verde por descubrir”, realizado por el equipo y amigos del Parque Científico de Innovación Social - PCIS de UNIMINUTO, y si bien llamarle “oro verde” puede resultar desmedido para algunas personas, no hace más que enunciar todo lo que el bambú encierra como material versátil. Pienso que no solo está por descubrir sino también por redescubrir, pues este material ha estado presente desde tiempos antiguos; nuestros ancestros ya lo usaban para utensilios, instrumentos musicales, mobiliarios e incluso la construcción. Es debido al impulso que le ha dado China, que el bambú ha tomado fuerza, pues no solo lo usan en su forma natural sino también transformado.

La jerarquía que le han dado al orden de los capítulos es sustancial e influye en la comprensión y ampliación de conocimiento de la guadua, que es la especie en la cual se enfocan, sin dejar de comparar otras especies y escenarios, pues es importante conocer y reconocer cada especie para identificar qué producto se puede obtener de este, ya que cada una tiene sus propias características que harán que el producto tenga mejor calidad y resulte acorde a las necesidades del mercado.

Los capítulos describen desde el análisis y reconocimiento de la diversidad de bambúes en Colombia, destacando a la *Guadua angustifolia* Kunth como su máximo recurso, analizando las condiciones edafo-climáticas para el crecimiento de esta en Colombia, en comparación con las condiciones para cultivos de bambú en China; siguiendo con la siembra y propagación, donde se detienen a detallar los tipos de propagación y el manejo silvicultural de la guadua y finalizando con el análisis de la cadena productiva de la guadua, resaltando el primer eslabón en Colombia, la silvicultura.

Cada capítulo cumple la función de ir explicándole al lector, desde lo general a lo específico, la importancia del material y cómo podemos asegurar la constancia de la materia prima, la calidad, la protección y la producción del recurso.

El bambú es una planta relevante para el desarrollo productivo y económico de una región, por toda la diversidad de productos que se puede obtener de ella, brindando posibilidades de desarrollo en el sector de la construcción y en la industria, lo que genera oportunidades de trabajo a lo largo de toda su cadena productiva.

Si bien no se desarrollaron los siguientes eslabones, espero que lo hagan en próximos libros. Quiero acotar que la falta de conocimiento del uso de los tallos de bambú, sin una protección debida, hace pensar al usuario final que el material no es bueno, esto termina perjudicando a toda la cadena, pues si un eslabón falla, fallan los demás. Por tanto, es importante cuidar el prestigio del material, garantizando la durabilidad de este, la sostenibilidad y calidad del recurso a través de un adecuado manejo, aprovechamiento de la plantación, la preservación y el secado,

limpieza, transporte, apropiado almacenamiento, protección del bambú en el diseño para las edificaciones y su mantenimiento; capacitando a cada actor de la cadena, dando a conocer las potencialidades del material y todo el contenido que los autores explican generosamente en este libro.

Flor María Morocho Galarza<sup>1</sup>

## Introducción

El aumento del comercio agrícola internacional se ha visto estrechamente relacionado con el cambio climático, puesto que, es inevitable que las variaciones en los niveles promedio de temperaturas tengan incidencia en la productividad agrícola, en los ingresos y en los precios. Sin embargo, la agricultura también influye de manera negativa en el cambio climático, al emitir una cantidad importante de metano, óxido nitroso, y en especial, de dióxido de carbono; por sus efectos en el suelo, los bosques y otros usos de la tierra, especialmente por deforestación para su conversión en terrenos agrícolas, incide indirectamente en las emisiones netas de carbono. Se estima que la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo generan, en conjunto, alrededor del 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2018).

Es por ello que, diferentes organismos internacionales como la FAO, empiezan a priorizar la generación de iniciativas agrícolas que aporten a los ingresos de comunidades campesinas, orientadas a la sostenibilidad de los territorios. Para ello, promueve prácticas y políticas que apoyen la integración de los sectores agrícolas y productivos, que aseguren la disponibilidad de los recursos naturales (FAO, 2016). Una de las plantas con mayor importancia y que contempla las características mencionadas

anteriormente es el bambú. Esta subfamilia de las *Gramíneas* ha estado arraigada a la cultura de varios países del mundo, especialmente de China, quien la ha convertido en su producto estrella, desarrollando tecnologías simples que datan desde hace más de 4.000 años.

En la actualidad, China ofrece un amplio portafolio de productos elaborados a base de bambú, que van desde laminados para pisos y techos, hasta prendas de vestir, bebidas y rebrotes para la alimentación. Es líder en la exportación de productos de bambú, con 4,5 millones de hectáreas cultivadas en sus diversas variedades, a través de los 10 millones de agricultores vinculados en las 30 mil empresas existentes, lo que representa una generación de ingresos anual de USD \$8,97 millones (Grand View Research, 2019). *Grosso modo*, la importancia que tiene el bambú para China equivale a la que tiene el café para los colombianos, en identidad y de un producto que contribuye de manera significativa al producto interno bruto (PIB) del país.

En Latinoamérica, países como Brasil, México, Perú y Colombia, albergan en sus territorios una gran variedad de especies de bambú. Uno de los géneros más importantes es la guadua que, etimológicamente, es el nombre otorgado por los pueblos que habitaban en el continente americano para referirse al bambú, quienes ya se adentraban en el desarrollo artesanal para la transformación de este pasto gigante, previo a la época de colonización.

En Colombia, desde épocas precolombinas, la *Guadua angustifolia* ha sido utilizada por comunidades indígenas y campesinas como implemento de cacería, pesca, instrumentos musicales, viviendas, puentes, etc. Gracias a sus bondades, la guadua tuvo un papel protagónico en la colonización de la región occidental de Colombia y se utilizó en la construcción de los pueblos que conforman lo que hoy se conoce como el Eje Cafetero. Durante los siglos XVIII y XIX, se fundaron más de 1.000 pueblos en los departamentos de Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Caldas. Del mismo modo, después de la tragedia ocurrida en 1999 en el Eje Cafetero, se avanzó en el sector de la construcción, con la introducción de la guadua en las normas colombianas de diseño y construcciones sismoresistentes

(NSR-98), en donde se establecen los requisitos mínimos para la construcción de pisos en bahareque (Londoño, 2011).

Actualmente, la guadua se constituye como cadena productiva en Colombia bajo la Ley 811 (2003) y representa oportunidades de desarrollo económico, social y ambiental para el agro colombiano, generando una mejor calidad de vida para los productores y garantizando la sostenibilidad de los recursos naturales renovables. Por ello, es necesario promover iniciativas que permitan la generación, transferencia y apropiación de conocimiento en torno a este recurso.

Conforme a esto, el presente libro expone, de manera inicial, el panorama del eslabón de *silvicultura y siembra* de la cadena productiva de la guadua en Colombia, lo que abre la posibilidad de abordar, en próximas ocasiones, los demás eslabones (*cosecha y poscosecha, y transformación y comercialización*). Para ello, los autores realizan un comparativo entre el uso que se le ha dado a la guadua en Colombia, principalmente en la cultura cafetera, y el uso que se le ha dado al bambú en China, que ha tenido como foco la industrialización y la comercialización internacional de productos con este material para promover su cultura y darla a conocer al mundo.

De esta manera, se exploran en el primer capítulo, los conceptos generales en el reconocimiento de la diversidad botánica presente en Colombia, mostrando dinámicas en la variación de las especies y familias, de acuerdo con las zonas geográficas en las que está dividido el país. El segundo capítulo evidencia las condiciones óptimas para el crecimiento de la guadua colombiana, en comparación con las plantaciones chinas, contemplando parámetros edáficos (suelo) y climáticos (lluvias y contenido de humedad). El tercer capítulo aborda su propagación; describe las diferentes técnicas, protocolos y normas utilizadas para la extensión del material vegetal. Finalmente, el cuarto capítulo culmina con la contribución del eslabón de silvicultura del bambú a nivel mundial, tomando como referente el exitoso modelo asiático y la situación actual de la guadua en Colombia que, si bien no es muy favorable, cuenta con las



características ambientales y el potencial económico y social necesario para ser reconocida como el “oro verde del siglo XXI”.

Yeisson Fabián Mateus González<sup>1</sup>

Parque Científico de Innovación Social - PCIS de UNIMINUTO

## Referencias bibliográficas

Grand View Research. (2019). *Report Overview*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/bamboos-market>

Juliao, C. (2013). *Una pedagogía praxeológica*. [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/3030/UnaPedagogiaPraxeologica\\_.pdf?sequence=1](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/3030/UnaPedagogiaPraxeologica_.pdf?sequence=1)

Ley 811. (2003). Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras disposiciones. 2 de julio de 2003. D.O. No. 45.236. [https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley\\_811\\_de\\_2003.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley_811_de_2003.pdf)

Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Bioteología Vegetal*, 11(3), 143-154. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Agricultura sostenible. Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/i5754s/i5754s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). *El estado de los mercados de productos básicos agrícolas*. <http://www.fao.org/3/I9542ES/i9542es.pdf>



# Capítulo I

## Diversidad de bambúes en Colombia

*Roger Fabián García Díaz\**

\* Ingeniero biológico, maestro en ciencias en horticultura y doctorante en agroecología.  
Integrante del grupo de investigación IDEA-UN.

China es el país con mayor diversidad de bambúes en el mundo, con 626 especies descritas. Colombia, por su parte, es el país con mayor diversidad biológica por unidad de área en el planeta (Butler, 2016). En cuanto a la diversidad de bambúes, las cifras son contradictorias en el país: desde los más conservadores como Akinlabi *et al.* (2017) quienes reportan 56 especies en Colombia, ubicando al país en tercer lugar en América Latina, después de Brasil y Venezuela, y séptimo en el mundo; hasta Londoño (2011) que reporta 105 especies en 18 géneros, ocupando el segundo lugar en el continente. La diversidad de bambúes en el nuevo mundo ha sido mucho menos estudiada que los del viejo mundo (Burke *et al.*, 2014).

Esta gran diversidad de bambúes representa una riqueza incalculable de recursos fitogenéticos que el país no ha aprovechado, salvo unas pocas especies del género *Guadua*. Muchas de estas especies tienen usos potenciales en la construcción, alimentación, fabricación de artesanías, de muebles, obtención de materia prima para biocombustibles, elaboración de papel, de materiales laminados o de materiales compuestos, de carbón vegetal; inclusive como fuente de metabolitos con actividad biológica para el cuidado de la salud. Sin embargo, si no conocemos las especies de bambú, sus propiedades físicas, químicas, ecológicas y biológicas,

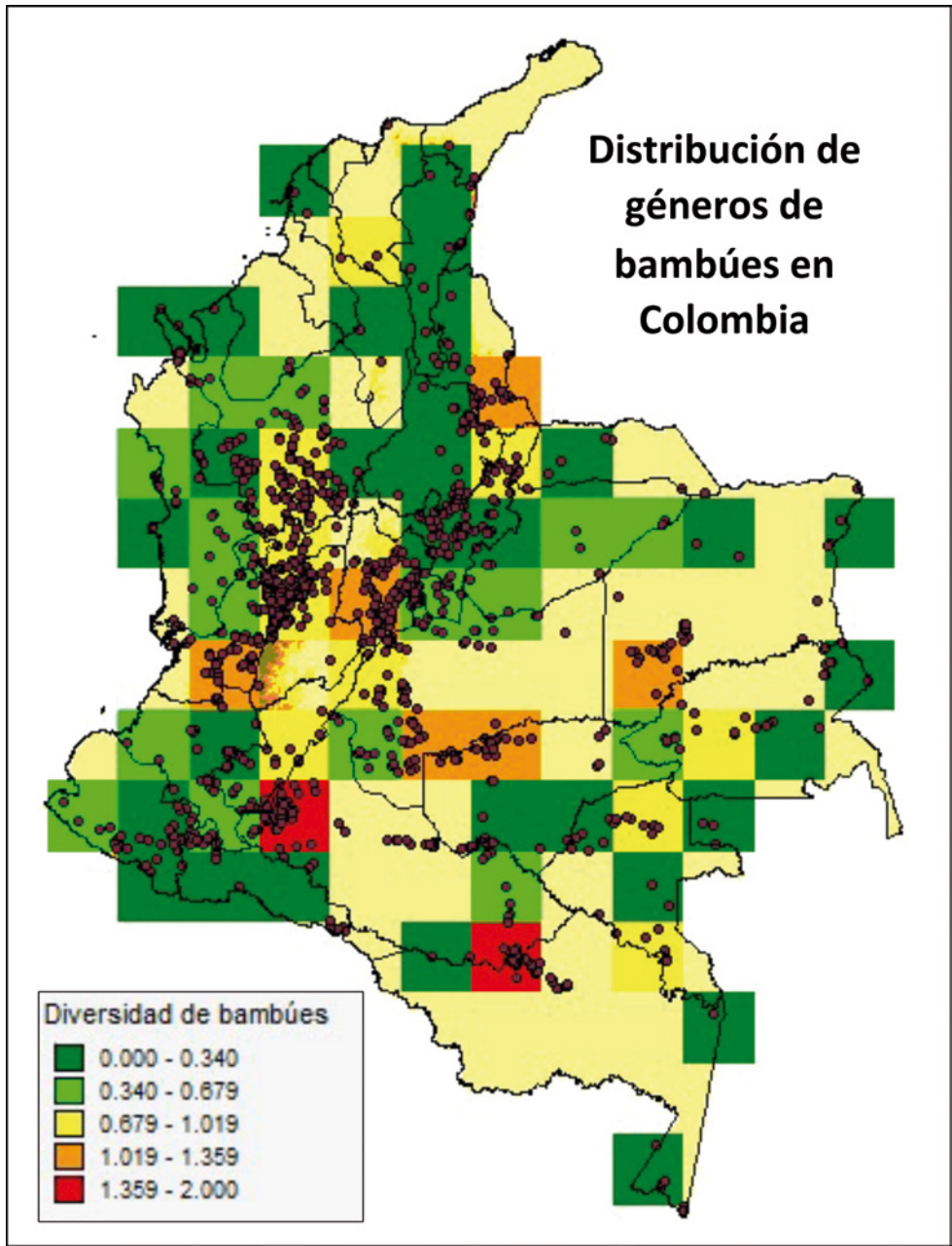
corremos el riesgo de desaprovecharlas e inclusive perder esta gran riqueza biológica.

En esta sección se presenta una revisión de la base de datos GBIF (Global Biodiversity Information Facility) sobre las ocurrencias de la familia *Poaceae* en Colombia. Se extrajeron 5.077 accesiones que forman parte de la subfamilia *Bambusoideae* y que cuentan con la información suficiente de referenciación geográfica (GBIF, 2017). La información resultante se presenta por géneros, agrupados en los tres grandes linajes de bambúes, representados en mapas obtenidos con el sistema de información geográfica de licencia abierta: Q-GIS versión 2.14.3-Essen (QGIS, 2016) sobre la capa de provincias biogeográficas (Löwenberg-Neto, 2014) y de departamentos de Colombia; los mapas son complementados con información bibliográfica relacionada.

## Introducción

A nivel mundial, se han registrado 121 géneros de bambúes con 1.662 especies; de estas especies, el 14 %, es decir 232, han sido introducidas fuera de sus hábitats naturales y 12 de ellas se consideran invasivas por sus hábitos. Las especies asiáticas son las más introducidas en otros continentes y los géneros *Bambusa* y *Phyllostachys* agrupan los cultivares con mayor impacto ambiental sobre los ecosistemas por su tasa de reproducción, misma que también está correlacionada con la exhibición de características de interés antrópico como la longitud de los culmos y entrenudos (Canavan *et al.*, 2016).

La subfamilia *Bambusoideae* comprende tres distintos linajes o tribus soportados por análisis filogenéticos y filogenómicos: los bambúes leñosos tropicales (*Bambusae*), los leñosos (*Arundinarieae*) y los bambúes herbáceos (*Olyraeae*) (Akinlabi *et al.*, 2017; Kelchner y Bamboo Phylogeny Group, 2013; Wysocki *et al.*, 2015). En Colombia se han registrado 22 géneros con 124 especies en la plataforma mundial de información biológica, véase figura 1. De estas especies, 117 son nativas, 28 de ellas endémicas y 7 son introducidas. En cuanto al hábito, 60 de las especies son herbáceas y 55 arbóreas.



**Figura 1.** *Diversidad de géneros de bambú en Colombia*

Fuente: elaborado con software Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos: Global Biodiversity Information Facility - GIBF, 2017.

## Tribu Bambuseae

Este grupo comprende 8 subtribus con 812 especies tropicales distribuidas a nivel mundial (Akinlabi *et al.*, 2017); en Colombia se han registrado las subtribus *Arthrostylidiinae*, *Chusqueinae*, *Guaduinae*, *Bambusinae* y *Melocaninnae*.

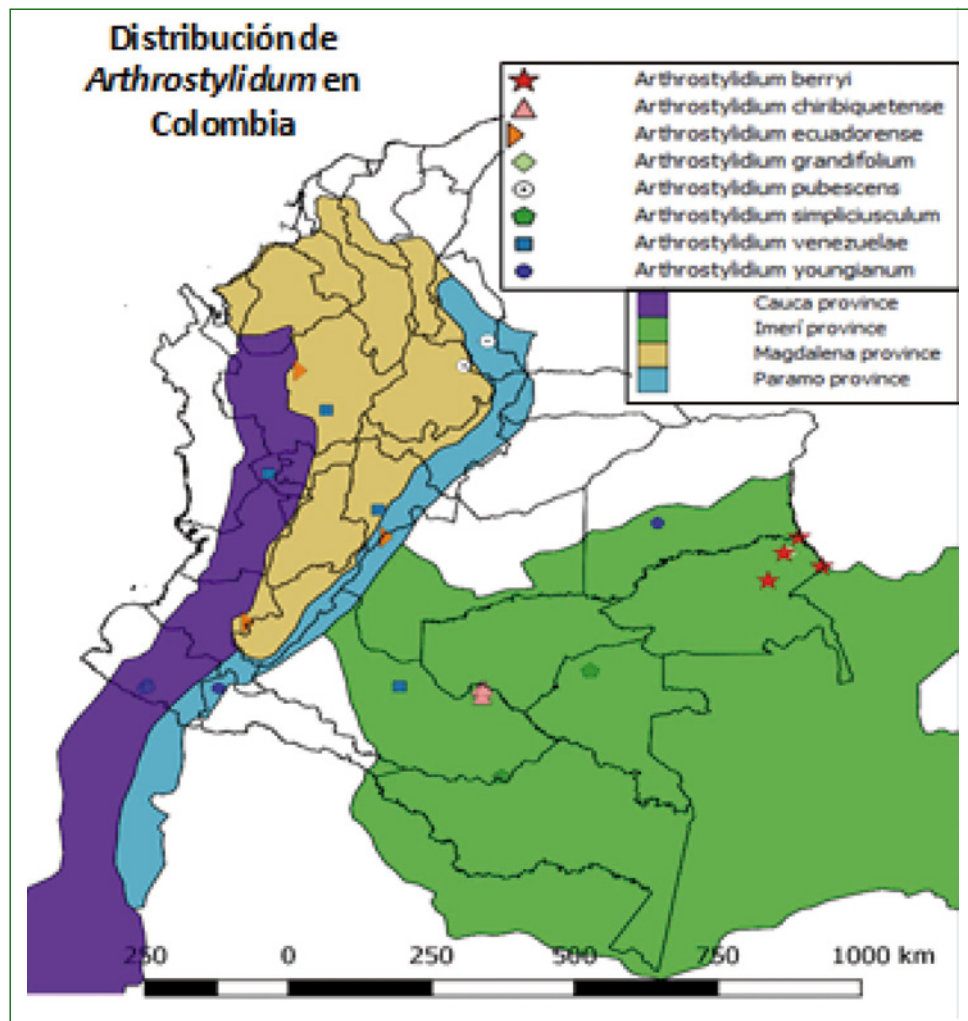
### Subtribu Arthrostylidiinae

Este taxón cuenta con 172 especies agrupadas en 16 géneros, de los cuales están presentes en Colombia *Arthrostylidium*, *Aulonemia*, *Didymogonyx*, *Elytrostachys* y *Rhipidocladum* (Bamboo Phylogeny Group [BPG], 2012). Los bambúes de la subtribu *Arthrostylidiinae* se caracterizan por una combinación única de las fibras del tejido leñoso o esclerénquima, que presentan direcciones cruzadas, y no solamente paralelas como los otros bambúes leñosos; además, sus estomas solo se desarrollan en el envés de las hojas (Tyrrell *et al.*, 2012). Este grupo también presenta rizoma simpodial y flores rudimentarias en cada nodo de la rama primaria en forma de espiga o pseudoespiga (BPG, 2012).

#### *Arthrostylidium*

Este género es polifilético, es decir, no proviene de un único ancestro en común, sino que está constituido artificialmente por características originadas en distintos episodios evolutivos. Presenta una modificación en las ramas con una formación elevada de base elipsoidal (promontorio) con dos yemas laterales de menor desarrollo (Tyrrell *et al.*, 2012). Las espigas del género son convencionales con frutos tipo cariósipide, hojas erectas en sinflorescencias racimosas o geniculadas (Tyrrell *et al.*, 2012).

En Colombia este género se presenta de manera nativa con 10 especies, dos de ellas endémicas (figura 2):



**Figura 2.** Mapa de especies colombianas de *Arthrostylidium*

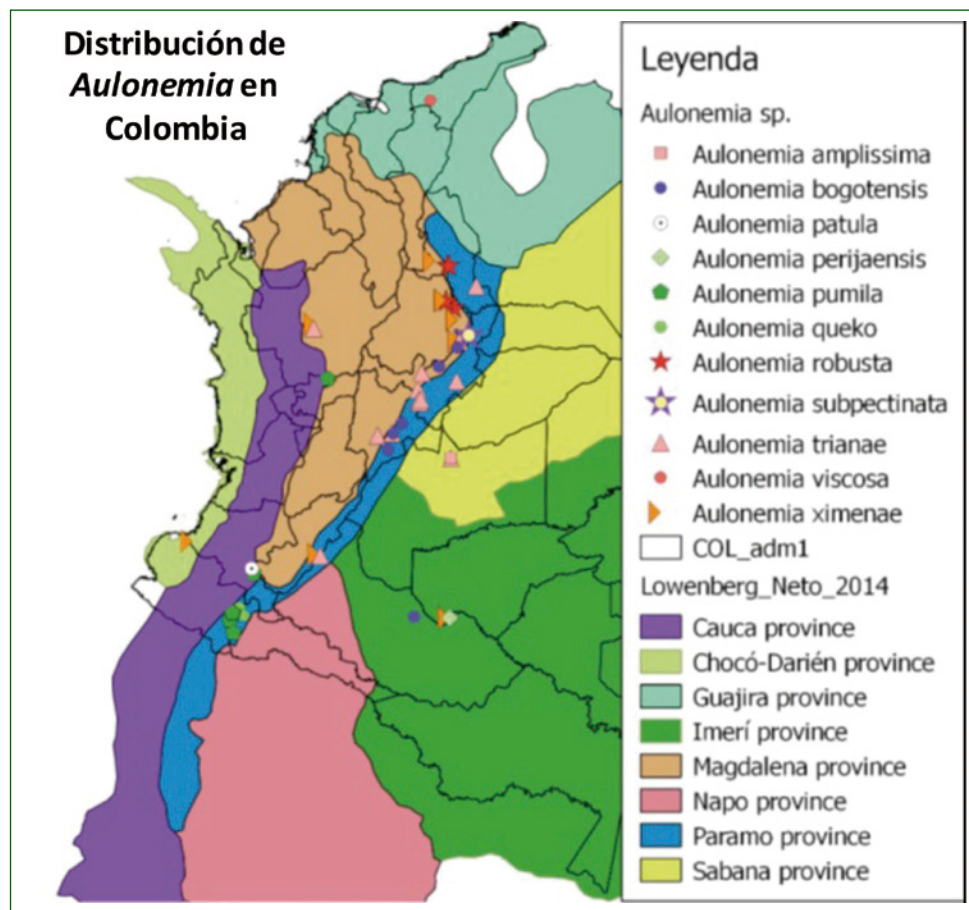
Fuente: elaborado con software Q-GIS versión 2.14.3-Essen Datos de: GIBF (2017)

*A. auriculatum* Londoño & L.G. Clark, *A. berryi* Judz. & Davidse, *A. chiribiquetense* Londoño & L.G. Clark (Endémica), *A. ecuadorensis* Judz. & L. G. Clark, *A. grandiflorum* Judz. & L. G. Clark, *A. pubescens* Rupr., *A. punctulatum* Londoño & L. G. Clark (Endémica), *A. simpliciusculum* (Pilg.) McClure, *A. venezuelae* (Steud.) McClure (Nativa) y *A. youngianum* L.G. Clark & Judz. (Giraldo-Cañas, 2011).

*A. berryi* crece en zonas arbustivas inundables de la cuenca del Orinoco; se distingue de otras especies porque sus hojas son reflejas y las espiguillas son largas con mayor número de antecios; además presenta culmos erectos o semierectos de hasta 5 m de largo (Judziewicz y Davidse, 2008).

### *Aulonemia*

*Aulonemia* es un género con, por lo menos, 34 especies de bambúes leñosos; la región andina exhibe la mayor diversidad de especies (Judziewicz *et al.*, 2010). El género se distingue por la ausencia de un promontorio bien desarrollado, sin florescencias paniculadas y espigas robustas (Judziewicz y Clark, 2011).



**Figura 3.** Mapa de las especies de *Aulonemia* en Colombia

Fuente: elaborado con software Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017).

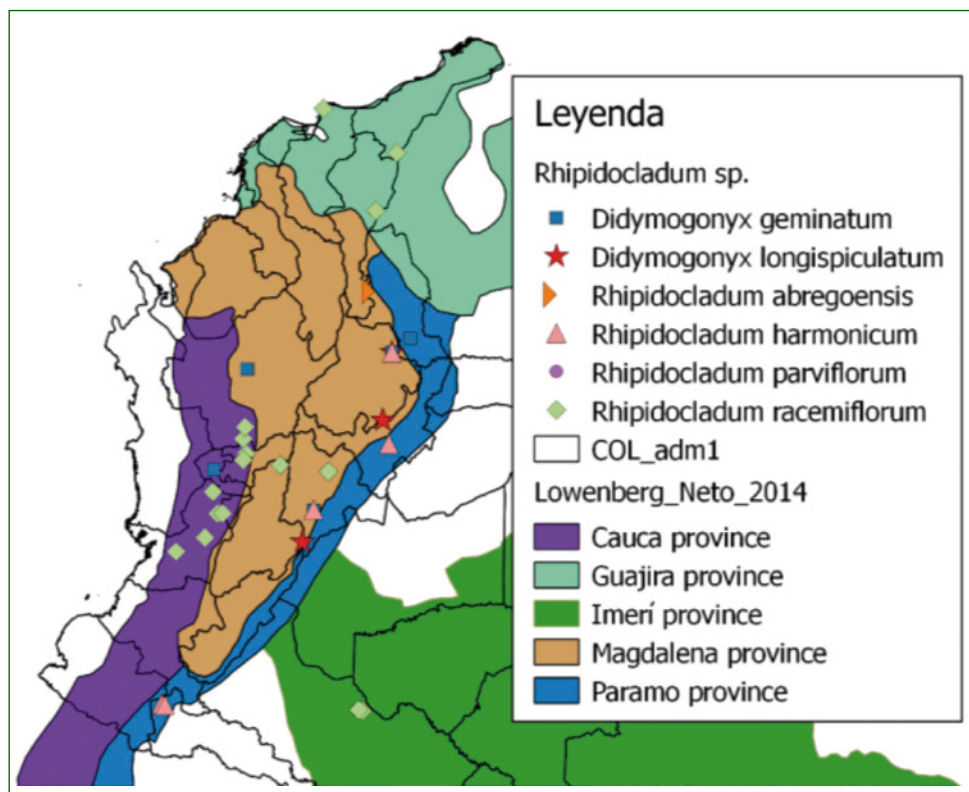


Las especies identificadas en Colombia, presentadas en la figura 3, son *A. amplissima* (Nees) McClure (originaria del oriente de Brasil), *A. bogotensis* L.G. Clark., Londoño & M.Kobay (Endémica), *A. patula* (Pilg.) McClure (originaria de la provincia del Cauca), *A. perijaensis* Judz. (Nombre no resuelto), *A. pumila* L. G. Clark & Londoño (Endémica), *A. queko* Goudot, *A. robusta* L.G. Clark & Londoño (Endémica), *A. subpectinata* (Kuntze) McClure, *A. trianae* (Munro) McClure (Endémica), *A. viscosa* (Hitchc.) McClure (originaria de Costa Rica), *A. ximena* L.G. Clark, Judz. & C.D. Tyrrell (Endémica). *A. queko* ocupa el cuarto lugar de importancia de bambúes en Colombia (Londoño, 2011).

### *Rhipidocladum*

Este género crece desde Argentina hasta México a elevaciones desde el nivel del mar hasta 2.900 m en bosques húmedos; cuenta con 19 especies que exhiben un patrón de distribución restringido, a excepción de *R. racemiflorum* que crece en toda la región Neotropical (Guerreiro *et al.*, 2013). Presenta rizomas simpodiales, cañas erectas y péndulas en la parte final; sinflorescencias racemiformes; espiguillas con 2 a 12 flores comprimidas lateralmente (Rúgolo y Vega, 2012).

En Colombia se han reportado las siguientes especies (figura 4): *Didymogonix geminatum* (sinónimo de *R. geminatum* (McClure) McClure; *D. longispiculatum* (sinónimo de *R. longispiculatum* Londoño & L.G. Clark) (Endémica); *R. abreogenesis* Londoño & L.G. Clark (Endémica); *R. harmonicum* (Parodi) McClure; *R. parviflorum* (Trin.) McClure; *R. racemifolium* (Steud) McClure (Londoño, 1990).



**Figura 4.** Mapa de especies de *Rhipidocladum* en Colombia

Fuente: elaborado con software Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017).

*R. racemiflorum* exhibe presión de raíz lo que le sirve para disolver los embolismos ocasionados por las burbujas de aire en los conductos vasculares (Cochard *et al.*, 1994). Esta especie tiene cañas de 0,5 a 1 cm de diámetro, gráciles, ramas foliosas raramente ramificadas, sin florescencia con 10 a 16 espiguillas (véase figura 5) (Rúgolo y Vega, 2012).



**Figura 5.** Espiguillas de *R. racemiflorum*

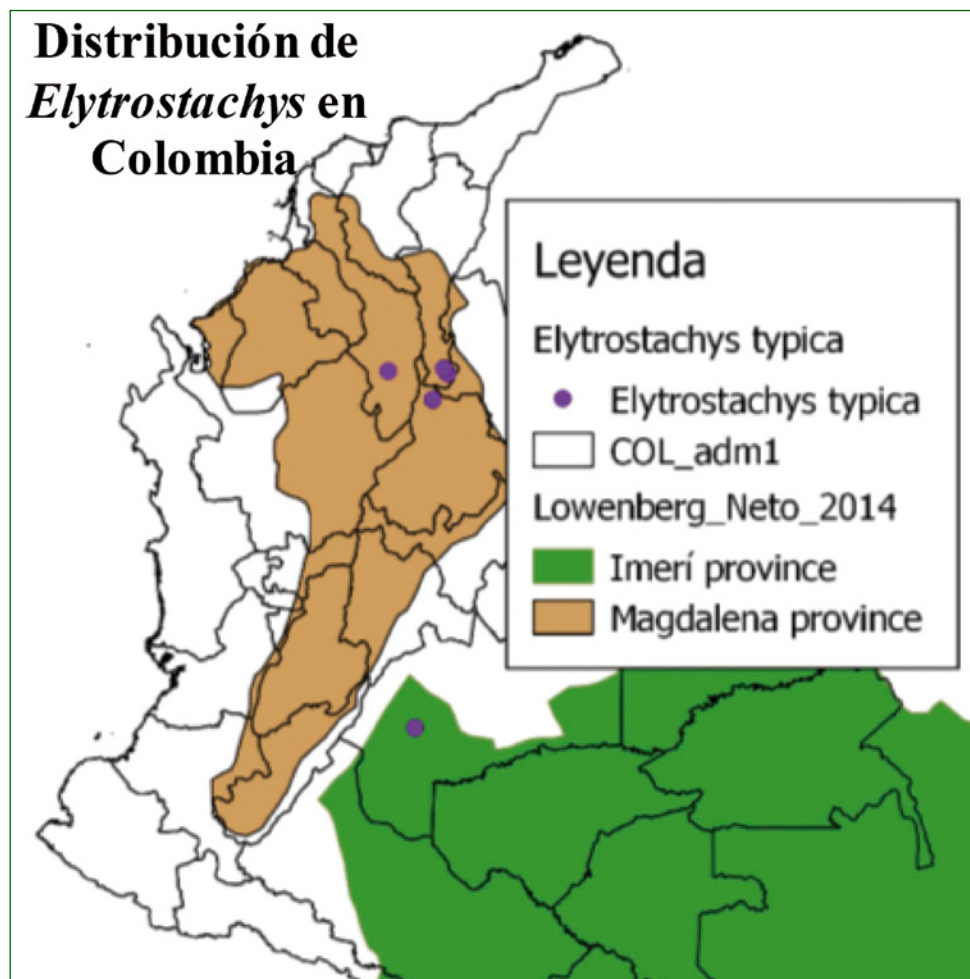
Fuente: (Ruiz-Sánchez et al., 2015, p. 8).

*R. geminatum*, *R. harmonicum*, *R. longispiculatum* y *R. racemiflorum* son las especies del género con mayor importancia económica (Londoño, 2011).

### *Elytrostachys*

*Elytrostachys típica* McClure (endémica) es la única especie georeferenciada en Colombia (véase figura 6), pero Londoño (2011) también reporta *E. clavigera* McClure.

*E. típica* presenta nerviación simple, característica más frecuente entre bambúes herbáceos que leñosos; epidermis adaxial con células silicificadas orientadas verticalmente con forma cuadrangular (Márquez *et al.*, 2011).



**Figura 6.** Mapa de *Elytrostachys* en Colombia

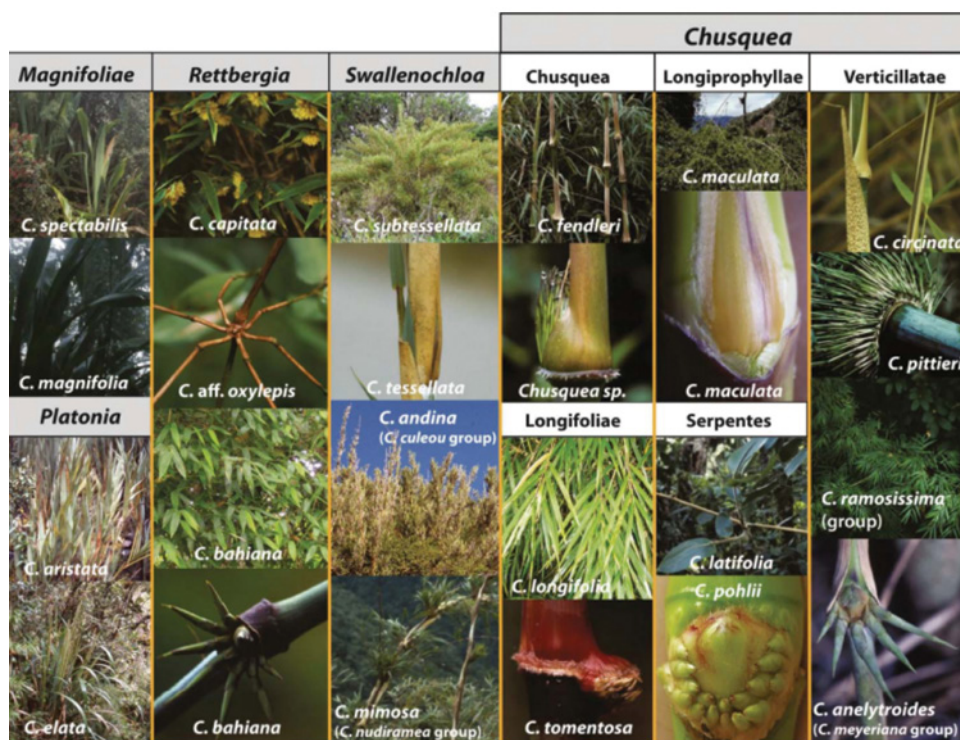
Fuente: elaborado con software Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

## Subtribu *Chusqueinae*

Este taxón solo está conformado por el género *Chusquea*; algunos autores consideran un segundo género *Neurolepis*, sin embargo, un reciente estudio filogenético comparó el ADN cloroplástico de la subtribu *Chusqueinae* y lo catalogó como un subgénero *Platonia* dentro del género *Chusquea* (Fisher *et al.*, 2014).

### Chusquea

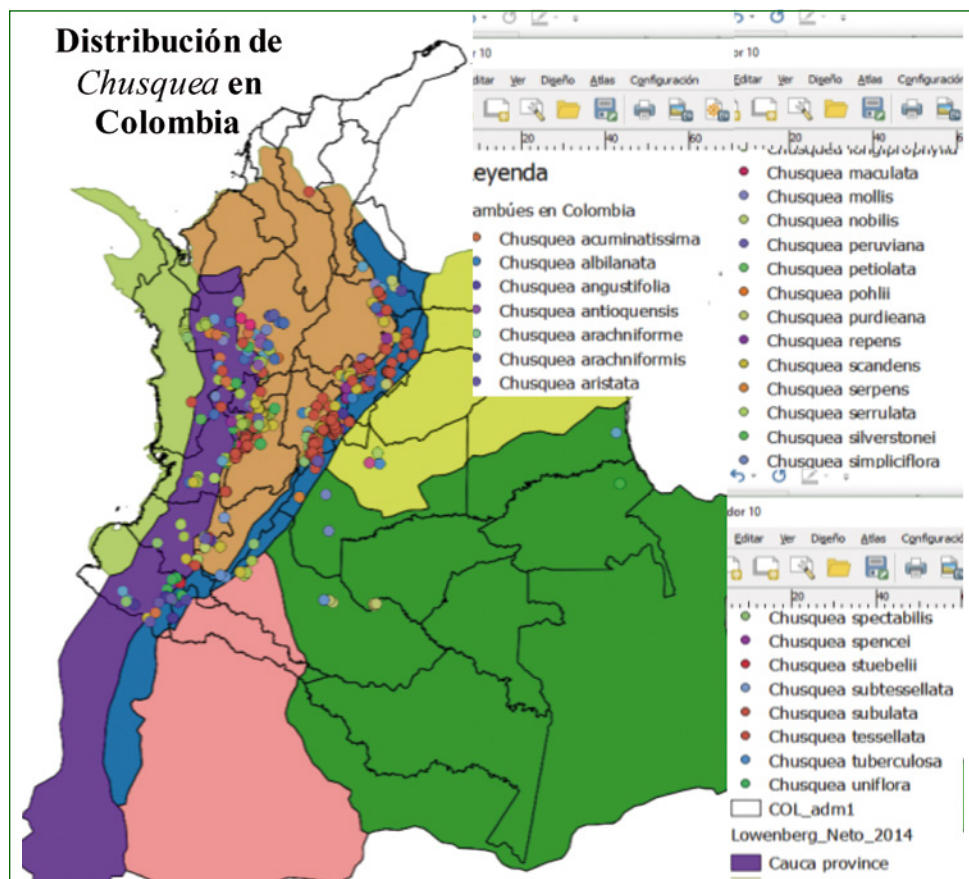
El *Chusquea* es el género de bambúes leñosos más diverso del planeta, con 172 especies agrupadas en cinco subgéneros (figura 7) que crecen principalmente en zonas tropicales y subtropicales de América Central y del Sur. Se distingue de otros géneros por presentar un culmo sólido; además, sus yemas son dimórficas o múltiples, desarrollan dos papilas en cada célula subsidiaria del aparato estomático y espigas conformadas por cuatro glumas y una floreta fértil (Akinlabi *et al.*, 2017). Este género tiene el rango altitudinal más amplio encontrando especies que crecen desde el nivel del mar hasta 4,300 m de elevación; también, representa la mayor diversidad de especies de bambúes leñosos tropicales (47 %) (BPG, 2012).



**Figura 7.** Clasificación y variación morfológica de *Chusquea*<sup>1</sup>

Fuente: (Fisher *et al.*, 2014).

En Colombia se presentan 39 especies, 15 de ellas endémicas (figura 8):



**Figura 8.** Distribución del género *Chusquea* en Colombia

Fuente: elaborado con software Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

*C. acuminatissima* (Munro) L.G. Clark (Endémica), *C. albilanata* L.G. Clark & Londoño, *C. angustifolia* (Soderstr. & C.E.Calderón) L.G.Clark (Endémica), *C. antioquiensis* L.G. Clark & Londoño (Endémica), *C. arachniformis* L.G.Clark & Londoño (Endémica), *C. aristata* Munro, *C. elata* (Kunth) L.G.Clark, *C. fendleri* Munro, *C. fimbriatiligulata* (L.G.Clark) L.G.Clark (Endémica), *C. grandiflora* L.G.Clark, *C. Latifolia* L.G.Clark (Endémica), *C. lehmannii* Pilg., *C. linearis* N.E.Br., *C. londoniae* L.G.Clark, *C. longiprophylla* L.G.Clark (Endémica), *C. maculata* L.G.Clark (Endémica), *C. mollis* (Swallen) L.G.Clark, *C. nobilis* (Munro) L.G.Clark, *C. peruviana* E.G.Camus, *C. petiolata* (Davidse & L.G.Clark) L.G.Clark, *C. pohlii* L.G.Clark, *C. purdieana*

Munro (Endémica), *C. repens* L.G.Clark & Londoño, *C. scandens* Kunth, *C. serpens* L.G.Clark, *C. serrulata* Pilg., *C. silverstonei* (Davidse & L.G.Clark) L.G.Clark (Endémica), *C. simpliciflora* Munro, *C. sneidernii* Aspl. (Endémica), *C. spadicea* Pilg. (Endémica), *C. spathacea* L.G.Clark (Endémica), *C. spectabilis* L.G.Clark, *C. spencei* Ernst, *C. stuebelii* (Pilg.) L.G.Clark, *C. subtessellata* Hitchc., *C. subulata* L.G. Clark, *C. tessellata* Munro, *C. tuberculosa* Swallen (Endémica), *C. uniflora* Steud. (Endémica).

El género *Chusquea*, por sus tallos largos y flexibles, ha sido empleado en la fabricación de estructuras desde hace miles de años; actualmente las especies de mayor importancia son *C. antioquensis* y *C. subulata*, que presentan la mayor importancia económica de *Chusquea* en Colombia (Londoño, 2011).

Es común encontrar especies de *Chusquea* de manera dominante por encima de los 3.000 m y hasta 4.500 m en páramos; la especie más abundante es *C. tessellata* que crece en combinación con otros pastos, frailejones y puyas, etc. (Rangel-Churio y Pinto-Zárata, 2012). La posibilidad de crecer en ecosistemas de páramo requiere un mecanismo de resistencia al congelamiento; en *C. angustifolia* se han identificado características morfo-anatómicas que le permiten evadir el congelamiento hasta 12 °C (Sayuri, 2011).

En general, la floración en los bambúes es esporádica con periodos de hasta 70 años en el género en mención. *C. scandens* es una especie con una predominancia en los bosques altoandinos en Colombia, que florece en culmos segregados dentro de un rodal en un tiempo relativamente corto comparado con otros bambúes, ya que el proceso de botones a frutos tarda en promedio 8 meses (Ramírez-Narváez y Velasco-Linares, 2016).

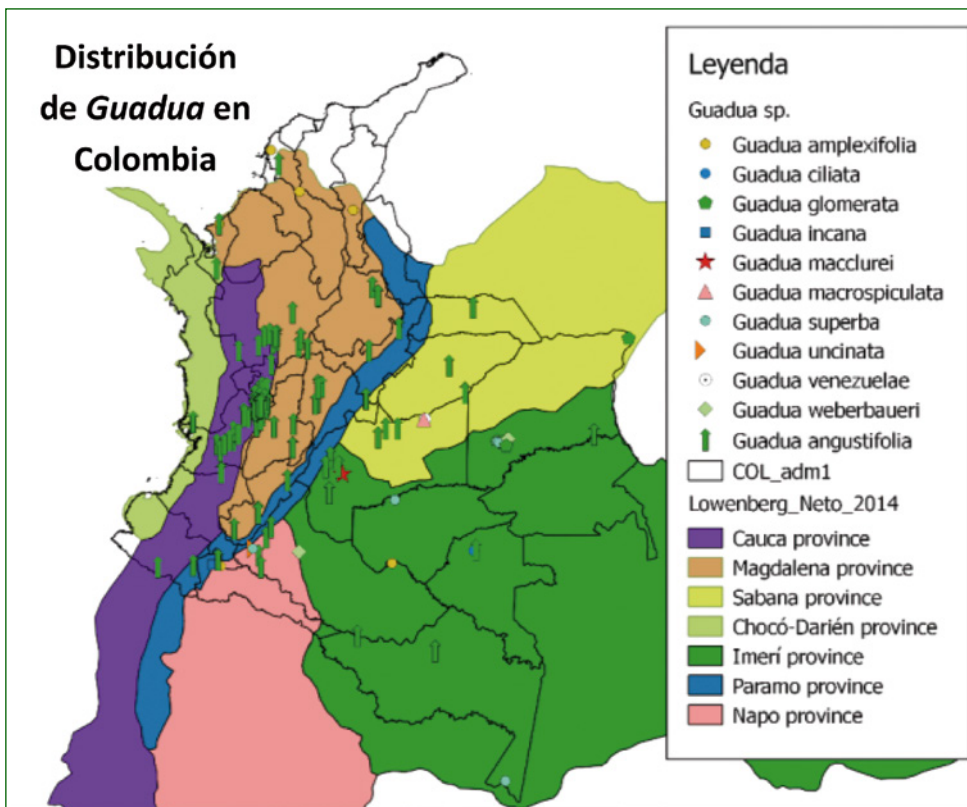
## Subtribu Guaduinae

Las especies de bambúes con mayor importancia económica en Colombia y América pertenecen a este grupo que se distingue de otros bambúes neotropicales por presentar los culmos que pueden alcanzar 30 m en alto y 20 cm en diámetro. Otra característica distintiva es la alta densidad de

estomas en el envés de las hojas con papilas estomatales bien desarrolladas (Clark y Londoño, 2015).

### *Guadua*

Es un género americano presente desde Uruguay hasta México. En Colombia se han registrado 11 especies, 2 endémicas de las 32 descritas del género, creciendo principalmente en tierras bajas y cálidas en ecosistemas de selva y sabana (Akinlabi *et al.*, 2017).



**Figura 9.** Distribución del género *Guadua* en Colombia

Fuente: elaboración con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

Las especies de *Guadua* reportadas en Colombia son (figura 9): *G. amplexifolia* J. Presl, *G. angustifolia* Kunth, *G. ciliata* Londoño & Davidse, *G. incana* Londoño (Endémica), *G. glomerata* Munro, *G. macclurei* R.W.Pohl & Davidse, *G. macrospiculata* Londoño y L.G. Clark, *G. superba* Huber,



*G. unicnata* Londoño & L.G. Clark (Endémica), *G. venezuelae* Munro, *G. weberbaueri* Pilg.



**Figura 10.** *Culmos de G. angustifolia*

Fuente: (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2015, p. 15).

Las características distintivas del género son sus ramas laterales con espinas bien desarrolladas y culmos con entrenudos cubiertos con tricomas. *G. angustifolia* (figura 10) es la especie con mayor potencial productivo por sus propiedades físicas; en el país se estimaron más de 51.000 ha para 2005 (Londoño, 2011; Ruiz-Sánchez *et al.*, 2015).

## *Otatea*



**Figura 11.** *Cerdas orales en hoja caulinar de O. fimbriata*

Fuente: (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2015, p. 11).

El género *Otatea* presenta rizomas simpodiales, fimbrias presentes y “cerdas orales” en la hoja caulinar (véase figura 11). Este taxón es originario de Mesoamérica y cuenta con seis especies descritas, de las cuales, en Colombia, solo se ha reportado una especie con única accesión en el oriente del departamento de Norte de Santander, *O. fimbriata* (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2015).

## Subtribu Bambusinae

Este taxón es de origen paleotropical, es decir, de Asia y África y su principal centro de diversidad es China. En Colombia se han introducido de

este país especies de los géneros *Bambusa*, *Phyllotstachys* y *Gichantochloa*, algunas de las cuales se consideran invasoras (Clark y Londoño, 2015; Canavan *et al.*, 2016).

En Colombia se han registrado las siguientes especies de *Bambusinae* (figura 12): *Bambusa eutuldoides* McClure, *B. multiplex* (Lour.) Raeusch. Ex Schult (Invasora), *B. tulda* Roxb., *B. vulgaris* Schard. y *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro.



**Figura 12.** Distribución de la subtribu *Bambusinae* en Colombia

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

### *Bambusa*

Este género cuenta con más de 157 especies descritas con culmos de 5 a 15 cm en diámetro y 5 a 20 m en altura, se distingue por desarrollar ramas principales por nodo y varias secundarias de menor tamaño y hojas caulinares con aurículas (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2015).



**Figura 13.** Culmos amarillos con rayas verdes típico de *B. vulgaris* var. *vitata*

Fuente: (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2005, p. 15).

Las especies introducidas tienen una gran producción de biomasa lo que favorece su aprovechamiento para propósitos constructivos, artesanales, obtención de pulpa para papel y como ornamental, entre otros (Akinlabi *et al.*, 2017). *B. tulda* se caracteriza por culmos largos de hasta 30 m

con diámetros de entre 5 y 10 cm, pared delgada de 1 cm e internodos largos de entre 40 a 70 cm. *B. vulgaris var. vitata* es el bambú exótico más común en Colombia, es fácilmente distinguible por sus culmos amarillos con franjas verdes (figura 13); puede alcanzar hasta 20 m en altura con diámetros de 5 a 10 cm, grosor de los culmos de 1,5 cm (Akinlabi *et al.*, 2017). *B. vulgaris var. vitata* se reproduce muy fácilmente lo que la consolida como una especie muy agresiva que puede desplazar a otras especies nativas (Canavan *et al.*, 2017).

### *Gigantochloa*

Este género comprende 55 especies gigantes de bambúes simpodiales, su origen es el sureste asiático donde ha sido empleado para la artesanía, fabricación de muebles, combustible, instrumentos musicales, entre otros (Akinlabi *et al.*, 2017). En Colombia la única especie de *Gigantochloa* introducida es *G. verticillata*.

## Subtribu Melocanninae

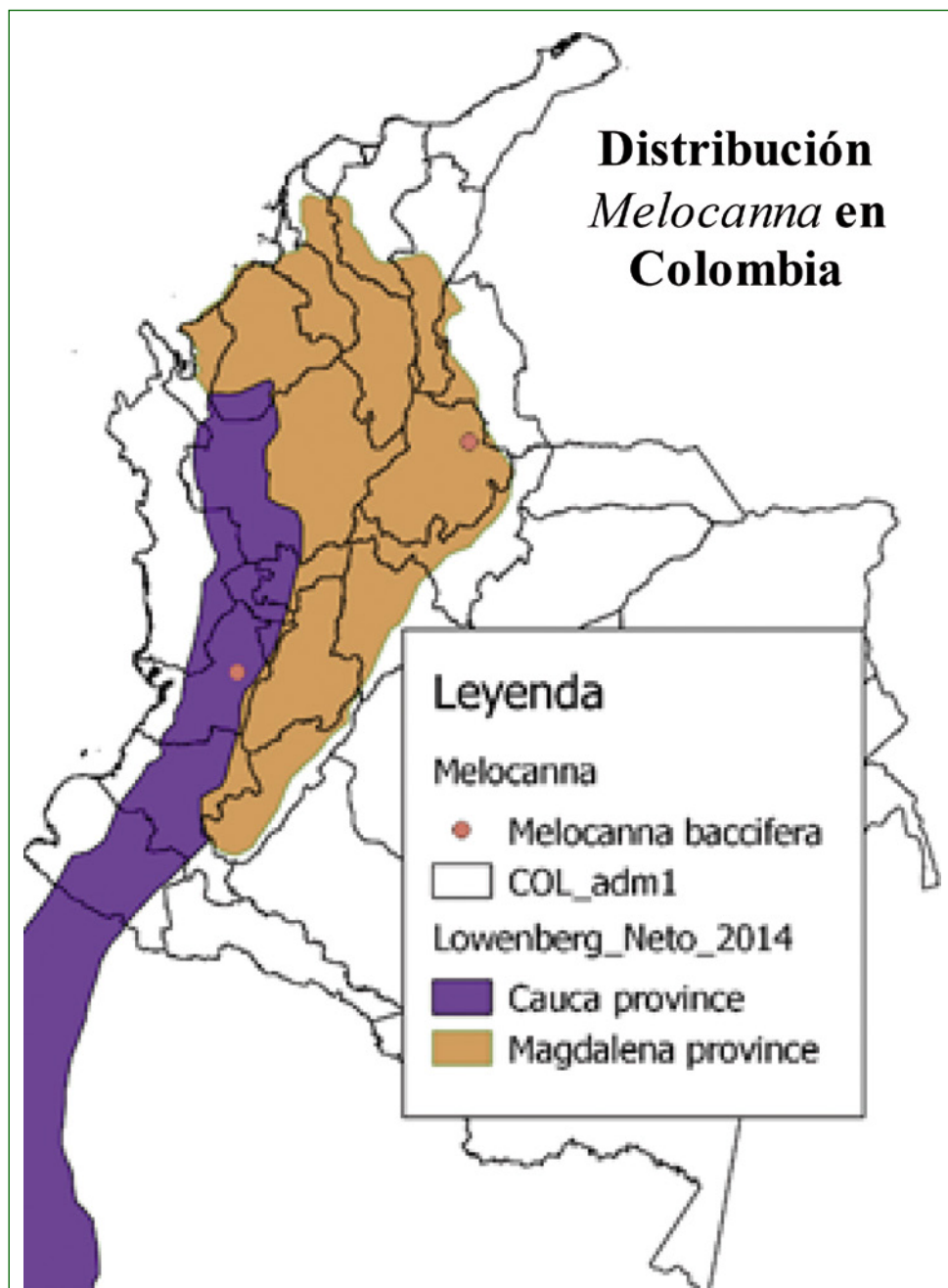
Esta subtribu cuenta con 88 especies originarias de Asia y se caracteriza por presentar ovario glauco con estilo largo y hueco (Clark y Londoño, 2015). En Colombia solo está presente el género *Melocanna* con la especie *M. baccifera* (Roxb.) Kurz (véase la figura 14).

### *Melocanna*

Originaria de la India, *M. baccifera* tiene culmos de 10 a 25 m con diámetros de 5 a 9 cm, pared delgada de entre 0,5 y 1,2 cm e internodos desde 20 a 60 cm de largo. Los culmos producen las frutas más grandes de todos los bambúes y los brotes son consumidos en India, Bangladesh, Myanmar y China (Chongtham *et al.*, 2011; Akinlabi *et al.*, 2017).

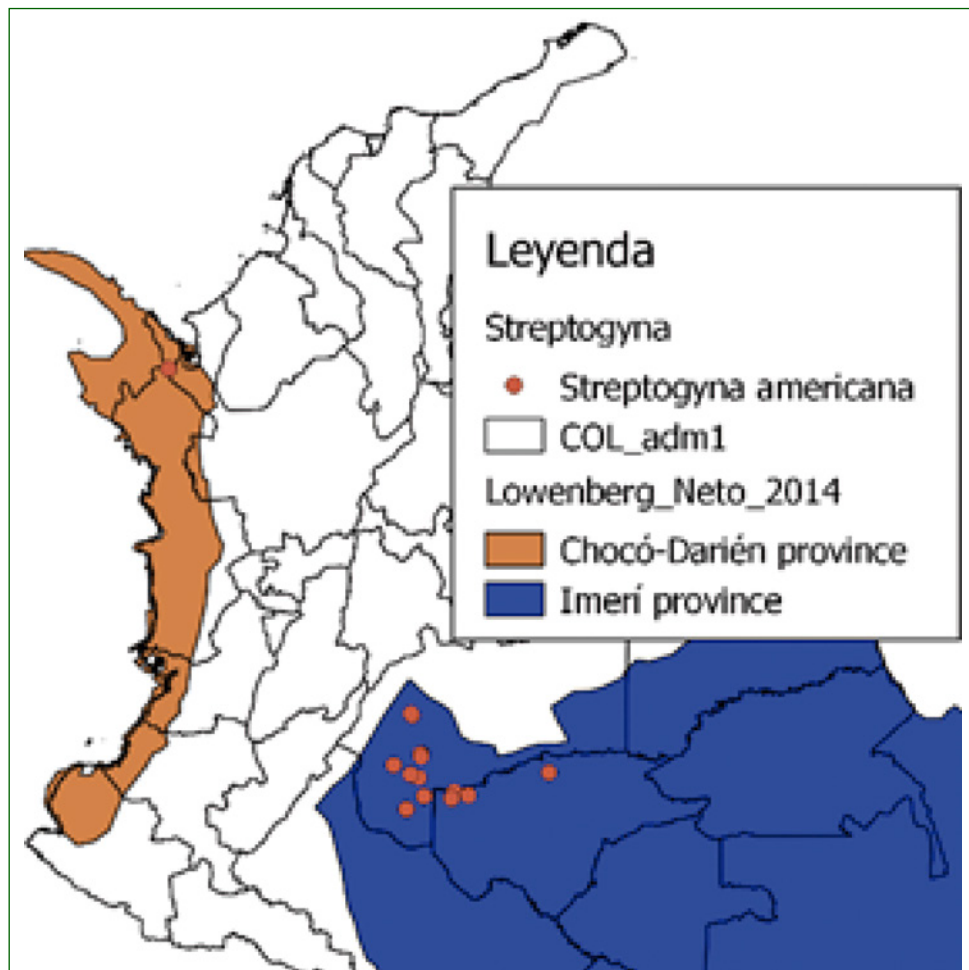
### *Streptogyna*

El género *Streptogyna* inicialmente fue clasificado en una tribu independiente, pero actualmente no está claro su lugar dentro de la subfamilia *Bambusoideae*. La especie *S. americana* C.E. Hubb es la única registrada en Colombia de las dos especies aceptadas a nivel mundial (véase la figura 15).



**Figura 14.** *Distribución de Melocanna en Colombia*

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

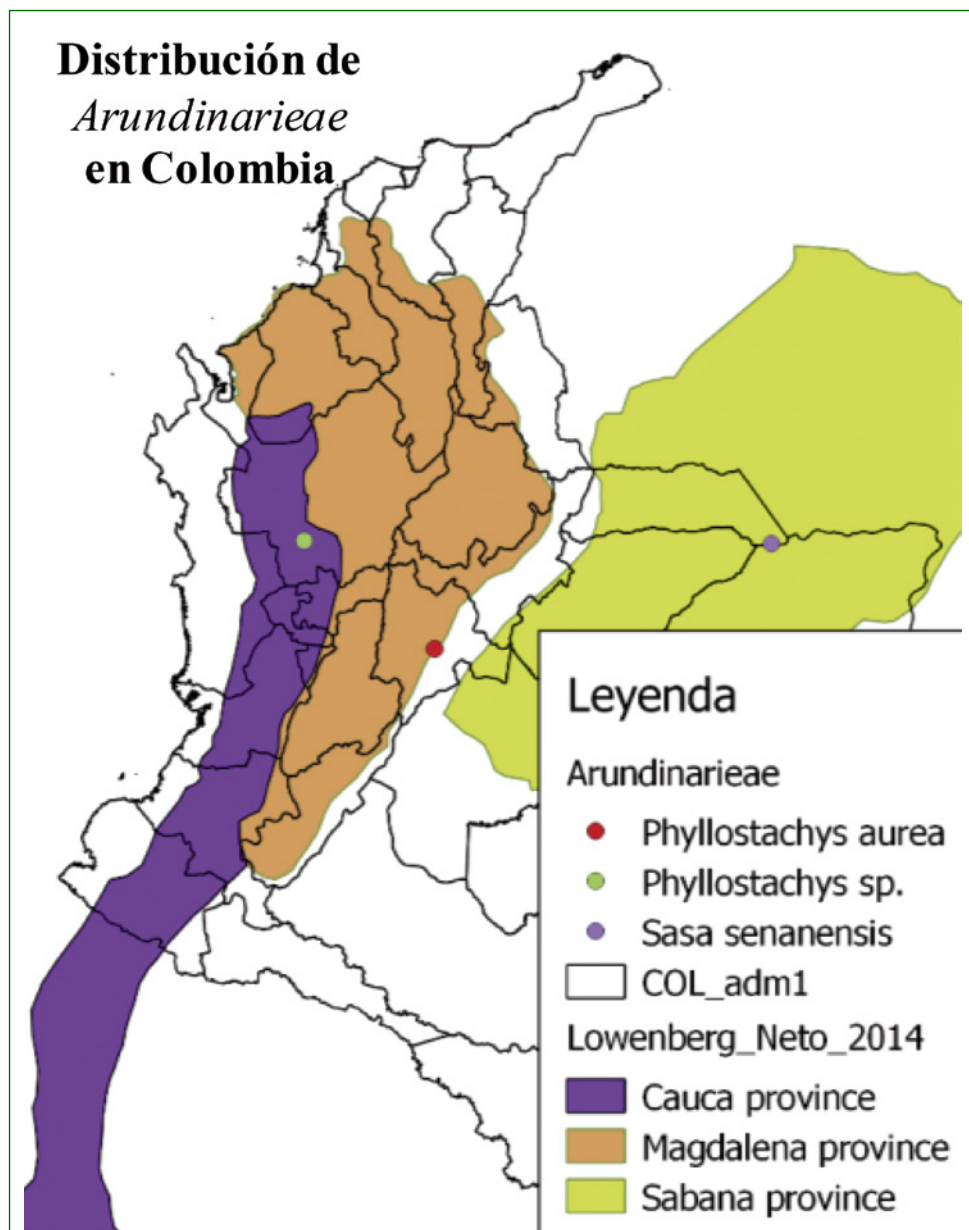


**Figura 15.** Distribución de *Streptogyna* en Colombia

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

## Tribu *Arundinarieae*

Este grupo de bambúes leñosos temperados, que crece en zonas con las cuatro estaciones, tiene rizomas bien desarrollados, simpodiales en la mayoría de las especies, culmos leñosos y se distingue de otros porque el crecimiento de sus ramas es basipétalo, es decir, empieza en el ápice y continúa desarrollándose hasta la base (Clark y Londoño, 2015).



**Figura 16.** Distribución de la tribu *Arundinarieae* en Colombia

Fuente: elaboración propia con ofware: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)



Las especies de esta tribu registradas en Colombia son *Phyllostachys aurea* Rivière & C.Rivière y *S. senanensis* (Franch. & Sav.) Rehder (véase figura 16).

## Phyllostachys

Se han descrito más de 50 especies de *Phyllostachys* originarias de China pero que tienen la capacidad de crecer en zonas tropicales y subtropicales. Las especies de *Phyllostachys* son muy valoradas como plantas ornamentales y para el diseño de muebles, pero principalmente por sus brotes comestibles siendo el género con mayor aprovechamiento de los brotes en el mundo (Chongtham *et al.*, 2011; Akinlabi *et al.*, 2017).

*P. aurea*, conocida como el bambú de oro de la China, es la única especie reportada en Colombia; se encuentra registrada en el barrio Nicolás de Federman en Bogotá. Esta especie ha sido reportada como invasora en países como Brasil, Cuba y México (Canavan *et al.*, 2017).

## Sasa

El género *Sasa* está compuesto por 40 especies de bambúes enanos originarios de Asia oriental; en Colombia solo se ha registrado la especie *S. senanensis*. Este taxón cumple un rol dominante en los bosques secos con una producción de biomasa y fijación de carbono mucho más altas que otras especies forestales en esos mismos ecosistemas (Fukuzawa *et al.*, 2015); sin embargo, este rápido crecimiento también evita el desarrollo de las especies nativas, convirtiéndose en una especie invasora con gran agresividad (Noguchi y Yoshida, 2005). Varias especies del género presentan una alta capacidad antioxidante y propiedades medicinales (Chongtham *et al.*, 2011; Ryou *et al.*, 2012). Inclusive, el extracto de hojas *S. senanensis* ha demostrado ser mediador en la inmunoestimulación de la actividad antitumoral en ratones (Seki *et al.*, 2010).

## Tribu *Olyreae*

En esta tribu se agrupan los bambúes con culmos herbáceos o débilmente lignificados, no presentan ramas aéreas ni hojas caulinares, excepto en el género *Olyra*; la epidermis cuenta con células de almacenamiento de cristales de sílice, usualmente con forma de cruz en la zona cotal y crenada en la zona intercostal; las espigas son unisexuales, dimórficas sin extensión de la raquilla. Este taxón es originario de zonas bajas de América, con dos excepciones en Nueva Guinea y Papúa Nueva Guinea; sus principales centros de diversificación son Bahía en Brasil, las Guayanas, Cuba y la provincia de Chocó entre Colombia y Panamá. Las tribus amerindias han empleado a los bambúes herbáceos en el control de hongos, piojos, como antídoto contra el veneno de serpientes, combatir la fiebre, la tos y el dolor de cabeza (Clark y Londoño, 2015).

La tribu *Olyreae* se clasifica en tres subtribus con 22 géneros y 124 especies; en Colombia están presentes las subtribus *Parianinae* y *Olyrineae*.

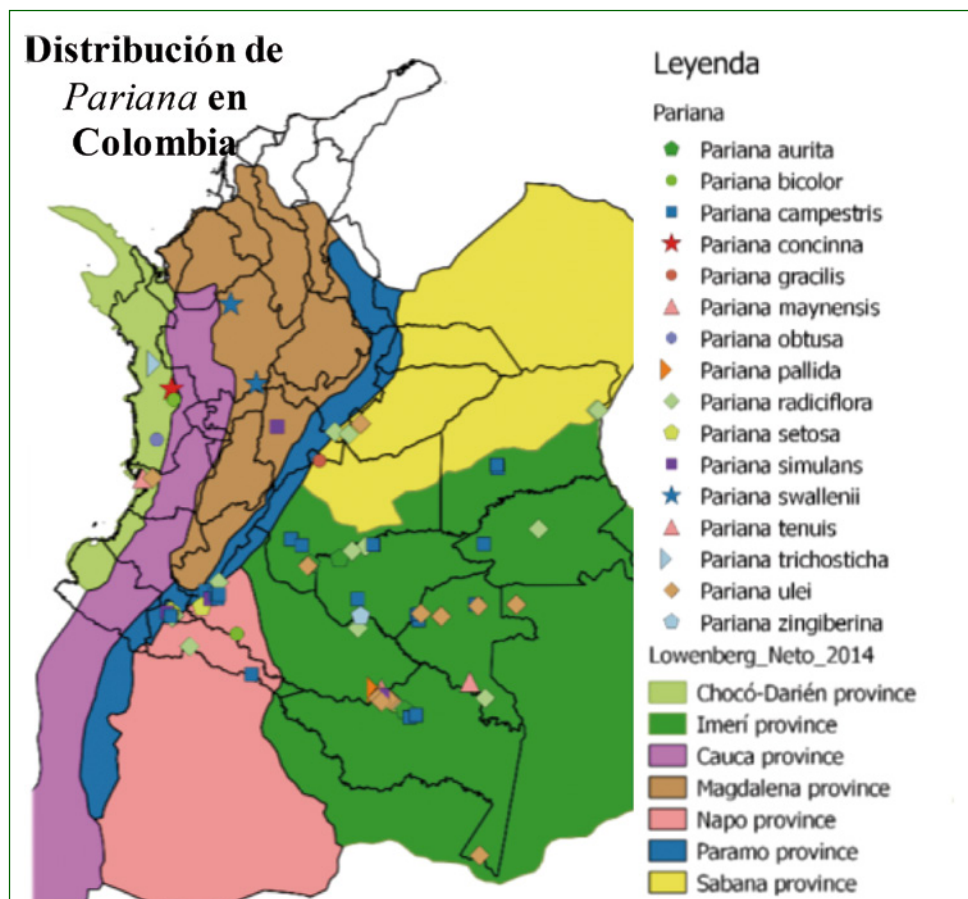
### Subtribu *Parianinae*

Follaje con vainas fimbriadas en el ápice y sinflorescencias espicadas. En Colombia solo se ha registrado el género *Pariana*.

#### *Pariana*

Este género se distribuye desde Costa Rica hasta el oriente de Brasil y la Amazonía boliviana con 33 especies. Presenta una espiga cilíndrica, solitaria y terminal; ramas subovuladas con dos ramas laterales y base disyuntiva y los frutos tipo cariósipide de elípticos a ovados, obtusos con exterior convexo y con un hilo longitudinal en la parte posterior (Cohelo *et al.*, 2015).

Según Londoño (2011), en Colombia existen 3 especies del género, Giraldo-Cañas (2011) reporta 11; sin embargo, en esta investigación se encontraron 16 especies, todas ellas aceptadas por los códigos de nomenclatura botánica (véase figura 17).



**Figura 17.** Distribución de *Parianna* en Colombia

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

*P. aurita* Swallen, *P. bicolor* Tutin, *P. campestris* Aubl., *P. concinna* Tutin, *P. gracilis* Döll, *P. maynensis* Huber, *P. obtusa* Swallen, *P. pallida* Swallen, *P. radicyflora* Sagot ex Döll, *P. setosa* Swallen, *P. simulans* Tutin, *P. swallenii* R.C.Foster, *P. tenuis* Tutin, *P. trichosticha* Tutin, *P. ulei* Pilg., *P. zingiberina* Rich. ex Döll.

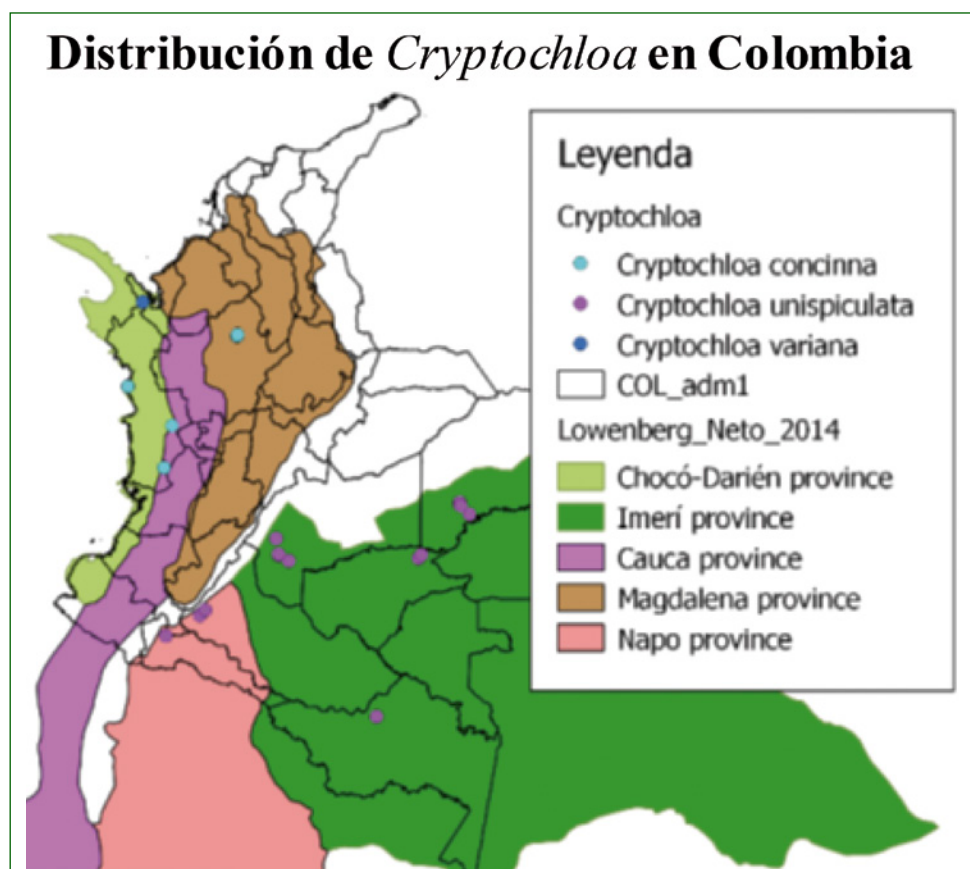
*P. radicyflora* es la especie más ampliamente distribuida; es una planta estolonífera que prefiere ambientes sombreados y húmedos propios de las selvas bajas donde se encuentra de manera abundante; por ello, ha sido catalogada como una especie indicadora para analizar los impactos

antrópicos en las selvas amazónicas, así como la respuesta de las especies a los disturbios acaecidos (Cohelo *et al.*, 2015).

## Subtribu Olyrineae

La característica de este taxón que la difiere del anterior es que presenta sinflorescencias paniculadas o racemosas (Clark y Londoño, 2017).

### *Cryptochloa*



**Figura 18.** *Distribución de Cryptochloa en Colombia*

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

Este género se distribuye en Mesoamérica y el norte de Suramérica, y su centro de diversidad ocurre en Panamá y el noroeste de Colombia (Baldini

y Ortiz, 2015). En Colombia se han reportado tres de las nueve especies descritas del género *Cryptochloa* (véase la figura 18): *C. concinnak* (Hook.f.) Swallen, *C. unispiculata* Soderstr y *C. Variana* Swallen.

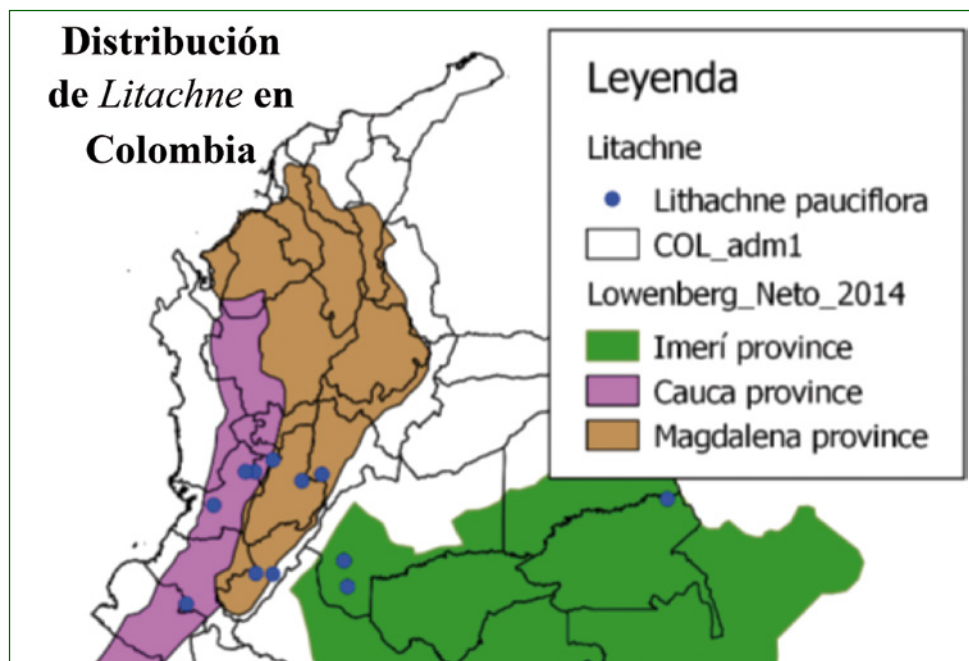
### *Litachne*

El género *Litachne* cuenta con 4 especies descritas propias de lugares húmedos en selvas tropicales y subtropicales, distribuidas desde México hasta el norte de Argentina. Plantas perennes, monoicas, estoloníferas con culmos delgadas erectas o decumbentes, espiguillas estaminadas solitarias o apareadas y pistiladas con 2 glumas membranáceas (figura 19) (Rúgolo y Vega, 2012a). En Colombia solo se ha registrado la especie *Litachne pauciflora* (Sw.) P. Beauv (figura 20).



**Figura 19.** Sinflorescencia de *L. pauciflora*

Fuente: (Ruiz-Sánchez et al., 2005, p. 14).

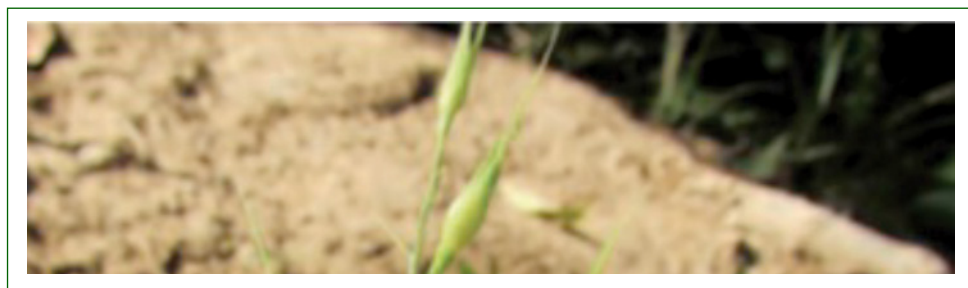


**Figura 20.** *Distribución de Lithachne en Colombia*

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

### *Olyra*

Este género es parafilético y cuenta con 24 especies descritas que prefieren los bosques montañosos bajos desde el norte de Argentina hasta el sur de México (Akinlabi *et al.*, 2017). Plantas perennes monoicas, que crecen en sombríos, con culmos herbáceos o subleñosos de floración anual con espiguillas pistiladas con 2 glumas herbáceas (Rúgolo y Vega, 2012).

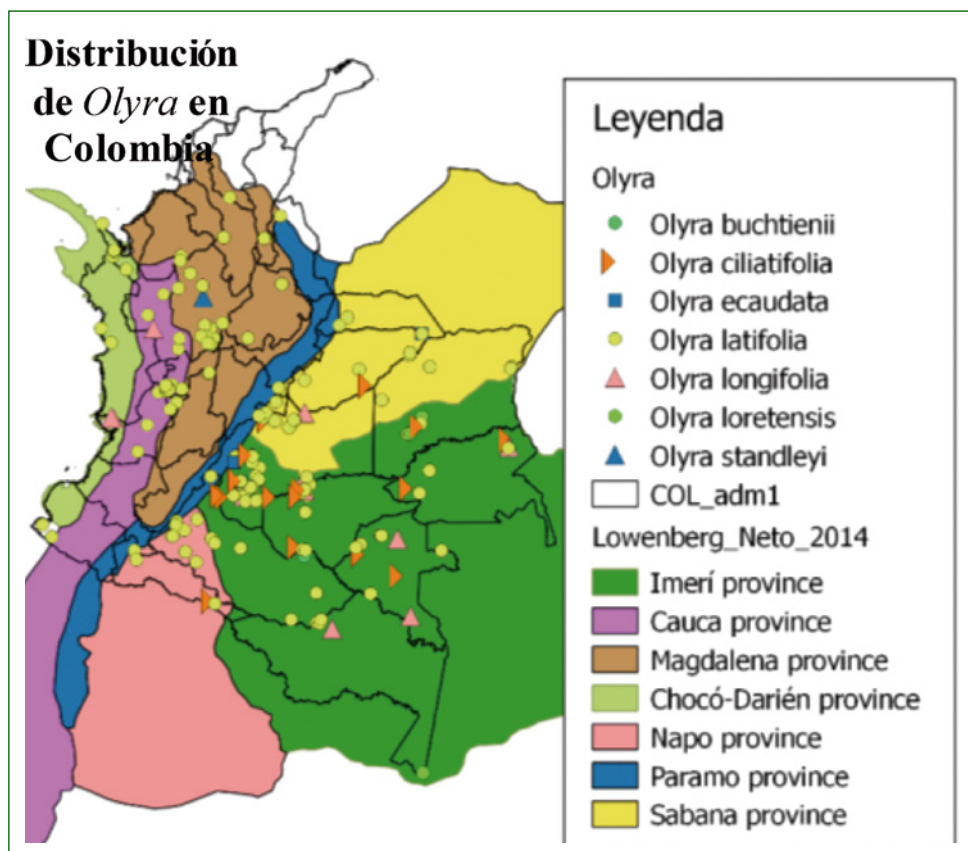


**Figura 21.** *Sinflorescencia de O. latifolia*

Fuente: (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2005, p. 14).

En Colombia se han registrado las siguientes especies: *O. buctienii* Hack., *O. ciliatifolia* Raddi, *O. ecaudata* Döll, *O. latifolia* L., *O. longifolia* Kunth, *O. loretensis* Mez y *O. standleyi* Hitchc (véase figura 22).

*O. latifolia* es la única especie pantropical (paleo y neotropical), encontrándose de manera abundante en África y Madagascar; actualmente, no hay consenso sobre la causa de esta especie lejos del centro de diversificación (Wysocki *et al.*, 2015).



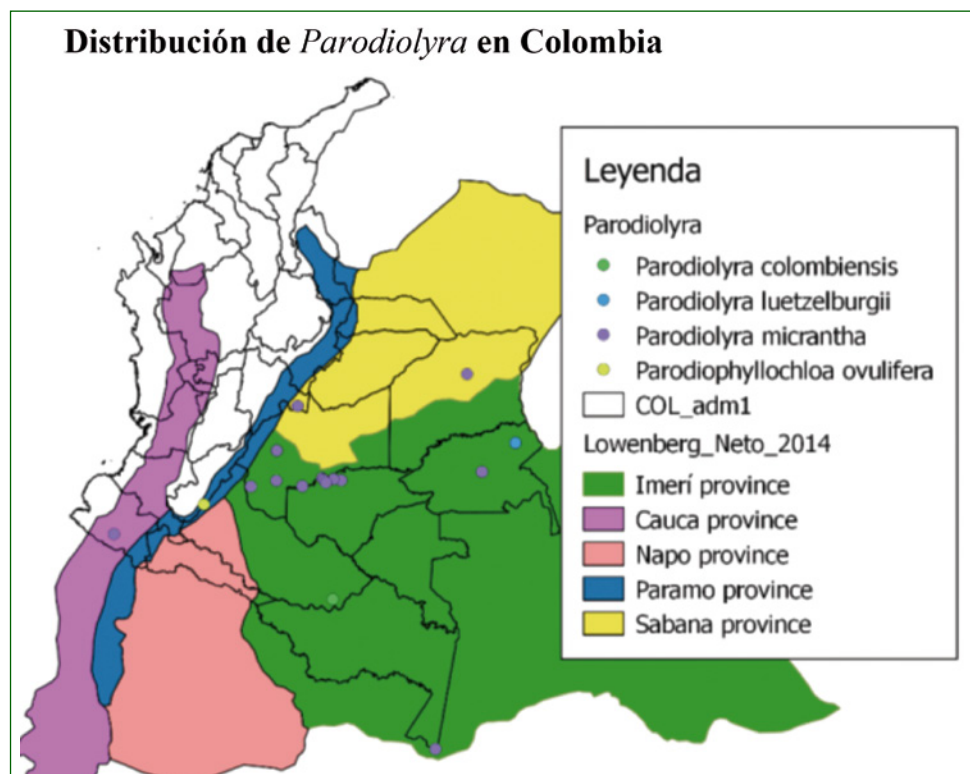
**Figura 22.** Distribución de *Olyra* en Colombia

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

## *Parodiolyra*

Este género se distribuye desde Costa Rica hasta el norte de Argentina y Brasil, y comprende cinco especies herbáceas y perennes, con culmos erectos, recurvados o decumbentes, inflorescencias en panículas terminales; se distinguen de otros géneros porque en las ramas basales solo se presentan espigas masculinas y en las ramas superiores solo las espigas femeninas (Jesús *et al.*, 2012).

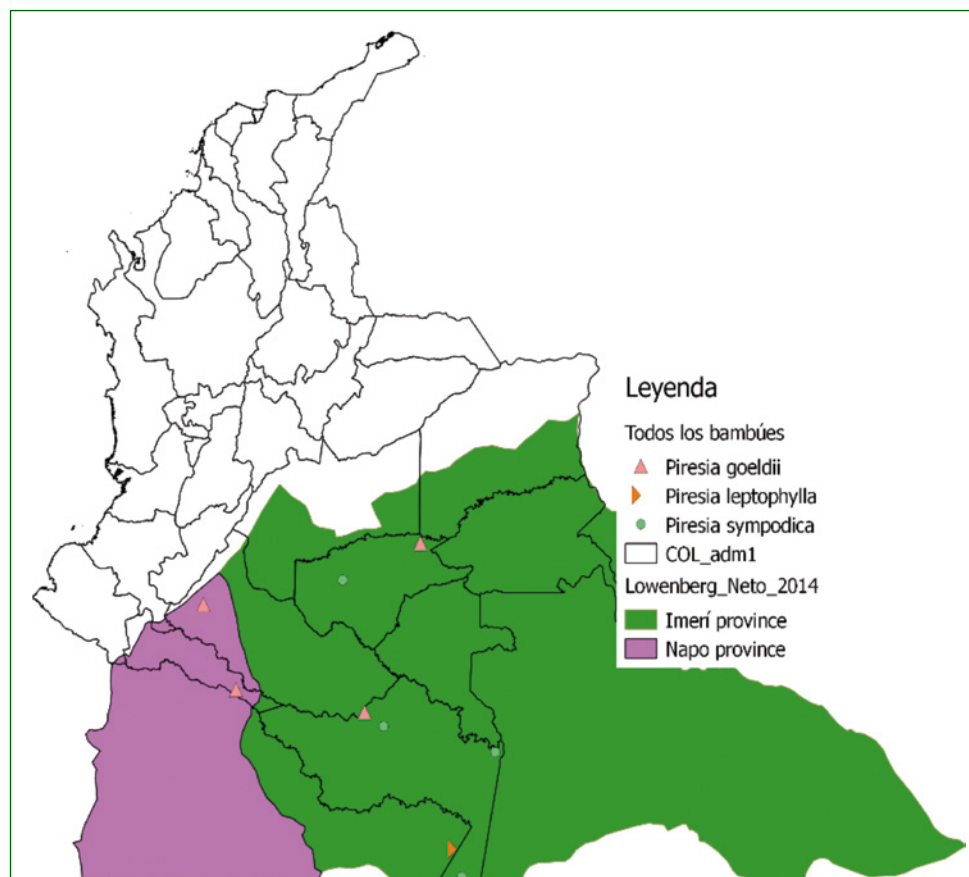
En Colombia se han registrado las especies *P. colombiensis* Davidse & Zuloaga (Endémica), *P. luetzelburgii* (Plig.) Soderstr. & Zuloaga, *P. micrantha* (Kunth) Davidse & Zuloaga y *P. ramosissima* (Trin.) Soderstr. & Zuloaga. En la figura 23 también se incluye el género no resuelto *Parodiophyllochloa*, reportado en Colombia con el nombre de *P. ovulifera* (Trin.) Zuloaga & Morrone.



**Figura 23.** Distribución de *Parodiolyra* en Colombia

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)



*Piresia*

**Figura 24.** Distribución de *Piresia* en Colombia

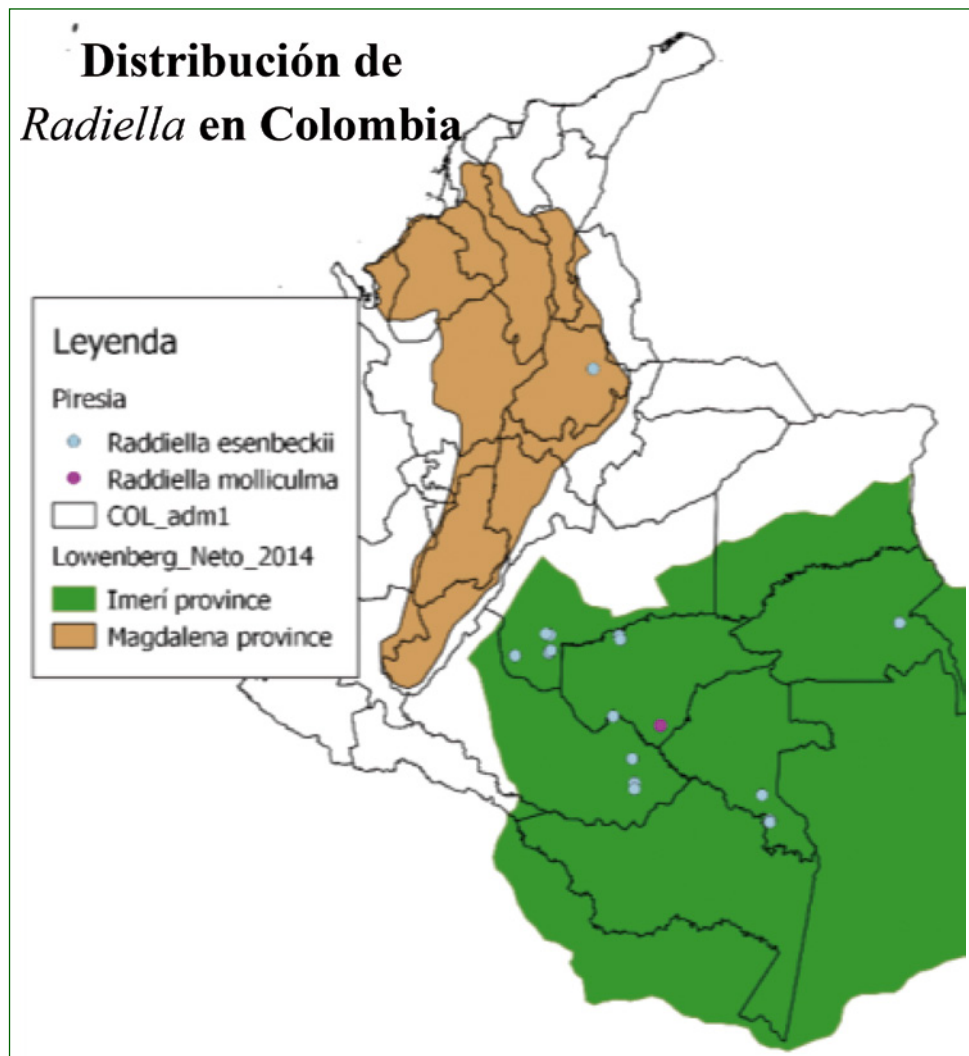
Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

Este taxón cuenta con 5 especies descritas, todas ellas originarias de Suramérica; en Colombia están presentes tres de estas especies: *P. goeldii* Swallen, *P. sympodica* (Döll) Swallen y *P. leptophylla* Soderstr (Londoño, 1990).

*Raddiella*

El género *Raddiella* es un bambú herbáceo de distribución suramericana con 8 especies descritas, dos de ellas en Colombia, *R. esenbeckii* (Steud.)

C.E. Calderón ex Soderstr. y *R. molliculma* (Swallen) C.E. Calderón ex Soderstr (Londoño, 1990) (ver figura 24).



**Figura 25.** *Distribución de Raddiella en Colombia*

Fuente: elaboración propia con Software: Q-GIS versión 2.14.3-Essen. Datos de: GIBF (2017)

## Referencias bibliográficas

- Akinlabi, E., Anane-Fenin, K. y Akwada, D. (2017). *Bamboo: The Multipurpose Plant*. <https://www.springer.com/gp/book/9783319568072>
- Baldini, R. y Ortiz, O. (2015). *Cryptochloa stapfii* (Poaceae: Bambusoideae: Olyreae), a new neotropical herbaceous bamboo from Panama. *Phytotaxa*, 203(3), 271-278. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.203.3.6>
- Bamboo Phylogeny Group (BPG). (2012). An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae) en J. Gielis J y G. Potters (eds.), Proceedings of the 9th world bamboo congress. *Antwerp, Belgium*, 10(12), 3-27. [http://bamboo-identification.co.uk/BWG\\_in\\_WBC\\_IX.pdf](http://bamboo-identification.co.uk/BWG_in_WBC_IX.pdf)
- Burke, S., Clark, L., Triplett, J., Grennan, C. y Duvall, M. (2014). Biogeography and phylogenomics of New World *Bambusoideae* (Poaceae), revisited. *American Journal of Botany*, 101(5), 886-891. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400063>
- Butler, R.A. (2016). *The Top 10 Most Biodiverse Countries*. <https://news.mongabay.com/2016/05/top-10-biodiverse-countries/>
- Canavan, S., Richardson, D., Visser, V., Le Roux, J., Vorontsova, M. y Wilson, J. (2016). The global distribution of bamboos: assessing correlates of introduction and invasion. *AoB Plants*, 9(1), plw078. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plw078>
- Chongtham, N., Bisht, M. y Haorongbam, S. (2011). Nutritional Properties of Bamboo Shoots: Potential and Prospects for Utilization as a Health Food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(3), 153-168. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00147.x>
- Clark, L., Londoño, X. y Ruiz-Sánchez, E. (2015). Bamboo: The Plant and its Uses. *Tropical Forestry*, (10), 1-30. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14133-6>
- Cochard, H., Ewers, F. y Tyree, M. (1994). Water relations of a tropical vine-like bamboo (*Rhipidocladum racemiflorum*): root pressures, vulnerability to cavitation and seasonal changes in embolism. *Journal of Experimental Botany*, 45, 1085-1089. <https://doi.org/10.1093/jxb/45.8.1085>
- Cohelo, T., Alves da Cruz, W. y Carniello, M. (2015). Espécies de Poaceae (Bambusoideae), tribo olyreae, ocorrentes em fragmentos florestais na bacia do guaporé, mt, amazônia meridional. *Flovet-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica*, 1(7), 1-14. <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/flovet/article/view/3106>

- Fisher, A., Clark, L. y Kelchner, S. (2014). Molecular phylogeny estimation of the *Chusquea* bamboos (*Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae*) and description of two new bamboo subgenera. *Syst Bot*, 39(3), 829-844. <https://doi.org/10.1600/036364414X681554>
- Fukuzawa, K., Shibata, H., Takagi, K., Satoh, F., Koike, T. y Sasa, K. (2015). Roles of dominant understory *Sasa* bamboo in carbon and nitrogen dynamics following canopy tree removal in a cool-temperate forest in northern Japan. *Plant Species Biology*, 30(2), 104-115. <http://doi.org/10.1111/1442-1984.12086>
- Giraldo-Cañas, D. (2011). Catálogo de la familia Poaceae en Colombia. *Darwiniana*, 49(2), 139-247. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.492.335>
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (2017). *GBIF Backbone Taxonomy*. <https://www.gbif.org/es/dataset/d7dddbf4-2cf0-4f39-9b2a-bb099caae36c>
- Guerreiro, C., Rodríguez, M. y Rúgolo de Agrasar, Z. (2013). Culm anatomy: A contribution to the identification of vegetative Andean woody bamboos in southernmost America. *Kew Bulletin*, 68(2), 209-218. <https://doi.org/10.1007/s12225-013-9444-2>
- Judziewicz, E. y Davidse, G. (2008). *Arthrostylidium berryi* (*Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae, Arthrostylidiinae*), a New Species from White Sand Shrublands in Venezuela and Colombia. *Novon*, 18(3), 361-365. <https://doi.org/10.3417/2006153>
- Judziewicz, E., Shea, E. y Wayda, T. (2010). Two new Bolivian species of *Aulonemia* (*Poaceae: Bambusoideae: Bambusae*). *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 4(2), 569-579. [https://www.researchgate.net/publication/285943176\\_Two\\_new\\_Bolivian\\_species\\_of\\_Aulonemia\\_Poaceae\\_Bambusoideae\\_Bambuseae](https://www.researchgate.net/publication/285943176_Two_new_Bolivian_species_of_Aulonemia_Poaceae_Bambusoideae_Bambuseae)
- Judziewicz, E. y Clark, L. (2011). *Aulonemia cochabambensis* (*Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae*), an anomalous new species from Bolivia. *Brittonia*, 63(3), 375-378. <https://doi.org/10.1007/s12228-011-9185-1>
- Jesús, J., Oliveira, R., Leite, K. y Silva, L. (2012). Comparative analysis of the leaf anatomy in two *Parodiolyra* species (*Poaceae: Olyreae*) occurring on forests in Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72(1), 205-210. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842012000100025>
- Kelchner, S. y Bamboo Phylogeny Group. (2013). Higher-level phylogenetic relationships within the bamboos (*Poaceae: Bambusoideae*) based on five plastid markers. *Mol Phylogenet Evol*, 67(2), 404-413. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23454093>

- Londoño, X. (1990). Aspectos sobre la distribución y la ecología de los bambúes en Colombia. (*Poaceae: Bambusoideae*). *Caldasia*, 16(77), 139-150. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/35514/35903>
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Bioteología vegetal*, 11(3), 143-154. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>
- Löwenberg-Neto, P. (2014). Neotropical region: a shapefile of Morrone's (2014) biogeographical regionalisation. *Zootaxa*, 3802(3), 300. [https://www.researchgate.net/publication/262696407\\_Neotropical\\_region\\_A\\_shapefile\\_of\\_Morrone%27s\\_2014\\_biogeographical\\_regionalisation](https://www.researchgate.net/publication/262696407_Neotropical_region_A_shapefile_of_Morrone%27s_2014_biogeographical_regionalisation)
- Márquez, L., García, M. y Marín, D. (2011). Anatomía foliar de *Guadua angustifolia* Kunth, *G. amplexifolia* Presl. y *Elytrostachys* típica McClure (*Poaceae, Bambusoideae*). *Ernstia*, 21(1), 91-109. [https://www.redib.org/recursos/Record/oai\\_articulo653556-anatomia-foliar-guadua-angustifolia-kunth-g-amplexifolia-presl-elytrotachys-typica-mcclure-poaceae-bambusoideae](https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo653556-anatomia-foliar-guadua-angustifolia-kunth-g-amplexifolia-presl-elytrotachys-typica-mcclure-poaceae-bambusoideae)
- Noguchi, M. y Yoshida, T. (2005). Factors influencing the distribution of two co-occurring dwarf bamboo species (*Sasa kurilensis* and *S. senanensis*) in a conifer-broadleaved mixed stand in northern Hokkaido. *Ecological Research*, 20(1), 25-30. <http://doi.org/10.1007/s11284-004-0009-6>
- Rangel-Churio, J. y Pinto-Zárate, J. (2012). Colombian Páramo Vegetation Database (CPVD) - The database on high Andean páramo vegetation in Colombia. *Biodiversity & Ecology*, 4, 275-286. <https://doi.org/10.7809/b-e.00084>
- Ramírez-Narváez, P. y Velasco-Linares, P. (2016). Características de la floración en poblaciones de *Chusquea scandens* Kunth. *Caldasia*, 38(1), 137-147. <http://doi.org/10.15446/caldasia.v38n1.57834>
- Ryou, S., Kang, M., Kim, K., Kang, Y. y Kang, J. (2012). Effects of green tea or *Sasa queupaertensis* bamboo leaves on plasma and liver lipids, erythrocyte Na efflux, and platelet aggregation in ovariectomized rats. *Nutrition Research and Practice*, 6(2), 106-112. <https://doi.org/10.4162/nrp.2012.6.2.106>
- Pérez, A. y Aguirre, M. (2013). Confirmación arqueobotánica del uso de *Chusquea culeou* (*Poaceae, Bambusoideae, Bambuseae*) en el sitio Lago Meliquina, Patagonia argentina. *Darwiniana*, 1(2), 192-200. <http://www.ojs.darwin.edu.ar/index.php/darwiniana/article/view/531/574>
- Ruiz-Sánchez, E., Clark, L., Londoño, X., Mejía-Saulés, T. y Rodríguez, G. (2015). Morphological keys to the genera and species of bamboos (*Poaceae: Bambusoideae*)

- of Mexico. *Phytotaxa*, 236(1), 1-24. [https://www.researchgate.net/publication/284710837\\_Morphological\\_keys\\_to\\_the\\_genera\\_and\\_species\\_of\\_bamboos\\_Poaceae\\_Bambusoideae\\_of\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/284710837_Morphological_keys_to_the_genera_and_species_of_bamboos_Poaceae_Bambusoideae_of_Mexico)
- Sayuri, K. (2011). *Estructura morfoanatómica y resistencia al congelamiento en bambúes de páramo del género Chusquea (Bambusoideae: Poaceae)*. Universidad de los Andes. <https://docplayer.es/15194050-Estructura-morfoanatomica-y-resistencia-al-congelamiento-en-bambues-de-paramo-del-genero-chusquea-bambusoideae-poaceae.html>
- Seki, T., Kida, K. y Maeda, H. (2010). Immunostimulation-mediated anti-tumor activity of bamboo (*Sasa senanensis*) leaf extracts obtained under “Vigorous” condition. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7(4), 447-457. <https://doi.org/10.1093/ecam/nen026>
- Sistema de Información Geográfica de Código Abierto (QGIS). (2016). *QGIS version 1.14.3-Essen. Geographic Information System. Open Source Geospatial. Foundation Project.*: <http://qgis.osgeo.org>.
- Tyrrell, C., Santos-Gonçalves, A., Londoño, X. y Clark, L. (2012). Molecular Phylogenetics and Evolution Molecular phylogeny of the arthrostylidioid bamboos (*Poaceae: Bambusoideae: Bambuseae: Arthrostylidiinae*) and new genus *Didymogonyx*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65(1), 136-148. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2012.05.033>.
- Rúgolo, Z. y Vega, A. (2012a). *Litachne* en F. Zuloaga, Z. Rúgolo de Agrasar y A. Anton (eds.), *Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina. Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae-Pharoideae* (pp-65-68). Instituto de Botánica Darwinion (IBODA).
- Rúgolo, Z y Vega, A. (2012). *Rhipidocladum* en F. Zuloaga, F., Z. Rúgolo de Agrasar y A. Anton (eds.), *Flora Argentina. Plantas Vasculares de la República Argentina. Monocotiledoneae: Poaceae: Aristidoideae-Pharoideae* (pp-65-68). Instituto de Botánica Darwinion (IBODA).
- Wysocki, W., Clark, L., Attigala, L., Ruiz-Sánchez, E. y Duvall, M. (2015). Evolution of the bamboos (*Bambusoideae; Poaceae*): a full plastome phylogenomic analysis. *BMC Evolutionary Biology*, 15(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0321-5>.

# Capítulo II

## Condiciones edafológicas y climáticas para el crecimiento de *Guadua angustifolia* Kunth: análisis comparativo entre Colombia y China

*Daniel Acosta-Leal\**, *Camilo González-Martínez\*\**  
*Cristian Camilo Pérez\*\*\**, *Deisy Forero Castiblanco\*\*\*\**

\* Ingeniero Agrónomo. MSc. Ciencias Agrarias. EdD. NOVA Southeastern University. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.

\*\* Ingeniero Ambiental. Esp. Biotecnología Agraria. MSc. Gestión Ambiental PhD. (c). Salud Pública. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. Grupo de Investigación Desarrollo Regional MD.

\*\*\* Ingeniero en Agroecología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO.

\*\*\*\* Ingeniero en Agroecología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. Miembro del grupo de investigación “Tecnologías emergentes en agricultura”.

La *Guadua angustifolia* Kunth es una planta que ofrece diferentes bondades como la captura de  $CO_2$  (dióxido de carbono), protección de fuentes hídricas, recuperación de suelos contaminados y protección de erosión de los mismos (González-Martínez *et al.*, 2019). Asimismo, la guadua es uno de los productos que sostiene la economía de muchas familias cultivadoras, y en Colombia se reporta un rendimiento benéfico en relación a 100 o 1500 tallos por hectárea en un año, lo que representa un importante cultivo para los campesinos colombianos (Espinal *et al.*, 2005).

En el contexto colombiano la producción de guadua es una oportunidad de diversificación de ingresos para los campesinos; esta potencialidad es planteada por autores como Rico, Gómez, González-Martínez y Acosta-Leal (2020), quienes argumentan los beneficios respecto a la adaptación al cambio de las dinámicas climáticas, comerciales y del mercado *per se*. Basado en lo anterior, este capítulo presenta algunas condiciones edafológicas y climáticas en Colombia comparándolas con China, una potencia mundial en producción de guadua, con el fin de brindar información de suelo y clima como insumo técnico a productores y posibles productores de guadua en Colombia.



## Condiciones del suelo

El suelo se define como una capa externa conformada por material mineral -abiótico- y orgánico, en el cual se da el crecimiento de las plantas, organismos biológicos y microorganismos -biótico- (Castro, 1998); así mismo, este se origina a través de la interacción de diferentes factores formadores de suelo (clima, relieve, material parental, organismos y tiempo), y posee diferentes características físicas, químicas, morfológicas y biológicas dependiendo el sustrato del cual se formó (Soil Science Society of America, 2020).

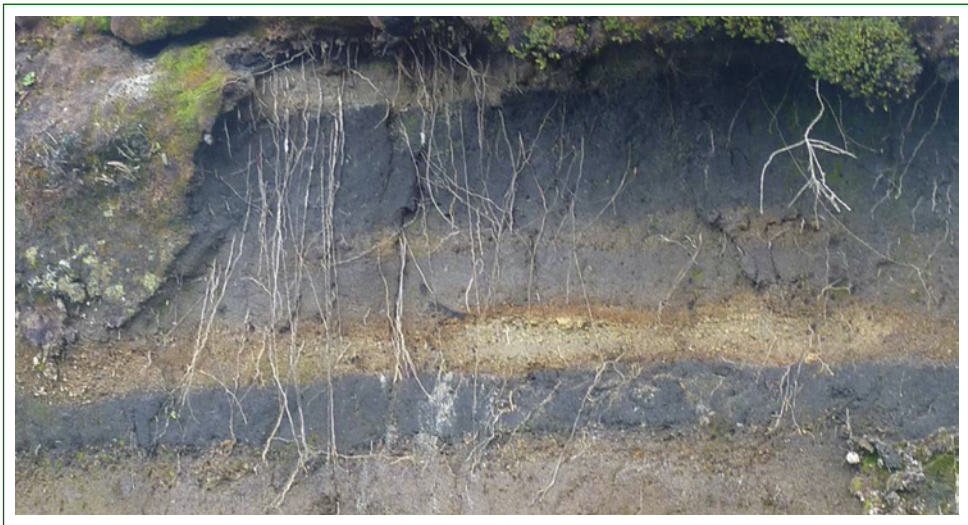
Colombia reporta suelos jóvenes, poco laboreados y por lo general fértiles. De igual manera, existen suelos que poseen algunas características que los hacen diferentes a otros y esto depende de la naturaleza del material parental, es decir, la materia prima que dio origen a los suelos, el espesor y el acomodamiento de las partículas que lo conforman (Castro, 1998). Así mismo, Colombia utiliza el sistema taxonómico norteamericano para la clasificación de suelos (Jaramillo, 2002) y se encuentran presentes algunos de los principales órdenes taxonómicos de suelo como lo reportan la International Union of Soil Sciences, World Soil Information *et al.* (2007), ver en la tabla 1.

En Colombia la guadua se encuentra mayormente distribuida sobre la cordillera Oriental, que posee el 55 % de los bosques de bambú reportados, así mismo, los departamentos con mayor diversidad de estos bosques son Norte de Santander, Cundinamarca, Cauca, Valle del Cauca, Antioquia, Nariño y Quindío (Espinal *et al.*, 2005), por lo tanto, los principales suelos para cultivo de guadua en Colombia son los andisoles, cuyo perfil se puede ver en la figura 26.

**Tabla 1. Suelos de Colombia**

Orden	Características y ubicación
Andisoles	Los andisoles son suelos que tienen como principal característica la presencia de materiales piroclásticos (ceniza o fragmentos de salen de un volcán), así mismo, su color es negro oscuro. En Colombia estos suelos se encuentran en regiones montañosas y son característicos de toda la región andina.
Ultisoles	Son suelos con alta presencia de arcillas, que por lo general son muy pobres. Se encuentran en regiones con alto índice de humedad, y en Colombia se pueden encontrar en la región de la Amazonía.
Oxisoles	Son terrenos donde hay una gran concentración de hierro, en donde los suelos se caracterizan por tener un color rojo y amarillo; en estos, la agricultura tradicional no se puede llevar a cabo debido a que los nutrientes se pierden por acción de la lluvia. Generalmente, son terrenos utilizados para labores ganaderas y se encuentran ubicados en los llanos orientales, en la región de la Orinoquia.
Vertisoles	Suelos con tendencia arcillosa, situados en lugares áridos en Colombia tales como la región Caribe.
Aridisoles	Suelos conformados por arena, se encuentran en playas y en regiones desérticas como los departamentos de La Guajira y el Huila.
Molisoles	Suelos con una capa superficial profunda, ricos en minerales y aptos para labores agrícolas y ganaderas; se asocian a la región Caribe colombiana.

Fuente: (International Union of Soil Sciences *et al.*, 2007).



**Figura 26. Andisol colombiano**

Fuente: Fotografía de Cristian Pérez, 2020.

En el caso de la República Popular China, este país cuenta con una extensión de 9.596.900 km<sup>2</sup> (Banco Mundial, 2020), por lo cual es un país 8 veces más grande que Colombia en superficie; en similitud con Colombia expresa una gran historia cultural y ancestral. En China se presentan suelos con características un poco diferentes a los colombianos, ya que la formación de estos, las estaciones, el material parental y la acción antrópica son diversas.

En concordancia con la International Union of Soil Sciences *et al.* (2007), se describen los principales órdenes taxonómicos de suelo en China, ver tabla 2.

**Tabla 2. Suelos de China**

Orden	Características
Lixisoles	Son suelos con altos contenidos de arcilla en el subsuelo, son característicos de regiones donde hay largas sequías intercaladas con largos periodos de lluvias.
Alisoles	Suelos arcillosos, se generan en regiones húmedas y son similares a los ultisoles ubicados en la región Amazónica colombiana.
Antrosoles	Son suelos profundos modificados con el tiempo por la acción humana.
Arenosoles	Suelos desérticos conformados por arena, característicos del desierto de Gobi.
Crisoles	Son suelos producto de material derivado del deshielo; la acción de la temperatura creó características particulares en ellos.
Gleysoles	Suelos de humedales de colores pardos y su material parental es de origen aluvial.
Phaeozems	Son suelos oscuros ricos en materia orgánica, pero están intensamente lixiviados.
Solonetz	Sus suelos alcalinos ricos en sodio por lo generalmente arcillosos.
Podzoles	Suelos de color gris cenizo, debido a la carencia de materia orgánica, son característicos de lugares ubicados en el hemisferio norte.
Solonchaks	Son suelos con altas concentraciones de sales, son característicos de zonas áridas y se ubican entre los países de Rusia y China.
Umbrisoles	Son suelos con muy baja fertilidad, por lo general, son estériles y no pueden ser laboreados. Así mismo, son antiguos y se dan en lugares donde las condiciones climáticas son extremas.

Fuente: (International Union of Soil Sciences *et al.*, 2007).

Las principales plantaciones de bambú en China se encuentran distribuidas en zonas edafológicas de tendencia arcillosa, presentando colores entre amarillos y rojos, como se puede ver en la figura 27.



**Figura 27.** *Suelo de China*

Fuente: Fotografía de Cristian Pérez, 2017.

Teóricamente, de acuerdo con Castro (1998), este tipo de suelos presentan una limitación de materia orgánica, lo cual en suelos tropicales es una diferencia sustancial en términos productivos para ciertos cultivos, sin embargo, en el marco de comparación, los suelos de Colombia, específicamente los andisoles, requieren de menores intervenciones con fines nutricionales a las plantas respecto a los suelos chinos, siendo los andisoles suelos de mayor riqueza productiva en el marco del potencial de producción de la guadua en Colombia.

De acuerdo con International Union of Soil Sciences *et al.* (2007), un aspecto que difiere de la clasificación de suelos de China respecto a la clasificación para Colombia es la descripción topográfica, la cual asigna hasta 12 grupos de acuerdo a las pendientes del terreno; un ejemplo de esto se puede ver en la tabla 3.

**Tabla 3.** Suelos de China. Clasificación por topografía.

Topografía	Franco rico en humus	Franco con humus moderado	Arcilloso con presencia de humedad	Suelos de grava
Valle	Suelos francos profundos y ricos en humus	Suelos francos profundos con humus moderado	Suelos con presencia de arcillas profundas	Suelos de grava profunda
Ladera	Suelos con profundidad moderada y ricos en humus	Suelos con profundidad moderada y humus profundo	Suelos arcillosos con profundidad moderada	Suelos de grava profundidad moderada
Llanura	Suelos francos superficiales ricos en humus	Suelos francos superficiales con humus moderado	Suelos arcillosos superficiales	Suelos de grava superficiales

**Fuente:** (International Union of Soil Sciences *et al.*, 2007).

Bajo el enfoque topográfico los suelos de China ubicados en ladera cuentan con una capa superficial poco profunda que en teoría desfavorece el crecimiento y enraizamiento del bambú, en condiciones topográficas de llanura los suelos chinos presentan horizontes con muy poca humedad que dificultan el crecimiento; por otra parte, los suelos de las zonas de valle son los que presentan las mejores condiciones para el crecimiento del bambú, siendo suelos profundos, con acceso a recursos hídricos y no presentan una fuerte meteorización por acción del viento (International Union of Soil Sciences *et al.*, 2007; Troya y Xu, 2014).

En China los suelos arcillosos cuentan con una capa superficial delgada que es un poco desfavorable para el crecimiento de bambú; por lo general, los suelos de llanura son suelos secos, superficiales y estériles, razón por la cual el desarrollo del bambú es bajo. Por el contrario, los suelos de los valles son los mejores para el crecimiento del bambú, en razón a su profundidad considerable y las características de fertilidad asociadas a las cercanías al recurso hídrico y al menor grado de afectación por meteorización eólica.

A continuación, se relacionan las características edafológicas tanto físicas como químicas para la producción de *Guadua angustifolia* Kunth.

## Características físicas de los suelos para *Guadua angustifolia* Kunth

1. Material parental: sedimentos finos, sedimentos aluviales, ceniza volcánica, depósito coluvial fino.
2. Textura: franco arcillosa, franco arcillo limosa y francos. En cuanto a textura, se han reportado resultados óptimos en suelos con características de 63 % de arena, 19 % de limo y 18 % de arcilla.
3. Profundidad efectiva: desde profundos de hasta 1 metro, a moderadamente profundos 0,6 metros (Ibáñez, 2007).
4. Drenaje: debe ser bueno ya que el cultivo de guadua no soporta humedad en la parte baja del tallo, la conductividad hidráulica debe ser mayor a 50 centímetros por hora (Castaño, 2001).

## Características químicas de suelos para *Guadua angustifolia* Kunth

1. pH: fluctúa entre 4,2 (ácido) hasta 7,4 (alcalino).
2. Materia orgánica: debe ser media-alta; por lo cual para clima templado es del 3 % al 5 % aproximadamente.
3. Calcio (Ca): debe ser normal de 5 a 10 meq/100 g de suelo (mili equivalente en 100 g de suelo).
4. Magnesio (Mg): los contenidos de magnesio deben ser de muy alto a normales de 2,5 a 3 o mayor meq/100 g de suelo.
5. Potasio (K): entre normal a muy alto entre 0,3 y 0,4 meq/100 g (gramos) de suelo.
6. Fósforo (P): de medio a bajo 25 ppm (partes por millón) o menor.
7. Relación Ca/Mg: debe ser una relación entre 3 y 4 meq/100 g de suelo, como característica química ideal para *Guadua angustifolia* Kunth.
8. CICE (capacidad de intercambio catiónico efectiva): debe ser superior a 15 meq/100 g de suelo.

9. Saturación de bases: debe ser alta.
10. Hierro (Fe): deficiente a normal, menor a 30 ppm.
11. Cobre (Cu): deficiente a normal, menor de 2 ppm.
12. Boro (B): los requerimientos de boro en *Guadua angustifolia* Kunth son mínimos, por ello, se necesitan suelos que no tengan mayor presencia del mismo que deben ser menores a 0,3 ppm.
13. Manganeso (Mn): por el contrario, el manganeso es un elemento necesario para el cultivo, por esta razón, los contenidos del mineral en el suelo deben ser altos, mayores a 20 ppm.
14. Zinc (Zn): contenidos en el suelo altos, mayores a 4 ppm (Castaño, 2001).

Ya que en Colombia no todos los suelos cuentan con una buena fertilidad, es común el uso de enmiendas agrícolas o mejoras edáficas de acuerdo al estadio fenológico de la planta a nivel poblacional, esta práctica cumple el fin de brindar la nutrición requerida y completar los requerimientos propios del cultivo. Autores como Mercedes (2006) recomiendan una enmienda agrícola en la etapa inicial de plantación aplicando unas proporciones así: 60 g de urea, 100 g de superfosfato triple, 80 g de cloruro de potasio y 20 g de bórax. Como complemento a la mejora planteada, Castaño (2001) recomienda repetir la enmienda al mes 6 y al mes 12, con el fin de lograr un producto final de calidad y de mejor valor comercial en el mercado de la guadua como materia prima.

## Clima

El clima se define como la condición atmosférica permanente o habitual de un lugar específico, este posee ciertos componentes como la precipitación, la temperatura, la altura, la radiación solar, la humedad y el viento; esta condición se asocia a la sumatoria del tiempo meteorológico en condiciones no menores de 10 años. Los componentes del clima son factores de gran relevancia en la formación de los suelos y en las condiciones de

los mismos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia [MinAmbiente], 2018; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2013; Jaramillo, 2002).

Colombia se encuentra en una zona tórrida (área entre los trópicos de Cáncer y Capricornio), es por esto que posee un clima tropical que varía dependiendo de la altitud (IDEAM, 2017); esta condición es la responsable de considerar una variabilidad climática asociada a la altura sobre el nivel del mar denominada pisos térmicos.

Los pisos térmicos presentes en Colombia son 4, se describen a continuación:

- Piso térmico cálido: corresponde a alturas que se hallan entre los 0 y 1000 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), allí se presentan temperaturas superiores a los 24 °C. Este piso térmico cubre el 84 % de la superficie del territorio colombiano.
- Piso medio o templado: es propio de alturas entre los 1000 y 2000 m s.n.m. con temperaturas promedio de 19 °C, correspondiendo al 8 % del territorio colombiano.
- Piso frío: alturas entre los 2000 y 3000 m s.n.m. con temperaturas entre 12 y 17 °C, correspondiente al 6 % del territorio de Colombia.
- Piso de páramo: alturas superiores a 3000 m s.n.m. y se presentan temperaturas menores a los 12 °C, esto corresponde al 2 %, siendo el piso térmico menos predominante en Colombia.

## Condiciones climáticas

Colombia, por ser un país en gran medida montañoso, presenta una gran variedad climática destacando el clima tropical y el subtropical, comprendiendo fundamentalmente bosques húmedos y muy húmedos con relieves predominantes de ladera montañosa y zonas de influencia hídrica de bosque riparios y galería (González-Martínez *et al.*, 2019).

Describir las condiciones climáticas en el contexto del presente capítulo permite tener una comparación constante entre Colombia y China, por



lo cual se presenta una descripción de los climas predominantes para cada país, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen-Geiger, dentro del escenario de la producción de la *Guadua angustifolia* Kunth (ver tabla 4).

**Tabla 4. Comparación climática entre Colombia y China**

Clasificación climática de Köppen-Geiger		
Colombia		
Climas	Köppen-Geiger	Distribución
Tropicales lluviosos	A	Valles y llanuras
Tropical de selva	Afi	Costa Pacífica, Urabá, Amazonía, Magdalena,
Tropical lluvioso de sabana	Awi	NE Orinoquía, Huila, Cundinamarca, Tolima, Cauca.
Secos	B	Región Caribe
Seco desértico	BW	NW de la Alta Guajira y bahía de Santa Marta.
Templado húmedo de verano seco	Cs	La meseta cundiboyacense, altiplanicie nariñense, Quindío
Fríos de alta montaña	EB	Los Andes, Sierra Nevada de Santa Marta
China		
Subtropical húmedo	Cfa	Shanghái, Cantón, Shenzhen, Ganzhou, Nankín
Continental húmedo y caliente	Dfa	Pekín, Tianjin, Jinan, Changchun, Harbin
Continental húmedo y cálido	Dwb	Beigou, Wangqing, Linchang, Dahuanggou, Donggou
Fríos y semiáridos	BSk	Shijiazhuang, Xi'an, Taiyuan, Hohhot, Baotou
Subtropical húmedo	cwa	Longtian, Chengkou, Xiuqi, Qinghua

Fuente: (Climate-Data.org, 2020a, 2020b).

Las condiciones climáticas para Colombia son muy diferentes en contraste con China, debido al ingreso de corrientes de aire húmedo que tienen relación en la zona pacífica, atlántica y por la selva amazónica que permiten unas condiciones de precipitaciones específicas, generando regímenes pluviales consecuencia de la zona de confluencia intertropical (ZCIT), definiendo una franja de corrientes de aire cálidas y húmedas procedentes de los cinturones de alta presión situados en la zona subtropical de los hemisferios norte y sur generadores de masas de

nubosidad y abundancia de lluvias para Colombia (Jaramillo-Robledo y Chaves-Córdoba, 2000).

Consecuentemente, en Colombia la distribución de precipitación mensual obedece a patrones de tipo unimodal y bimodal, así como a interacciones entre estos, el patrón unimodal corresponde a la región de los Llanos Orientales y a la región Amazónica (Jaramillo-Robledo y Chaves-Córdoba, 2000); y, de acuerdo con González-Martínez *et al.* (2019), en zonas de interés productivo para la *Guadua angustifolia* Kunth, el patrón bimodal es predominante como se presentará en el siguiente apartado del presente capítulo.

## Características climáticas para *Guadua angustifolia* Kunth

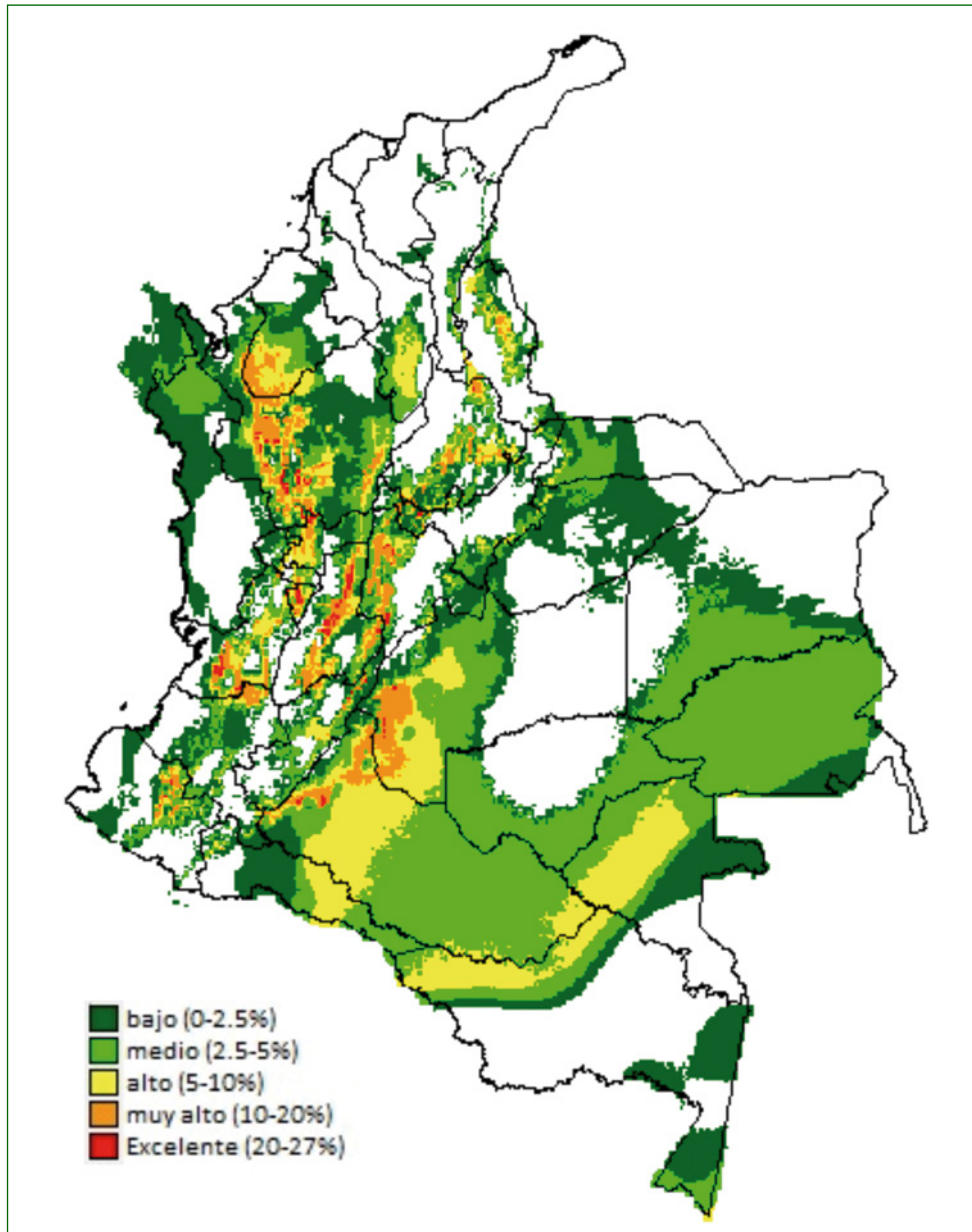
La *Guadua angustifolia* Kunth, identificada por Humboldt en 1822, es una especie endémica del Neotrópico, siendo la más común en Colombia sobre la región del Eje Cafetero y la provincia de Río Negro en Cundinamarca.

En la región del Eje Cafetero, en las altitudes debajo de los 2.000 m s.n.m. la *Guadua angustifolia* Kunth es la especie de bambú más abundante y predominante, alcanzando su estatus de especie forestal más aprovechada y promisoría de la zona, con un aproximado de 28.000 hectáreas sembradas (Kleinn y Morales-Hidalgo, 2006).

En Colombia, los guaduales se desarrollan de manera óptima en la región central de los Andes, en las cordilleras Central y Occidental, generalmente entre 900 y 2.000 m s.n.m. (Londoño y Clark, 2002). En la región del Río Negro en Cundinamarca, cordillera Oriental, se reportan entre los 0 y 2.400 m s.n.m. (González-Martínez *et al.*, 2019).

En cuanto a algunos de los principales factores meteorológicos para Colombia, las condiciones ideales para la guadua son temperatura de 17 °C y 26 °C, con precipitaciones entre 1.200 - 2.500 mm/año, la humedad relativa abarca 80 %-90 %, esto con el fin de lograr 1.800 y 2.000 horas/luz/año, aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/día (Cassandro-Cajiao, 2018).

Con la información climática y utilizando la herramienta DIVA-GIS, sistema de información geográfica (SIG), se realizó un análisis de distribución potencial de *Guadua angustifolia* Kunth (ver figura 28).



**Figura 28.** Distribución potencial de *Guadua angustifolia* Kunth

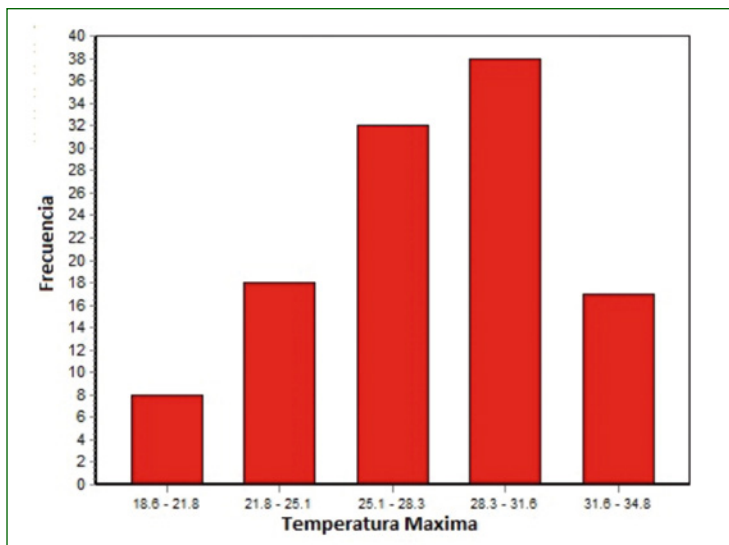
Elaboración propia.

De acuerdo con la información SIG y a la interpretación de los datos (ver tabla 5) se presenta una relación de temperaturas máximas de 15,8 °C a 35,2 °C, mientras que las temperaturas mínimas se encuentran entre 5 °C a 22,2 °C (ver figura 29).

**Tabla 5. Rango de temperaturas en *Guadua angustifolia* Kunth**

TEMPERATURA	MÍNIMA (°C)	MÁXIMA (°C)
Media temperatura anual	10,8	28,0
Rango medio mensual de temperatura	7,0	11,7
Isoterma	72,6	92,9
Temperatura isoterma	18,5	101,5
Temperatura máxima del mes más cálido	15,8	35,2
Temperatura mínima del mes más frío	5,0	22,2
Rango de temperatura anual	7,8	13,6
Temperatura media del trimestre más húmedo	10,7	27,7
Temperatura media del trimestre más seco	10,8	28,4
Temperatura media del trimestre más cálido	11,2	28,6
Temperatura media del trimestre más frío	10,2	27,3

Elaboración propia.



**Figura 29. Variable de temperatura para *Guadua angustifolia* Kunth**

Elaboración propia.

Respecto a los resultados de precipitación mensual se presentan los valores comprendidos entre 132-805 mm (ver tabla 6) implicando una limitante para la especie debido a la necesidad de uso de recurso hídrico.

**Tabla 6.** Rango de precipitaciones anual, mensual y trimestral para *Guadua angustifolia* Kunth

PRECIPITACIÓN	MÍNIMA (mm)	MÁXIMA (mm)
Precipitación anual	1027,0	7405,0
Precipitación del mes más húmedo	132,0	805,0
Precipitación del mes más seco	11,0	365,0
Precipitación estacionalidad	20,7	68,4
Precipitación del trimestre más húmedo	323,0	2374,0
Precipitación del trimestre más seco	67,0	1199,0
Precipitación del trimestre más cálido	120,0	1006,8
Precipitación del trimestre más frío	195,0	2174,0

Elaboración propia.

## Características climáticas para el bambú en China

Para el análisis comparativo se relaciona la especie *Phyllostachys aurea* Riviere & C. Riviere, conocida como el bambú de oro en el sur de China. Es una especie utilizada para la elaboración de artesanías, diseños arquitectónicos y muebles, debido a las propiedades de flexibilidad que presenta; también, se aprovecha como alimento consumiendo sus brotes tiernos (Gucker, 2009).

Esta especie también se encuentra en Colombia, presentando una adaptación y desarrollo bajo diversas condiciones; sin embargo, existen sitios con ciertas características que le proporcionan un mejor ambiente y crecimiento óptimo como son máxima temperatura entre 18 °C y 37 °C, temperatura mínima de -6 °C hasta los 19 °C (ver figura 30); precipitaciones de 20 a 719 mm (ver figura 31). Así mismo, para la especie se presenta una posibilidad para Colombia, puesto que para los dos países hay

algunas condiciones climáticas comunes, aunque los suelos colombianos presentan unas características más adecuadas en términos de adaptación.

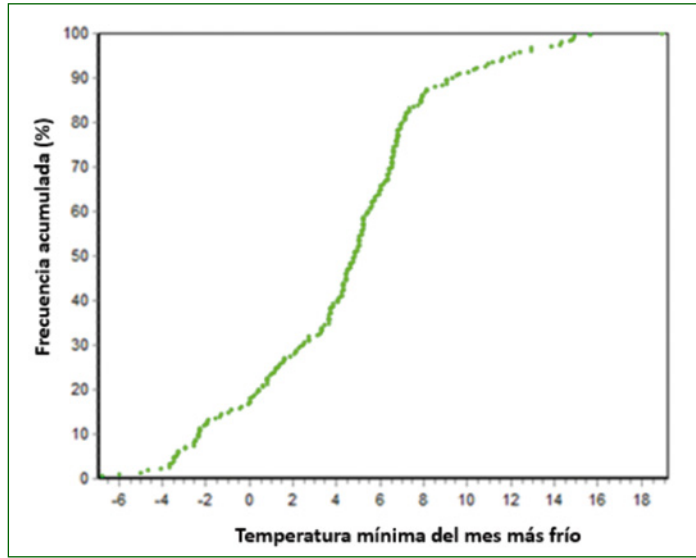


Figura 30. Variable de temperatura mínima para el desarrollo de *Phylostachys aureus* Riviere & C. Riviere

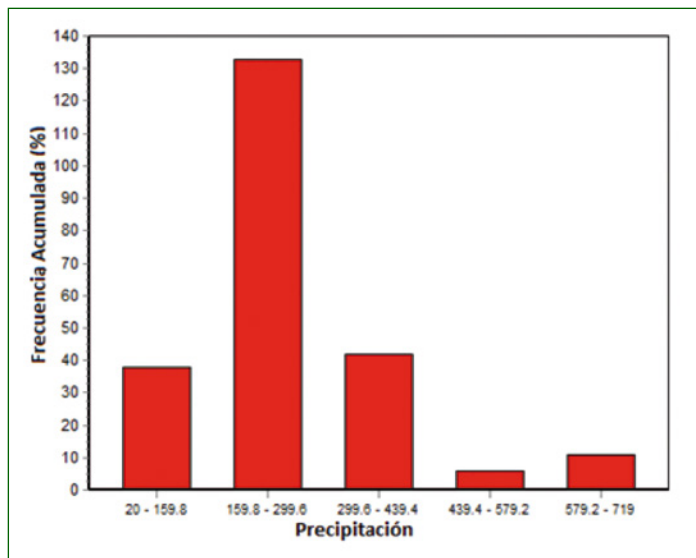


Figura 31. Rango de precipitación óptimo de *Phylostachys aureus* Riviere & C. Riviere

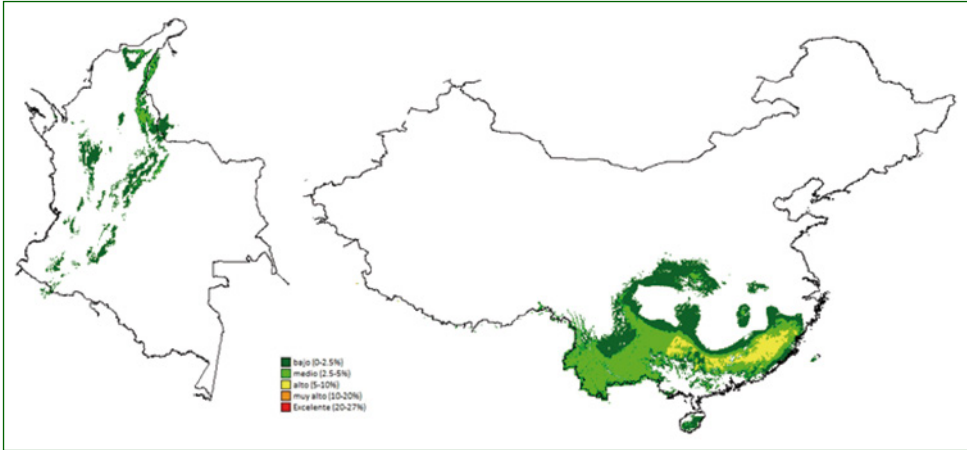
De acuerdo con la información SIG y a la interpretación de los datos (ver tabla 7), se presentan las temperaturas relacionadas con *Phyllostachys aureus* Riviere & C. Riviere en China, estas permiten un escenario de potencialidad basada en temperatura, considerando su producción en Colombia.

**Tabla 7.** Rango de temperatura en *Phyllostachys aureus* Riviere & C. Riviere

TEMPERATURA	MÍNIMO (°C)	MÁXIMO (°C)
Media temperatura anual	8,6	24,7
Rango medio mensual de temperatura	5,9	17,6
Isoterma	26,2	90,6
Temperatura isoterma	29,1	96,7
Máxima temperatura del mes más cálido	18,2	37,6
Temperatura mínima del mes más frío	-6,7	19
Rango de temperatura anual	10	36,7
Temperatura media del trimestre más húmedo	3,5	26,9
Temperatura media del trimestre más seco	-0,4	26,1
Temperatura media del trimestre más cálido	10,2	28,6
Temperatura media del trimestre más frío	-0,4	23,6

En términos de temperatura, se presentan unas condiciones comunes para los dos países, las cuales son un indicador del potencial de producción de *Phyllostachys aureus* Riviere & C. Riviere en Colombia (ver figura 32).

Adicionalmente, se presenta la relación de precipitación para *Phyllostachys aureus* Riviere & C. Riviere en China, las cuales son de utilidad para futuros escenarios de producción en Colombia (ver tabla 8).



**Figura 32.** Comparación entre Colombia y China sobre las variables climáticas para *Phyllostachys aureus* Riviere & C. Riviere

**Tabla 8.** Rango de precipitación para *Phyllostachys aureus* Riviere & C. Riviere

PRECIPITACIÓN	MÍNIMA (mm)	MÁXIMA (mm)
Precipitación anual	360	3314
Precipitación del mes más húmedo	68	741
Precipitación del mes más seco	0	152
Precipitación estacionalidad	9.5	109.9
Precipitación del trimestre más húmedo	177	1956
Precipitación del trimestre más seco	2	483
Precipitación del trimestre más cálido	3	1956
Precipitación del trimestre más frío	20	719

Finalmente, las características comparativas para las dos especies en análisis se presentan en la tabla 9, donde la temperatura y precipitación son los factores comunes para evaluar los requerimientos en términos productivos.



**Tabla 9.** Variables climáticas determinadas por las especies

	Guadua angustifolia Kunth.	Phyllostachys aurea Riviere & C. Riviere.
Temperatura máxima	15-35 °C	18,2-37,6 °C
Temperatura mínima	5-22 °C	(-6,7)-19 °C
Precipitación anual	1027-7405 mm	68-741 mm

## Conclusiones

Realizando una comparación entre Colombia y China para el cultivo de guadua *Guadua angustifolia* Kunth y bambú *Phyllostachys aurea* Riviere & C. Riviere, las condiciones de las especies son diferentes; aunque las plantas pertenecen a la misma familia botánica *Poaceae*, presentan diferencias taxonómicas, morfológicas, biológicas y diferencias considerables en cuestiones de requerimientos nutricionales.

El bambú es una especie asiática y dentro de esta clasificación se encuentra la guadua como una especie de Suramérica, generando unas adaptaciones por especie correspondientes al posicionamiento geográfico y sus implicaciones climáticas. En términos edafológicos el origen mineralógico o material parental de los suelos es diferente en los contenidos de materia orgánica, disponibilidad de elementos y requisitos nutricionales de las plantas, esto implica que las especies relacionadas para cada país tengan sus niveles productivos asociados a estas adaptaciones vegetales.

Una limitación técnica para este análisis comparativo es la falta de información sobre resultados de pruebas foliares y capacidad fotosintética de las especies: sin embargo, los resultados edafológicos y climáticos resultantes conllevan a considerar un potencial productivo del bambú *Phyllostachys aurea* Riviere & C. Riviere para Colombia.

Finalmente, la guadua *Guadua angustifolia* Kunth presenta adaptaciones que se reflejan en la capacidad de producción y en la relación evolutiva de sus requisitos nutricionales y climáticos; para Colombia una especie como esta presenta un potencial productivo que conlleva a establecer prioridades en cuanto a la potencialidad de generar diversificación de

ingresos a los productores y con fines de ingresar en firme al mercado que las especies *Poaceae* tienen consigo, la guadua puede ser para Colombia lo que el bambú es para China, y la comparación edafológica y climática lo demuestran en términos productivos.

## Referencias bibliográficas

- Banco Mundial. (2020). *China Land Area*. R <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.TOTL.UR.K2?locations=CN>
- Cassandro-Cajiao, R. (2018). Muro panel térmico estructural compuesto en guadua y cartón: Modelo experimental aplicado al clima de la zona cafetera. *Revista de Arquitectura*, 20(2), 90-109. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2116>
- Castaño, F. (2001). *Industrialización sostenible de la guadua. Informe final*. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnacx697.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacx697.pdf)
- Castro, H. (1998). *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas* (1.ª ed.). Instituto Universitario Juan de Castellanos.
- Climate-Data.org. (2020a). *Clasificación climática de China*. <https://es.climate-data.org/asia/republica-popular-china-110/>
- Climate-Data.org. (2020b). *Clasificación climática de Colombia*. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia-133/>
- Espinal, C., Martínez, H., Pinzón, N. y Espinosa, D. (2005). *La cadena de la guadua en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. (Documento de trabajo No. 65)*. [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6108/1/200511216197\\_caracterizacion\\_guadua.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6108/1/200511216197_caracterizacion_guadua.pdf)
- González-Martínez, C., Acosta, D., Guzmán, R. y Rodríguez, D. (2019). *Reforestación agroecológica: una alternativa para la protección del recurso hídrico*. (1.ª ed.). Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.
- Gucker, C. (2009). *Phyllostachys aurea*. R <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/phyaur/all.html>
- Ibáñez, J. (2007). *Profundidad efectiva y capacidades de uso del suelo*. <https://www.madrimsd.org/blogs/universo/2007/03/14/61286>

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2017). *Zonificación hidrogeográfica de Colombia*. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/zonificacion-hidrografica>
- International Union of Soil Sciences, World Soil Information y Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2007). *Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 103*.
- Jaramillo-Robledo, Á. y Chaves-Córdoba, B. (2000). Distribución de la precipitación en Colombia analizada mediante conglomeración estadística. *Cenicafé*, 51(2), 102-113. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc051%2802%29102-113.pdf>
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo* (Escuela de Geociencias y Medio Ambiente No. 2242). Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Kleinn, C. y Morales-Hidalgo, D. (2006). An inventory of Guadua (*Guadua angustifolia*) bamboo in the Coffee Region of Colombia. *European Journal of Forest Research*, 125(4), 361-368. <https://doi.org/10.1007/s10342-006-0129-3>
- Londoño, X. y Clark, L. (2002). Three New Taxa of Guadua (*Poaceae: Bambusoideae*) from South America. *Novon. Missouri Botanical Garden Press.*, 12(1), 64-76. <https://doi.org/10.2307/3393241>
- Mercedes, J. (2006). *Guía Técnica Cultivo del Bambú* (1ra. ed). Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF). <http://190.167.99.25/digital/bambu.pdf>
- Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) (2018). *Guía de las buenas prácticas para gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Guia\\_de\\_buenas\\_practicas\\_para\\_la\\_gestion\\_y\\_uso\\_sostenible\\_de\\_los\\_suelos\\_en\\_areas\\_rurales.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Guia_de_buenas_practicas_para_la_gestion_y_uso_sostenible_de_los_suelos_en_areas_rurales.pdf)
- Rico, P., Gómez, L., González-Martínez, C. y Acosta-Leal, D. (2020). Income diversification in the association of coffee producers AGROPASUNCHA, Cundinamarca, Colombia en C. Correira (ed.), *Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos*

*Sistemas nas Ciências Agrárias* (1.<sup>a</sup> ed., pp. 90-101). Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.999202608>

Soil Science Society of America. (2020). *Glossary of Soil Science Terms*. <https://www.soils.org/publications/soils-glossary#>

Troya, F. y Xu, C. (2014). Plantation Management and Bamboo Resource Economics in China. *Ciencia y Tecnología*, 7(1), 1-12. [https://www.researchgate.net/publication/321297305\\_PLANTATION\\_MANAGEMENT\\_AND\\_BAMBOO\\_RESOURCE\\_ECONOMICS\\_IN\\_CHINA](https://www.researchgate.net/publication/321297305_PLANTATION_MANAGEMENT_AND_BAMBOO_RESOURCE_ECONOMICS_IN_CHINA)



# Capítulo III

## Siembra y propagación de la guadua

*Germán Alfonso Mahecha Vásquez\**

\* Ingeniero en Agroecología, graduado de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Con el fin de garantizar la preservación de rodales de guadua existentes en Colombia, es importante reconocer las técnicas o prácticas de propagación del nuevo material. Lo anterior, por la alta recurrencia a hallar esta especie en sectores aledaños a fuentes hídricas, debido a su alta capacidad de “administrar” el flujo de agua (siendo retenedor en épocas de lluvia, y garantizando de manera paulatina el suministro del recurso en épocas secas).

Además, es relevante mencionar que la normatividad colombiana regula el aprovechamiento de la guadua para evitar su extinción e indirectamente prevenir la alteración del equilibrio ecosistémico de la naturaleza. Tal es el caso de la Resolución 1740 (2016) donde “se establecen lineamientos generales para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y bambusales” (p. 2).

Por consiguiente, en el presente capítulo se evidenciarán algunas de las técnicas empleadas para la multiplicación del material vegetal, en este caso, de guadua y bambú, reconociendo la viabilidad y diferencias entre la propagación sexual y asexual, identificadas dentro del proceso de aprendizaje y trabajos realizados por parte de los autores del libro con la planta, recientemente reconocida como “el oro verde”.

## Reproducción sexual

### Semillas

Según Botero (s.f):

Es el método clásico de reproducción de la mayoría de las especies vegetales y es aquel que se desprende de la germinación de su semilla. Para el caso de la guadua se presenta una limitación en el sentido de ser una especie de floración esporádica, es decir, solo algunos individuos de la misma mancha florecen en periodos irregulares que generalmente coinciden con las épocas de lluvia. Además de esto, las semillas tienen un tiempo de viabilidad o capacidad de germinación muy corto. Por lo anterior, este método de reproducción no es viable para la *Guadua angustifolia*. Es importante anotar que las plantas producidas por semilla tienen un crecimiento demasiado lento. (p. 8).

Por semilla botánica, las plantas de bambú producen frutos similares a los del arroz, que pudieran ser utilizados como semillas para su propagación. Sin embargo, la formación de semillas en *Guadua angustifolia* es escasa e irregular, por lo tanto, este no es un método regularmente utilizado (PERUBAMBU, 2007).

Según la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) (2005), la reproducción de la guadua por semilla, con fines económicos o de reforestación, es una práctica poco aconsejable debido a su difícil consecución, crecimiento lento y a su bajo vigor inicial. La geminación de la semilla ocurre a los 23 días de sembrada, aparece un brote delgado, débil, que además genera hojas cloróticas de lento crecimiento y requiere mínimo 4 meses para que se fortalezca su raíz. Se aconseja para efectos de variabilidad genética. Asimismo, Melo (2018) señala que “la reproducción de la guadua por semilla no es un método fácil ni práctico, por lo tanto, la propagación a través de partes vegetativas de la planta como ramas, yemas, tallos y rizomas, es la más común y efectiva” (p. 22).

## Reproducción asexual

La reproducción asexual o vegetativa de una planta está dada porque cualquiera de las estructuras (ramas, yemas, tallos, rizoma) de la planta da origen a una nueva. Este tipo de propagación es la técnica más usual en la producción de la guadua, en viveros forestales comerciales y comunidad de las áreas rurales de Colombia.

El bambú, al igual que otras especies vegetales, se propaga a partir de diversas partes de la planta. Los más utilizados son las secciones de tallos, rizomas, riendas laterales, esquejes de tallos tiernos y multiplicación de plántulas (denominadas comúnmente “chusquines”). También, es posible la propagación asexual *in vitro* por cultivo de tejidos en condiciones de laboratorio (PERUBAMBU, 2007).

### Reproducción por cortes del rizoma

Es la forma más segura y efectiva; su eficiencia en términos de supervivencia casi siempre es del 100 %. Los rizomas se obtienen de 1 a 2 años de edad luego de la siembra. Los brotes a partir de cortes de rizomas aparecen a los 30 y 35 días de haberlos sembrado. Existen dos variantes:

- La siembra del rizoma, que consiste en sacar los rizomas de 2 a 4 años de edad. Se cortan en secciones de 30 cm; se excavan los hoyos de 1 m de ancho, 0,6 m de profundidad; se colocan los rizomas acostados con las yemas en ambos lados; y se tapan con unos 5-10 cm de tierra.
- El trasplante de rizomas con matitas de 1 a 2 años de edad, con rizoma. Se cortan los tallos a 2 m de altura y se excava la raíz con el rizoma para ser trasplantada.

### Sección de tallo

Los resultados con este sistema son del 50 % al 80 % de prendimiento. Se toman partes del culmo que posean dos o más nudos, los cuales, posteriormente, se siembran de manera directa en el suelo, en forma horizontal



o vertical, aplicando una capa de tierra o sustrato de elección y regar con agua.

## Sección de tallos con agua

Acorde con Botero (s.f):

La siembra de secciones de tallo se puede realizar horizontal o verticalmente. Se mejoran los prendimientos agregando agua a los entrenudos y se pueden utilizar tallos de diferentes dimensiones, pero que contengan siempre un nudo con yema activa para que desarrolle la nueva planta. A pesar de haberse obtenido prendimientos cercanos al 70 % se consideran que para la mayoría de los casos no se justifica la cosecha de tallos verdes para establecer nuevas plantaciones. (p. 9).

Esta modalidad se requiere el aprovechamiento de tallos jóvenes de 2 a 3 años de edad. El procedimiento es:

Paso 1: se parte, divide o secciona el tallo en unidades de dos o tres entrenudos que contengan 1 a 3 nudos con buenas yemas.



**Figura 33.** *Propagación por sección de tallos con agua, paso 1*

Fuente: fotografía de Germán Mahecha, junio de 2017.

Paso 2: entre cada dos nudos se hace un hueco y se llena de agua; posteriormente, se tapa y se cubre con tierra.



**Figura 34.** *Propagación por sección de tallos con agua, paso 2*

Fuente: fotografía de Germán Mahecha, junio de 2017.

Paso 3: se plantan de manera vertical, inclinada u horizontal. En los viveros se cree que la forma más conveniente ha sido plantar la sección de forma inclinada (Mercedes, 2006). En cualquier caso, debe cuidarse que las yemas laterales no se dañen y dejar una porción de 10 cm de ramas. Los segmentos del tallo deben ser perforados en los entrenudos y echarle agua dentro del cilindro. Al plantar estos segmentos se puede agregar arena dentro del hoyo para facilitar el enraizamiento (Enda-Caribe, 1990, como se citó en Mercedes, 2006).



**Figura 35.** *Propagación por sección de tallos con agua, paso 3*

Fuente: fotografía de Germán Mahecha, junio de 2017.

## Reproducción por chusquines

El sistema de reproducción más conveniente y empleado en Colombia, para la generación de plantaciones de bambú y guadua, se conoce como “reproducción por chusquines”. Estas son secciones delgadas de tallos con raíces que salen del rizoma y que se observan como forma de retoño. Está formado por el tallo, hojas, ramas y raíz; esta pequeña planta está unida mediante raíces al rizoma principal por convergencia a una profundidad aproximada de 15 cm y tienen diámetros que oscilan entre 0,1 y 1,5 mm y una altura promedio de 30 cm (Ruiz, 2013).



**Figura 36.** *Plántulas de guadua (chusquines)*

Fuente: (Melo, 2018, p. 24).

Según Botero (s.f):

Los culmos identificados en los guaduales, que se utilizarán para extraer los chusquines con fines propagativos, deben tener ciertas características de vigor, fertilidad y sanidad como densidades superiores a 4.000 tallos antes de la cosecha, alturas totales superiores a 15 m, diámetros promedio de 10 cm, tallos rectos, entrenudos uniformes, follaje verde intenso, entre otras. Se deben separar del rizoma con palines o machetes cuidando en todo caso de que al extraerlos salgan con la mayor cantidad de raíces y raicillas posible. Este material es el que se emplea para iniciar el proceso de multiplicación. (p. 11).

Acorde con PERUBAMBU (2007), el método de propagación por medio de plántulas es una técnica que ha dado buenos resultados, porque ha permitido planificar la producción sistemática de las plantas-semillas, de acuerdo a la demanda que se presentan en los sectores de trabajo. Permite obtener, de forma rápida y a bajo costo, plantas de muy buena calidad,

aptas para ser instaladas en el campo en un relativo corto periodo de tiempo y así asegurar el éxito de las plantaciones.

De igual manera, dentro de la metodología de propagación, desarrollada por PERUBAMBU (2007, p. 3) se resalta que, “para la obtención y recolección de plántulas dentro de un guadual se debe tener en cuenta:

- Seleccionar guaduales sanos, vigorosos y de buenas características físicas.
- Separar, con la ayuda de una pala o machete, la plántula del rizoma que lo generó. Realizando una suave presión se introduce la pala, sacando las plántulas, tratando de evitar, en lo posible, la ruptura de raíces y raicillas.
- Transportar las plántulas al vivero, donde se realizará su propagación”.

En *Guadua angustifolia* se ha demostrado que todas las plántulas pueden producir hijuelos; sin embargo, para propagar es necesario considerar que las plantas presenten buenas características físicas, sanidad, vigor, tamaño, etc. Todas las plántulas se llevan al vivero, donde se siembran en un área con sustratos sueltos y ricos en materia orgánica, a este sitio se le denomina banco de propagación y es allí donde las plántulas realizan su proceso de multiplicación o generación de rebrotes (PERUBAMBU, 2007).

Por consiguiente, algunas recomendaciones generales para el establecimiento de guaduales a partir de plántulas chusquines, sugerido por Andrade (2013, p. 17):

- “Seleccione la distancia de siembra. Como bosque protector de suelos o cuencas, siembre en triángulo a 3 m x 3 m x 3 m de distancia entre plántulas, y en el caso de conservación de corrientes hídricas, siembre a partir de un metro del talud del río o quebrada. Como bosque productor aprovechable, siembre en cuadro a 5 m x 5 m de distancia entre plántulas, lográndose una densidad de siembra de 400 plantas por hectárea.
- Para el establecimiento de bosques protectores, solo si es estrictamente necesario, realice una rocería moderada para que se facilite el

trazado. Luego, efectúe un plateo en el sitio donde sembrará cada uno de los chusquines.

- Para el establecimiento de bosques productores, haga una limpieza general del área y proceda a trazar. En un comienzo el cultivo se puede asociar con leguminosas como el frijol, soya, caña valía, etc.
- Para siembra de las plántulas, haga hoyos de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m.
- Retire la bolsa plástica del pilón de suelo donde se encuentra el chusquín.
- Coloque la plántula en el hoyo, evitando dañar el pilón de suelo.
- Con una mezcla de 3 partes de suelo por una de materia orgánica bien descompuesta, termine de rellenar el hoyo. La materia orgánica puede ser gallinaza, cenichaza, porquinaza o pulpa de café.
- El agua es el factor más importante para que las plántulas prendan. Siembre en época de lluvias. El suelo debe permanecer húmedo durante los primeros 30 días de sembrada la planta.
- Siempre se debe mantener plateado alrededor de la planta. La ausencia de vegetación favorecerá el desarrollo del chusquín.
- A los 10 días de sembrado el chusquín fertilice la zona de plateo con 30 g de triple 15, a los seis meses con 30 g de triple 15 y a los 12 doce meses con 60 g del mismo fertilizante. Este debe ser esparcido en la zona de plateo.
- Continúe aplicando materia orgánica en la zona de plateo, aproximadamente un kilo por planta. Si practica fertilizaciones químicas es aconsejable la recomendación de un técnico.
- Hasta el tercer año del guadual, solo se deben cortar los tallos y ramas que estén totalmente secos. A partir de esta edad, y hasta los 6 años, se pueden entresacar los tallos maduros o “hechos”.

## Manejo silvicultural de la guadua

Espinosa y Muñoz (2000) definen la silvicultura como “la ciencia y el arte del cultivo, mantención y desarrollo de los bosques” (p. 14); asimismo, “como el conjunto de tratamientos aplicados a los rodales forestales con el objetivo de mantener o aumentar su productividad, cumpliendo con los objetivos del propietario y sujeto a las restricciones legales, económicas y sociales imperantes” (p. 14). Añaden, además, que el “propósito de la silvicultura es que los bosques produzcan la mayor cantidad posible de bienes y servicios útiles a la sociedad por generaciones tras generaciones de hombres y de árboles” (p. 14).

Por otro lado, haciendo referencia a las plantaciones de guadua o bambú, Peña (2015) describe la “silvicultura al conjunto de técnicas que aplicadas a los bambusales naturales o plantaciones de los mismos mejoran la protección y producción del recurso” (p. 77).

Además, Peña (2015) resalta que el correcto manejo del bambusal es uno de los componentes más importantes de la cadena productiva debido a que garantiza:

- “Al mercado, la calidad y la constancia de la materia prima.
- Al productor, la sustentabilidad del recurso y un aumento en sus ingresos por el valor agregado que le confiere la calidad.

Al medioambiente, beneficios como regulación hídrica, protección de suelos, captura de CO<sub>2</sub>”. (p. 77).

Luego de ejecutar la siembra o resiembra de nuevos guaduales, se requiere de un manejo silvicultural, como se mencionó anteriormente, teniendo en cuenta el criterio de otros autores con prácticas que contribuyan a optimizar la producción, minimizando el riesgo de diversos factores tanto bióticos como abióticos.

## Socola o limpieza

Conforme lo expresado por Benavides *et al.* (2004), básicamente, esta práctica se realiza para mejorar las condiciones que faciliten durante el aprovechamiento, la extracción de tallos y para aumentar la entrada de luz y calor, e indirectamente, acelerar la emisión de rebrotes. Sin embargo, una socola adecuada es aquella que proteja la regeneración de especies con valor económico y ambiental.

Se comienza con una limpieza gruesa, eliminando tallos muertos, ramas o troncos caídos que dificulten el acceso y la brotación. “Se elimina la vegetación asociada que dificulte los trabajos y la futura brotación, o compita considerablemente por luz y nutriente” (Peña, 2015, p. 79). Dentro de la plantación de importancia se requiere realizar plateo o podas alrededor con un diámetro aproximado de 1 m, con el fin de revocar manualmente (con machete) malezas que puedan competir por nutrientes y aguas, todo esto, durante los dos primeros años, cuando los guaduales hayan alcanzado buen prendimiento (CVC, 2005).

## Esparcimiento de residuos

El material extraído en la limpieza se retira del bambusal y se deja solo aquello que sirva como compostaje para mejorar el suelo del mismo; como, por ejemplo, las hojas o material en vías de descomposición, que debe cortarse y picarse todo lo posible para que su incorporación al suelo sea rápida y se evite complicar la brotación del mismo (Peña, 2015). El resto del material extraído podrá ser utilizado en construcción natural, como leña u otros usos, compost, entre otros usos.

## Fertilización

Durante la fase inicial del cultivo se recomiendan fertilizantes, preferiblemente orgánicos, con bajo grado de nitrógeno, alto de fósforo y moderado de potasio. CVC (2005) señala que la guadua responde positivamente a la aplicación de este tipo de fertilizantes, sugieren el uso de 1 a 2 fertilizaciones durante los tres primeros años de la plantación, etapa en la



cual la planta necesita los nutrimentos para promover su crecimiento y engrosamiento del tallo; así mismo, al momento de la siembra o 10 días antes se recomienda aplicar al hoyo 0,5 kg de cualquier abono orgánico, que será coayudado por la descomposición natural del material vegetal.

## China

A pesar de las diferencias económicas, sociales y culturales, en muchos casos contrastantes con el país asiático, estas dos naciones comparten las mismas técnicas o metodologías de siembra, propagación y mantenimiento; pero a diferencia de Colombia, China por su posición geográfica en el subtrópico norte, induce a que los productores de bambú tengan que implementar prácticas de manejo silvicultural adicionales en las plantaciones, para mitigar el impacto de las temporadas de verano e invierno, las cuales suelen ser bastantes marcadas, con temperaturas muy calientes entre los meses de junio y agosto, y muy frías de diciembre a febrero.

Para soportar los cambios fuertes en la variación climática estacional, los productores asiáticos recurren a la técnica de implementación del *mulch* o *mulching*, coberturas secas, las cuales cumplen una función termostática o reguladora de la temperatura del suelo, evitando que en épocas de intenso calor las plantaciones de bambú puedan sufrir de estrés hídrico, por evaporación del agua, antes de que la planta pueda absorberla (Altieri, 1999); así mismo, en épocas de frío intenso, este tipo de cobertura ayuda a mantener el suelo más tibio (Zhuang *et al.*, 2011) además de evitar la cristalización de las partículas de agua presentes en el suelo o, en algunos, evita el congelamiento de las raíces de la planta (Bamboo Botanicals, s.f.).

Este tipo de cobertura no solo mantienen la estabilidad de la temperatura del suelo, sino que también pueden proporcionar nutrientes orgánicos para ayudar al crecimiento temprano y división de brotes de bambú, así mismo, según algunas investigaciones, la cobertura puede mejorar la estructura del suelo (Bamboo Technical Support Group [BTSG], 2015), previene eficientemente el sellado del suelo y realza la capacidad de osmosis y de sostener el agua en el suelo. Además, también puede reducir

el volumen de peso del suelo. La cobertura puede inhibir la evaporación eficientemente (Mattar, 2001).

Hasta ahora, el material principal de la cubierta es el material orgánico del bambú, entre ellas, las ramas, las puntas de los culmos cosechados y particularmente las hojas y vainas acumuladas debajo de la planta sirven como cobertura (BTSG, 2015); además de cascarilla de arroz o trigo, paja, malas hierbas y así sucesivamente. En el norte de China se cubren principalmente con paja de trigo, pero en el sur emplean cobertura de paja, esto depende de la selección del material local.

Los materiales de acolchado orgánico pueden retener el agua en el suelo y mantener la temperatura terrestre. Mientras tanto, se descomponen y posteriormente se fermentan para dar calor, calentar el suelo y proporcionar nutrientes orgánicos para impulsar el crecimiento de los brotes de bambú, a través de la evaporación reducida del suelo (Bernard, 2007).

Los procesos de cobertura empleados en China, son los siguientes:

Método 1: Abonar → Regar → Cubrir la tierra (hoja de bambú) → Rociar con agua → Cubrir con paja de trigo, o material orgánico disponible → Excavar los brotes de bambú → Limpiar alrededor de rebrotes del bambú, arar a gran profundidad, cooperando con la fertilización.

Método 2:

- Cobertura con hojas de bambú: para mantener la humedad adecuada, el espesor que se acerca a 25-30 cm está cubierto con hojas de moso bambú antes de regar.
- Cobertura de hojas de bambú y paja: la primera capa cubierta de hojas de bambú con espesor de 15 cm antes de riego, a continuación, cubierto con paja seca de espesor de 8-10 cm.
- Cobertura de paja y cascarilla: la primera capa cubierta de paja con espesor de 15 cm antes de riego, luego cubierto con cáscara de trigo seco con espesor de 20 cm.
- Cobertura con paja: el grosor del revestimiento es 30 cm de cáscara de trigo, y luego regar.

## Propagación in vitro

Según Mercedes (2006), el cultivo de tejidos o reproducción *in vitro* ofrece oportunidades únicas para lograr la conversión de células en plantas enteras. Una de las mayores ventajas halladas recientemente es que plantas de bambú que han crecido bajo las correctas condiciones en cultivo de tejido pueden florecer y producir semilla varios meses después de sembradas en lugar de varias décadas después. Aunque el desarrollo de la técnica de cultivo de tejido es viable, la necesidad de pruebas de campo y de refinamiento de los procedimientos podrían ser un proceso lento y que consuma mucho tiempo, pero una vez establecido, este permite la producción masiva de plántulas a una escala industrial.



**Figura 37.** *Propagación in vitro*

Fuente: fotografía de Germán Mahecha, mayo de 2017.

La técnica de micropropagación (o propagación vegetativa *in vitro*), puede producir millones de réplicas de la planta original. En el bambú, los nudos menores producen yemas axilares que permanecen latentes la mayor parte del año y retoñan generalmente durante la temporada lluviosa; estas yemas tienen la capacidad de transformarse en plántulas completas. Otros métodos de cultivo de tejido, tales como la inducción precoz de rizoma y el tratamiento de las semillas con hormonas, que aumenta la germinación e induce la formación de rizomas en la mayoría de las plantas, son también posibles (Mercedes, 2006).

En la imagen anterior se evidencian cultivos de propagación *in vitro* de algunas especies de bambú de China; si bien no es una técnica sencilla y económica (porque requiere de gran capacidad instalada), resulta ser importante para dicho país porque contribuye a procesos de investigación en el fitomejoramiento de plantas, haciendo especies resistentes, adaptadas a las condiciones medioambientales para soportar las temporadas de invierno y verano, así como otros factores, tales como plagas, enfermedades, requerimientos nutricionales (fertilización), entre otros, que pueden incidir de manera directa en el rendimiento de las plantaciones comerciales.

## Referencias bibliográficas

- Altieri, M. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan Comunidad.
- Andrade, D. (2013). *Evaluación de cuatro sustratos y dos fitohormonas en el prendimiento de estacas de caña guadua (Guadua angustifolia) en el sitio el mirador, cantón Echeandía, provincia Bolívar*. Universidad Estatal De Bolívar, Facultad De Ciencias Agropecuarias.
- Bamboo Botanicals. (s.f.). *Mulching Bamboo*. <http://www.bamboobotanicals.ca/html/bamboo-care/mulching-bamboo.html>
- Bamboo Technical Support Group (BTSG). (2015). *Manual for establishment and management of bamboo plantations*. Kerala Forest Research Institute (KFRI).

- Benavides, E., Moreno, J. y Osorio, J.O. (2004). *Proyecto siembra de Guadua angustifolia Kunth*. Finca El Portal, vereda Buenavista, Armenia. Artesanías de Colombia S.A. <https://repositorio.artesantiasdecolombia.com.co/handle/001/514>
- Bernard, K. (2007). *Guidelines for Growing Bamboo*. KEFRI Guideline Series: No. 4. Kenya Forestry Research Institute. <https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/Guidelines%20for%20growing%20bamboo.pdf>
- Botero, L. (s.f.). *Reproducción de la Guadua angustifolia por el método de chusquines*. International Network For Bamboo And Rattan (INBAR).
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2005). *Silvicultura y manejo sostenible de la guadua*. <http://www.bosquesflegt.gov.co/sites/default/files/publicaciones/silvicultura%20y%20manejo%20sostenible%20de%20guadua-les.pdf>
- Espinosa, M. y Muñoz, F. (2000). *Silvicultura aplicada I*. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Silvicultura.
- Mattar, P. (2001). *Evaluación técnica de la utilización de coberturas sembradas en paltos (Persea americana Mili) de la variedad Hass*. [https://www.academia.edu/4232176/EVALUACION\\_T%C3%93CNICA\\_DE\\_LA\\_UTILIZACION\\_DE\\_COBERTURAS\\_SEMBRADAS\\_EN\\_PALTOS\\_Persea\\_american\\_Mili\\_DE\\_LA\\_VARIEDAD\\_HASS](https://www.academia.edu/4232176/EVALUACION_T%C3%93CNICA_DE_LA_UTILIZACION_DE_COBERTURAS_SEMBRADAS_EN_PALTOS_Persea_american_Mili_DE_LA_VARIEDAD_HASS)
- Melo, D. (2018). Propagación de plantas de Guadua mediante la técnica de “Chusquines” en el municipio de Pacho Cundinamarca, Colombia. *BAMBUCYT* (1), 20-22. <https://es.scribd.com/document/462162536/BAMBUCYT>
- Mercedes, J. (2006). *Guía técnica cultivo del bambú*. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Resolución 1740. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/50-resolucion-1740.pdf>
- Peña, C. (2015). *Solución Bambú: Guía para el manejo sustentable del Género Phyllostachys*. International Network for Bamboo & Rattan (INBAR).
- PERUBAMBU. (2007). *Promoción de la rehabilitación, manejo y uso sostenible de los bosques tropicales de bambú en la región noroccidental del Perú. Métodos de propagación del bambú (Guadua angustifolia)*. Asociación Peruana del Bambú PERUBAMBÚ.

- Ruiz, J. (2013). *Generación de banco de propagación de bambú-guadua en zonas áridas de la costa peruana regado con distintos tipos de agua*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Zhuang, S., Sun, X., Liu, G., Wong, M. y Cao, Z. (2011). Carbon sequestration in bamboo plantation soil with heavy winter organic mulching management. *The Botanical Review*, 77, 252-261. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12229-011-9081-0>

# Capítulo IV

## La cadena productiva de bambú y el eslabón de silvicultura de la guadua en Colombia

*Lizeth Angélica Herrera Silva\**, *César Andrés Nieto Castillo\*\**

\* Administradora de Empresas de UNIMINUTO.

\*\* Profesional Administración de Empresas de UNIMINUTO.

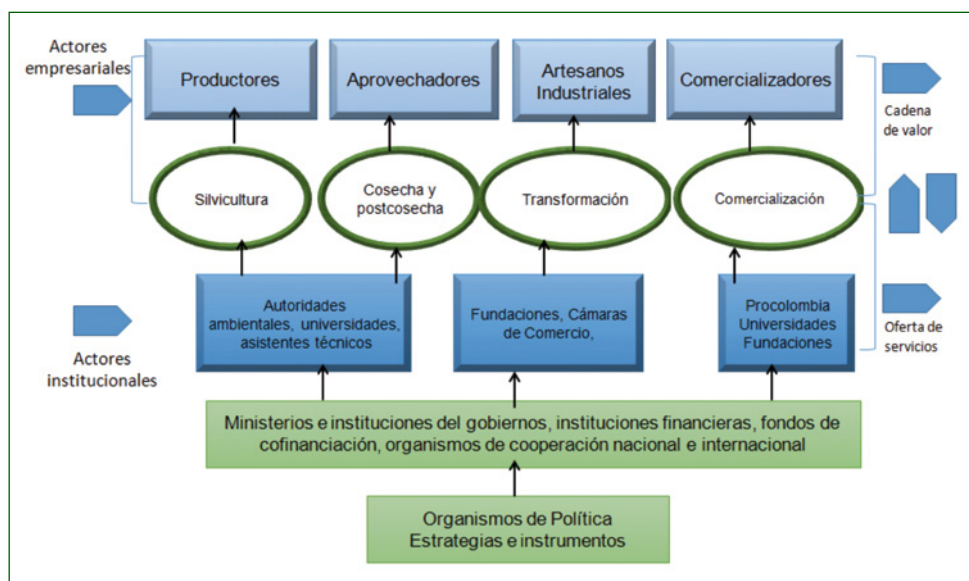
## Introducción

Comprender una cadena productiva de cualquier producto agrícola es complejo, identificar los actores que la dinamizan y sus capacidades, conocer los recursos que la componen, las interacciones entre sus eslabones, incluso la misma identificación de los eslabones se hace muy fácil en una gráfica, pero en territorio, es complejo. Para un diagnóstico que genere un aporte al desarrollo de un sector productivo desde el enfoque de cadenas productivas, se requiere estudiar distintos puntos de vista, conectar funciones de cada actor clave y entrelazar microprocesos en un sistema que constantemente está integrado por más partes según su necesidad. Si esto sucede con la mayoría de los productos agrícolas, en la cadena productiva de la guadua no es indiferente al ser esta una planta con un alto potencial, pero que no se ha reconocido en Colombia como cultivo agrícola que para aprovecharlo se requiere un trámite normativo y legal, lo cual para algunos productores campesinos es imposible de cumplir, y que además se concibe culturalmente como “una maleza” o “un material para construir casas para pobres”, entre otras opiniones de la comunidad.

Una cadena productiva se describe como el conjunto de firmas integradas alrededor de la producción de un bien o servicio que van desde la producción de materias primas hasta el consumidor final (Izasa, 2008). En



este orden de ideas, la cadena productiva de la guadua en Colombia se encuentra organizada en cuatro principales eslabones: silvicultura, cosecha y poscosecha, transformación y comercialización (Mejía y Moreno, 2013) como se muestra en la figura 38.



**Figura 38.** Cadena productiva de la guadua en Colombia

Fuente: (Mejía y Moreno, 2013, p. 5).

El primer eslabón de la cadena productiva de la guadua es el eslabón de silvicultura. Este es el más importante en términos de calidad, ya que del tratamiento que se le dé al cultivo en este periodo, depende la calidad de los productos derivados como laminados, alimentos y materiales de construcción que se ven afectados por el manejo silvicultural.

El segundo eslabón es la cosecha y poscosecha; en este eslabón se desarrollan los procesos procesos de clasificación, corte y recolección de los culmos para ser tratados bajo técnicas químicas y naturales que los protejan de plagas de insectos fitófagos. Así mismo, según el fin para el que se tenga planeado el cultivo, es el proceso de poscosecha, ya que son diferentes los instrumentos, maquinarias y recursos humanos,

dependiendo si su uso es construcción, transformación en pisos, alimentos y otros derivados (Mejía y Moreno, 2013).

Finalmente, en la cadena productiva se encuentran los eslabones de transformación y comercialización, los cuales requieren de maquinaria y recursos que varían de acuerdo al producto final que se tenga contemplado desarrollar. Por lo anterior, es importante tener en cuenta en estos eslabones el mercado al cual va dirigido el producto, ya sea regional, nacional e internacional, lo cual permite que el proceso productivo desde la poscosecha esté planeado y se reduzcan al mínimo los porcentajes de desperdicio de la materia prima (Mejía y Moreno, 2013)

Como se ha visto en los capítulos anteriores, este libro está enfocado en el estudio del eslabón de silvicultura, desde la descripción de las características y necesidades productivas que exige el bambú y la guadua para su óptimo desarrollo como cultivo hasta las diferentes técnicas de propagación existentes. De esta forma, se parte de la presentación de las diferentes especies de bambú existentes en Colombia, se hace una descripción de la guadua como el bambú de mayor potencialidad para aprovechamiento; a continuación, se realiza una descripción de las condiciones ambientales, climatológicas, de suelo y humedad para que los cultivos de guadua cumplan con las necesidades del mercado, y, se muestra en el capítulo III las diferentes formas de realizar la propagación de esta planta de acuerdo a las condiciones presentes en China y en Colombia.

En este orden de ideas, en este capítulo final se presentan las características generales de las cadenas productivas del bambú de China y Colombia, haciendo énfasis en las potencialidades que han dinamizado su desarrollo productivo o el retraso del aprovechamiento del recurso. Así mismo, se profundiza en la importancia de la guadua en Colombia, su clasificación en el país, el manejo silvicultural requerido de acuerdo a la normatividad vigente, y los recursos necesarios para su cultivo y sostenimiento, los cuales se consideran los principales retos que tiene la cadena productiva para lograr su desarrollo desde el enfoque de sostenibilidad.

## Desarrollo de la cadena productiva de la guadua en Colombia

En Colombia, de acuerdo con Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2017), el 52 % del territorio nacional está compuesto por áreas de bosques que corresponden a 59.311.350 ha los cuales se caracterizan por ser proveedores de diferentes servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, protección y culturales (Martín-López y Montes, 2011) ya que además de ser asentamiento para diferentes comunidades, son zonas que proveen diversas materias primas como madera, corteza, resinas y semillas (Castaño, 2001). El sector forestal colombiano ha sido afectado por diferentes fenómenos sociales como el conflicto armado y el desplazamiento forzoso, ya que en los últimos años se ha evidenciado un alto porcentaje de deforestación con fines de agricultura extensiva y de “mejoras” para asentamientos de comunidades desplazadas y, como lo menciona Mateus (2019), desde el año 1990 al 2016 se han afectado más de siete millones de hectáreas de bosque lo que ha llevado al deterioro de la cobertura vegetal del suelo, mayor generación de gases de efecto invernadero, pérdida de la biodiversidad y otras externalidades negativas.

A nivel industrial, las producciones de derivados maderables de bosques tropicales no han sido sostenibles, caracterizándose por su baja competitividad, baja inversión extranjera, aplicación de tecnologías inadecuadas y atraso tecnológico. La mayoría de los productos forestales se dirigen al mercado nacional, pero recursos no maderables como la guadua no han presentado un aprovechamiento y comercialización destacable en la región, por lo que hoy es muy común encontrar los guaduales deteriorados y en mal estado.

Brasil y Colombia ocupan los primeros lugares en tener gran diversidad de bambú en América Latina. Colombia, al ser el segundo país con diversidad de bambúes, cuenta con 18 géneros, 105 especies y 5 variedades. La mayor diversidad de bambúes en Colombia surge entre los 2.000 y 3.000 m s.n.m. y, de igual forma, a esta misma altura se encuentran la mayoría de bambúes en América (Londoño, 2011).

Según reseñan Bastidas y Flores (2000), miembros de la Sociedad Colombiana del Bambú, Colombia no es ajena al desarrollo de civilizaciones a base de guadua; en el siglo XX, se construyeron cerca de 100 poblaciones completas con bahareque<sup>1</sup> en la zona cafetera colombiana. Del mismo modo, se evidencian fortalezas para el aprovechamiento de esta especie por sus características biológicas, al poseer las mejores propiedades físico-mecánicas del mundo y extraordinaria durabilidad; además, condiciones que la hacen ideal para distintos campos de aprovechamiento, ya que se trata de un recurso sostenible y renovable. Para la academia y los sectores públicos encargados de la protección ambiental en Colombia es de pleno conocimiento que la guadua contiene una alta velocidad de crecimiento, casi 11 cm de altura por día, es decir que en solo 6 meses puede lograr su altura total, siendo un hecho positivo a tener en cuenta en uno de los grandes problemas planteados para la siembra de especies maderables de reforestación, pues el tiempo de crecimiento es extremadamente largo y también afecta la agilidad en la obtención de resultados.

Al realizar una comparación entre la cadena productiva del bambú en China y la de Colombia, se observa que Colombia también ha adelantado un arduo trabajo para desarrollar este recurso. Este trabajo se ha fundamentado por el desarrollo tecnológico y el avance en investigación que ha permitido identificar las principales especies con las que cuenta el país. En este orden de ideas, se han identificado diez especies: *Guadua angustifolia* Kunt, *Guadua amplexifolia* Presl, *Guadua macrospiculata* X. Londoño y L.G. Clark, *Aulonemia queko* Goudot, *Rhipidocladum geminatum* (McClure) McClure, *R. harmonicum* (Pilger) McClure, *R. longispiculatum* X. Londoño y L.G. Clark, *R. racemiflorum* (Steudel) McClure, *Chusquea antioquiensis* L.G. Clark y X. Londoño y *Chusquea subulata* L.G. Clark, las cuales pueden ser usadas en la generación de diferentes productos con valor agregado que contribuyen al desarrollo social, económico y ambiental de comunidades rurales (Londoño, 2011).

---

I El bahareque es un americanismo que significa "pared de cañas y/o maderas y tierra"; ha sido a lo largo de la historia una solución tecnológica al hábitat constructivo de muchas culturas (SENA, n.d.)

De las especies identificadas, la *Guadua angustifolia* Kunth es la más representativa del país, es nativa de Colombia y se ha constituido como el bambú con mayor importancia ecológica, económica y social, gracias a sus extraordinarias propiedades físico-mecánicas y al avance en el estudio silvicultural y estructural que se viene llevando a cabo en el país en los últimos años. Aunque se encuentra en estado natural desde Ecuador a Venezuela y entre los 0 y 2.000 m s.n.m., el desarrollo óptimo de las plantas se alcanza entre los 500 y 1.500 m s.n.m., con temperaturas de 17 °C a 26 °C, precipitaciones de 1.200 a 2.500 mm/año, humedad relativa del 80-90 % y suelos con fertilidad moderada y buen drenaje, características del suelo colombiano. La *Guadua angustifolia* Kunt es la especie de bambú más utilizada en Colombia y la más promisoriosa (Londoño, 2011). Esta especie puede ser empleada para la generación de diferentes productos como pisos, alimentos, material para la construcción, cuidado del agua, y en las últimas décadas, se le ha visto un gran potencial a nivel paisajístico, el cual ha sido explotado generalmente en China. De igual forma, como lo menciona Londoño (2011) este recurso, trabajado desde la década de los setenta, ha sido usado en la construcción de viviendas de interés prioritario para la reconstrucción de ciudades luego de desastres naturales como el terremoto del Eje Cafetero en 1999.

Teniendo en cuenta todos los beneficios mencionados anteriormente, la cadena productiva de la guadua fue conformada por productores, transformadores, comercializadores, clientes y empresarios, y ha sido impulsada desde el año 2004 por las corporaciones autónomas regionales de los departamentos del Eje Cafetero y del norte del Valle, acompañados de los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Huila, Tolima y Cauca para ser elevada al estatus de cadena productiva y de esta forma, participar de los instrumentos de política nacional que promueven procesos productivos con gran potencial de mercado (Mejía, 2004)

Desde entonces, la guadua ha tenido un gran desarrollo principalmente en la región del Eje Cafetero, donde se evidencia un notable avance a nivel investigativo principalmente en el área de la taxonomía, genética molecular, fenología, anatomía, fisiología, biotecnología, ecología, flora

y fauna asociada, biomasa, cuantificación de servicios ambientales, captura de CO<sub>2</sub>, inventarios forestales, métodos de propagación, distancias de siembra, fertilización, calidades de sitio, manejo y regímenes de aprovechamiento, preservación y secado, propiedades físicas y mecánicas, comportamiento estructural, uniones y estudios de mercadeo (Mejía y Moreno, 2013).

Así mismo, en materia normativa se han tenido avances significativos, que han llevado a que los requerimientos de calidad de la guadua deben ser determinados antes de realizar el mantenimiento de un guadua natural o de planificar una plantación, en este trabajo se debe definir el proceso de aprovechamiento, certificación forestal, ubicación forestal, técnicas de corte y determinación del momento adecuado. Al 2013, conjuntamente entre las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y el Gobierno nacional, los sectores productivos, empresariales y públicos, se adelantó una revisión minuciosa de las normas para facilitar los trámites para el aprovechamiento de la guadua y se aprobó el certificado de incentivo forestal (CIF) para los guaduales comerciales (Mejía y Moreno, 2013) como una estrategia para apoyar el mantenimiento y el cuidado de los guaduales naturales para garantizar la calidad en el producto final.

## Clasificación de la guadua en Colombia y su manejo de acuerdo a la normatividad vigente

Los guaduales en Colombia prestan servicios ecosistémicos, de provisión, al proporcionar alimento, de regulación, al regular procesos ecosistémicos (Muñoz-López *et al.*, 2017) y pueden ser utilizados como material alternativo a la madera. Existen dos tipos de cultivos de guadua, guaduales naturales y guaduales plantados; los primeros hacen alusión a los guaduales que la naturaleza ha brotado alrededor de las afluentes de agua, mientras que los segundos, son aquellos que los habitantes en las regiones han implantado a través de un proceso de siembra y propagación. Se estima que para el año 2000 existían entre 50.000 y 60.000 hectáreas de guaduales, de los cuales 95 % son guaduales naturales y 5 % cultivados, y

tan solo el 40 %, es decir, 24.000 hectáreas, son aprovechadas de manera productiva (Espinal *et al.*, 2004).

Los guaduales naturales y plantados en Colombia son de gran importancia forestal y ambiental por lo que las Corporaciones Autónomas Regionales son los entes encargados de protegerlos y velar por el cumplimiento de las normas de protección y aprovechamiento sostenible; mediante la aplicación de la Resolución 1740 (2016) la cual establece los parámetros de cuidado y aprovechamiento de los guaduales y bambusales con fines de protección y protección-producción.

De acuerdo a esta norma, los guaduales y bambusales naturales o plantados con fines de protección son aquellos que tienen como finalidad la recuperación, rehabilitación, recuperación y aprovechamiento sostenible, sujetos a garantizar la conservación de la especie, estos no pueden ser objeto de tala rasa y pueden establecerse en áreas forestales protectoras y en áreas forestales productoras. Por otro lado, los guaduales y bambusales naturales o plantados con fines de protección-producción son aquellos establecidos con el fin de proveer servicios ecosistémicos, proteger otros recursos naturales renovables y ser objeto de producción, estos sí pueden ser sujetos a tala rasa, siempre y cuando se garantice la renovabilidad del recurso, lo cual no implica cambio de uso del suelo y podrá establecerse en áreas forestales protectoras y productoras (Resolución 1740, 2016).

La persona que esté interesada en aprovechar su guadual natural debe gestionar una serie de permisos otorgados por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental delegada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En primera instancia, debe solicitar ante la Oficina de Planeación de la Alcaldía local el certificado de uso de suelo, el cual debe determinar si en ese suelo se pueden realizar actividades agropecuarias con fines comerciales (Resolución 1740, 2016).

Luego, se realiza la solicitud de permiso de aprovechamiento, este es un documento escrito que debe contener nombre, identificación y dirección domiciliaria del solicitante, aportar el certificado de existencia y representante legal en caso de ser persona jurídica, identificación, localización

y extensión del predio y localización para predios privados y aquellos de dominio público. También, debe acreditar la calidad de propietario del predio y adjuntar según corresponda el estudio de aprovechamiento, estudio para cambio definitivo en el uso del suelo y el estudio para el establecimiento y manejo de guaduales (Resolución 1740, 2016).

Se debe tener presente que, cuando se va a realizar un aprovechamiento de guadual más de una vez por año, el trámite de solicitud del permiso se realiza solo una vez y será renovado con el informe de cierre de unidad cortada con el concepto técnico favorable de la autoridad ambiental correspondiente. Además, se debe contratar, al inicio de la plantación o antes del aprovechamiento, a un ingeniero forestal que se encargará de levantar el inventario forestal y de establecer el plan de manejo forestal correspondiente (Resolución 1740, 2016).

Cuando el aprovechamiento se realice en bambusales naturales con fines protección- producción, se debe identificar qué tipo de zona productora es, zona de protección de nacimientos o rodal de protección de quebradas; en el primer caso, el aprovechamiento con fines comerciales de la guadua puede darse a partir de los 100 m a la redonda y en el segundo a partir de los 30 m. Durante el desarrollo del cultivo de guadua, aquella parte destinada para protección no requiere de mantenimiento, mientras que el área de guadual destinado para producción debe estipular en el plan de manejo forestal el seguimiento que se le debe realizar al guadual y garantizar el acompañamiento técnico de un profesional con posgrado en silvicultura o firma especializada (Resolución 1740, 2016).

Como se mencionó anteriormente, este tipo de guadual debe estar a 100 m de zona de protección de nacimientos y a 30 m de rondas de protección de quebradas o afluentes de agua. Además, se debe tener presente que si el área a aprovechar es superior a 1 hectárea se debe solicitar un permiso de aprovechamiento tipo 2 ante la autoridad ambiental y realizar el correspondiente estudio. Un aprovechamiento tipo 2 es aquel que se realiza en áreas superiores a 1 hectárea, el estudio que se debe realizar contiene los sistemas, métodos y equipos a utilizar, medidas para prevenir, mitigar y corregir los posibles efectos e impactos negativos causados



por el aprovechamiento de estas especies. Por otro lado, si el bambusal al cual se le va a realizar aprovechamiento es inferior a 1 hectárea se realiza el trámite de los permisos ante la autoridad ambiental, y esta, luego de realizar la evaluación para el aprovechamiento, designa un asistente técnico funcionario de la entidad para que realice el plan de manejo.

## Desarrollo de la cadena productiva del bambú en China



**Figura 39.** *Cultivo de bambú*

Fuente: archivo de los autores, junio de 2017.

Bambú es el nombre que se le da al grupo de plantas *Gramíneas* (parientes de los pastos y cereales) perteneciente a la familia botánica *Poaceae*, subfamilia *Bambusoideae*, que agrupa a más de 90 géneros y 1.600 especies diferentes. En el mundo, los bambúes son encontrados en zonas tropicales y subtropicales, sin embargo, es en Asia, específicamente en China, donde se le ha dado el mayor aprovechamiento y diferentes usos (Círculo de Investigación del Bambú [CIB], 2017). En total, hay alrededor de 1.250 especies de bambú, 150 géneros y 20 millones de hectáreas de

área de bambú en el mundo; el principal exponente de bambú a nivel global es China al tener en su territorio más de 500 especies, 39 géneros y 4,83 millones de hectáreas, contando con un valor total de la producción del sector de bambú para el 2005 de US\$8 mil millones (China Bamboo Research Center [CBRC], 2017).

El bambú es una planta autosostenible, de rápido crecimiento (11-12 cm/día), que trabaja en red, capaz de sostenerse en el tiempo y de autopropagarse; tiene alta productividad y genera una alta demanda de mano de obra en su proceso de cultivo y manejo para la transformación (Londoño, 2011). Este recurso es un producto cuyas características y propiedades resultan beneficiosas para diferentes usos tales como alimentos, bebidas, artesanías, materiales de construcción, entre otros, además de su aporte al medioambiente debido a su capacidad de captura de CO<sub>2</sub>. El bambú juega un papel importante en facilitar la mitigación del cambio climático, al ser usado en procesos de reforestación ecológica para mantener óptimo el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Además de ser materia prima para uso industrial, ha sido usado en la construcción ya que es un material ideal debido a su resistencia, durabilidad, flexibilidad, estabilidad y bajo costo (CIB, 2017).

El bambú es el recurso forestal más importante en la cultura china, se puede encontrar a lo largo y ancho del territorio contando con especies en territorios tropicales y subtropicales, creciendo y propagándose en provincias de clima frío y templado. Por lo anterior, China es el mayor comercializador de productos a base de este recurso. La extracción sostenible del bambú ha sido una importante actividad de las comunidades en China, de tal forma que se ha integrado desde hace más de cinco mil años desempeñando una función muy importante en la cultura y la civilización china, por lo tanto, han maximizado sus beneficios ecológicos y los han aprovechado en soluciones sociales, económicas y ambientales (CIB, 2017).

El desarrollo productivo del bambú en Asia se ha caracterizado por aprovechar al máximo sus recursos forestales, muestra de ello es la cantidad de investigación que resulta de diferentes tesis de maestría y doctorados

relacionadas a nuevos productos a base de componentes naturales para la medicina, los cosméticos y los productos de aseo. Especialmente en China, las provincias de Anji y Lin´an se han especializado en producción de madera de bambú (*Phyllostachys pubescens*) y brotes de bambú (*Phyllostachys praecox* y *Phyllostachys pubescens*), gracias a las condiciones edafoclimáticas de sus áreas montañosas las cuales permiten la propagación y aprovechamiento rápido de bosques para actividades domésticas y agrícolas (Weng *et al.*, 2004).

El Gobierno chino ha promovido un desarrollo rápido en las hectáreas forestales de bambú, acompañado por el crecimiento rápido de su población. Hacia 1949, el ingreso per cápita dejó de ser una variable que cobrara importancia en el análisis de la economía de China, siendo la agricultura una de sus actividades tradicionales y un pilar económico importante junto con la tecnología, teniendo en cuenta además que solo el 16,7 % de la superficie total de este país asiático ha sido cultivada, el restante, que se encuentra al occidente de su territorio, es superficie menos productiva en el sentido agrícola. Es por esto que, el oriente del país se ha caracterizado por la eficiencia y productividad de sus campesinos aumentando constantemente, como lo menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2002):

La población local recolecta, procesa y comercializa bambú, rota, resinas, frutos, miel, hongos, gomas, nueces, tubérculos, hojas comestibles, carne silvestre, semillas oleosas, aceites esenciales, yerbas medicinales y materiales para la curtiembre, tanto la población rural como la urbana utilizan productos del bosque para satisfacer una serie de necesidades. (pp. 86-88).

De la misma manera, la FAO argumenta la forma en que este recurso ha venido aportando en el desplazamiento de la mano de obra artesanal a la industrial, generando nuevos productos a mayor escala como enlatados y otros comestibles, postes para la construcción, tableros aglomerados, pisos y pulpas, por lo cual cada vez se hace más aceptado por los agricultores en la cosecha de nuevos bosques; se estima que China tiene el

área de bosques de bambú<sup>2</sup> más extenso con cerca de 17 millones de hectáreas.

En China la región que más desarrolla este recurso forestal es la provincia de Zhejiang. Estudios de retrospectiva han encontrado el uso de esta gramínea en la edad de piedra, sin embargo, su rápido crecimiento ha vinculado la industria y la investigación en una fuente generadora de nuevas soluciones. Allí, en esta provincia, se concentran las principales actividades económicas de la especie más comercial en China, la *Phyllostachys pubescens*.

Los recursos para promover y desarrollar el bambú en China provienen de diversas entidades, una de ellas es el Ministerio de Comercio, su participación es de vital importancia ya que entre sus funciones se encuentran diseñar estrategias y políticas sobre el desarrollo del comercio nacional e internacional y articular la inversión extranjera, la ayuda en el exterior, las cooperaciones internacionales y las posibilidades de conexión entre tratados comerciales de orden internacional. Se encarga también de promover el reajuste estructural de la industria, desarrollo de servicios comerciales y la promoción de comercio comunitario, y se apoya en 31 instituciones internas las cuales son la Oficina General, el Departamento Financiero, el Departamento de Construcción del Sistema del Mercado, el Departamento de Funcionamiento de Mercado y Promoción de Consumo (Oficina Nacional de Coordinación de Seda), el Departamento de Antimonopolio, el Departamento de Comercio Exterior, el Departamento de Industrias Eléctrico-mecánicas y Científico-tecnológicas, el Departamento de Gestión de Inversión Extranjera, el Departamento de Asistencia al Exterior, el Departamento de Inversión en el Exterior y Cooperación Económica, el Departamento de Relaciones Comerciales Internacionales, el Departamento de Organización Mundial de Comercio, el Departamento de Comercio Electrónico e Información, la Oficina nacional del grupo directivo del trabajo para combatir la violación de propiedad intelectual

2 Entendiendo por bosques de bambú la combinación entre bosques naturales que no tienen intervención humana en su constitución y los bosques de plantación donde el hombre interviene para producirlo con fines comerciales o de protección.

y fabricación de mercancías falsificadas y de mala calidad y la Comisión Consultiva de Políticas Económicas y Comerciales del Ministerio de Comercio.

La articulación entre los actores públicos y privados en China es muy interesante, conjugan muy bien dos sistemas económicos y de gobernabilidad, el socialista y el capitalista; sin embargo, gracias a esto, los aliados clave en su cadena productiva realizan permanentemente capacitaciones y fortalecen capacidades en países tropicales para promover el uso de este material y es de esta forma como el Ministerio de Comercio, como *sponsor* en China y las instituciones gubernamentales aliadas gestionaron los recursos necesarios para que 35 participantes de países como Dominicana, Panamá, Perú, Sir Lanka y Tailandia fortalecieran sus conocimientos en el desarrollo industrial de bambú, lo cual es un gran apoyo para cada uno de los países, que además, son miembros de la Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO)<sup>3</sup> en el mundo.

Desde 1993, el Centro Nacional de Investigación del Bambú ha organizado 105 cursos internacionales de entrenamiento técnico de bambú, seminarios y talleres, de los cuales cerca de 55 son cursos técnicos o seminarios para oficiales y ministros, todos organizados en China; 44 de estos han sido cursos de entrenamiento para proyectos entre China y Ruanda, y 6 son patrocinados por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas y el Gobierno de la India, entre otros. Hasta ahora, 2.846 beneficiados de los 107 países en desarrollo participantes ubicados en los 5 continentes han logrado ser formados de manera exitosa en el desarrollo industrial y tecnológico del bambú.

El CBRC ha logrado desarrollar una serie de importantes proyectos de bambú para apoyar actividades forestales domésticas, como el proyecto de desarrollo de bambú en Uganda. Hasta ahora, el centro ha realizado 4 pasos de entrenamiento de inglés a francés, entrenamiento técnico a

3 Organización intergubernamental que promueve la conservación y la ordenación, la utilización y el comercio sostenibles de los recursos de los bosques tropicales. Sus miembros en conjunto poseen alrededor del 80 % de los bosques tropicales del mundo y representan el 90 % del comercio mundial de maderas tropicales (ITTO, s.f.).

seminarios para oficiales o seminaristas de ministerios, para el entrenamiento dentro y fuera de China, tanto en entrenamiento técnico como en el entrenamiento en cooperación.

En materia del desarrollo económico y la creación de recursos para la promoción del bambú, China ha sido gran promotor de capacidades y generador de nuevo conocimiento a través de procesos de investigación que permiten dar a conocer nuevos procesos de propagación, crecimiento acelerado, calidad del tallo y los beneficios que pueda tener la planta desde su rebrote hasta su maduración. Diferentes universidades y centros de investigación se unen para generar procesos de investigación interdisciplinar investigando en su taxonomía, la asociatividad entre especies para generar los cultivos multipropósito, y se calcula que cerca de 100 instituciones evalúan los investigadores sénior de nivel medio y básico. Por lo anterior, la combinación entre universidades o centros de investigación, el gobierno y las empresas o pequeños emprendimientos es una fórmula poderosa que permite la creación de nuevos productos donde las comunidades agrícolas generan valor y reciben mejores ingresos (CBRC, 2017)

Para todo el desarrollo anterior, el Gobierno chino ha tenido que realizar una planificación del desarrollo de la industria del bambú, desarrollando inventarios forestales especialmente en las provincias de Zhejiang, Fujian, Yunnan, Guizhou y Hubei. En la actualidad, el valor de producción anual de la industria del bambú alcanza los 5.500 millones de dólares americanos (Liu *et al.*, 2005).

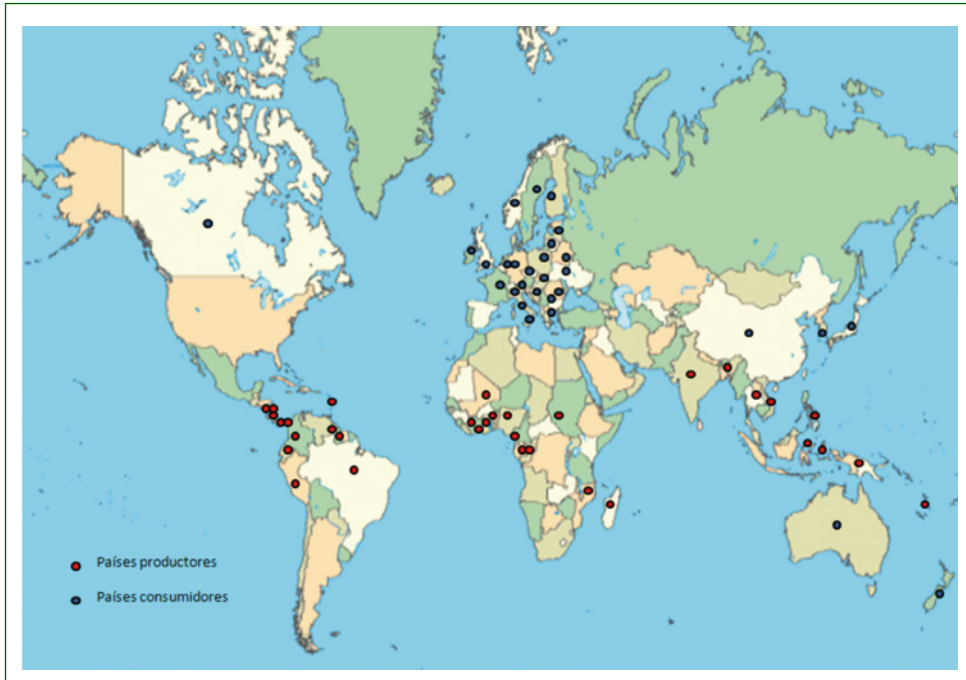
## Conclusiones

Al realizar este comparativo en materia de cadena productiva, se observa que el conocimiento de los recursos que posee Colombia debe ser lo suficientemente amplio y participativo como para lograr la sostenibilidad ambiental y al mismo tiempo el progreso en calidad de vida de las comunidades, este equilibrio hace que se aprovechen de manera responsable los recursos dando un orden y guardando la ética ambiental, pues al final

todos conocemos la importancia de los ecosistemas forestales en la vida de los seres humanos.

Tanto en China como en Colombia existen organizaciones gubernamentales nacionales e internacionales que promueven esta filosofía, que velan por el control y el aprovechamiento sostenible del bambú y la guadua para que continúe prestando sus servicios ecosistémicos y no desaparezcan. Algunas de estas instituciones coinciden en focalizar recursos para ambos países, lo que permite hacer una transferencia de conocimiento en un mundo globalizado en el que, un país debe aprender de los errores y los éxitos de otro país, esto es posible con la articulación de entidades y para esto hay expertos en tema de guadua y bambú.

En este orden de ideas, es donde los dos países deben estrechar relaciones y gestionar alianzas para fortalecer y generar un aprovechamiento sostenible del bambú y la guadua desde diferentes escalas, regionales, departamentales, nacionales e internacionales. Por consiguiente, la Organización Internacional de Maderas Tropicales, por sus siglas en inglés International Tropical Timber Organization (ITTO), como ente intergubernamental que promueve la conservación y la administración sostenible, el uso y el comercio de recursos forestales tropicales y que fue establecida en 1986 en el Acuerdo Internacional de Maderas Tropicales por sus siglas en inglés International Tropical Timber Agreement (ITTA), bajo los auspicios de las Naciones Unidas, que en medio de una creciente preocupación por el destino de los bosques tropicales puede continuar contribuyendo al desarrollo de las comunidades y de los países mediante la financiación de proyectos para la gestión del conocimiento y la transferencia de tecnología para el desarrollo de este recurso entre los 73 países distribuidos en 35 productores y 38 consumidores que hacen parte.



**Figura 40.** *Distribución global de países miembro ITTO*

Fuente: elaboración propia.

Muy de la mano con la ITTO, trabaja también la Organización Internacional para el Bambú y el Ratán (INBAR). Su sede principal se encuentra ubicada en Pekín, China, y cuenta con oficinas regionales en Ecuador, Etiopía, India y Ghana. Apoya a países miembro, donde Colombia participa, para incluir el desarrollo del bambú y el ratán en sus estrategias de desarrollo sostenible y economía verde, promoviendo diferentes innovaciones para mejorar la vida rural y al tiempo aportar al cuidado del medioambiente. Además, proporciona a países en desarrollo soluciones que han sido utilizadas, validadas, mejoradas y adaptadas de países desarrollados para alcanzar las metas de los objetivos de desarrollo sostenible.

Este tipo de organizaciones pueden apalancar la cadena productiva de la guadua en Colombia, generando y transmitiendo nuevo conocimiento a los actores territoriales con el fin de generar capacidades que les permita la creación de nuevos productos con valor agregado y nuevos mercados, pues en muchos contextos se entiende de esta manera la ruta más



adecuada para abrir nuevos mercados que apalanquen todos los procesos al interior de la cadena productiva.

Finalmente, teniendo en cuenta el desarrollo productivo de la guadua de Colombia y de China, se evidencia los grandes retos en materia comercial que tiene Colombia, ya que, si bien se han presentado avances a nivel tecnológico e investigativo, esto no se ve traducido en materia de ingresos para los actores de la cadena productiva como productores, transportadores y empresarios, ni tampoco ha existido una penetración de mercado de los productos que se han desarrollado en el país.

## Referencias bibliográficas

- Bastidas, L. y Flores, E. (2000). Uso del bambú en viviendas para estratos medios. Memorias de "Seminario Guadua en la Reconstrucción", Quindío, Colombia.
- Castaño, F. (2001). *Industrialización sostenible de la guadua. Informe final*. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnacx697.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacx697.pdf)
- China Bamboo Research Center (CBRC). (2017). *Memorias 2017 Training Course on Bamboo Industry Development for ITTO Member Countries*. China Bamboo Research Center.
- Círculo de Investigación del Bambú (CIB). (2017). *La cadena de valor del bambú en el Perú*. ARKINKA, ISSN 1815-9273. N° 256. Pág. 16-19.
- Espinal, C., Martínez, H., Pinzón, N. y Espinosa, D. (2004). *Cadena de la guadua en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2017). *Resultados monitoreo de la deforestación 2017*. [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023835/Resultados\\_Monitoreo\\_Deforestacion\\_2017.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023835/Resultados_Monitoreo_Deforestacion_2017.pdf)
- Izasa, J. G. (2008). Cadenas productivas. Enfoques y precisiones conceptuales. *Sotavento M.B.A*, (11), 8-25. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/sotavento/article/view/1602>
- Liu, D., Xuan, Y. y Li, L. (2005). Bamboo industry in Anji County. *Econ. For.*, 25, 25-29.
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Bioteología Vegetal*, 11(3), 143-154. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>

- Martín-López, B. y Montes, C. (2011). *Biodiversidad y servicios de los ecosistemas*. [https://www.researchgate.net/publication/285041508\\_Biodiversidad\\_y\\_servicios\\_de\\_los\\_ecosistemas](https://www.researchgate.net/publication/285041508_Biodiversidad_y_servicios_de_los_ecosistemas)
- Mateus, Y.S. (2019). *La deforestación en Colombia. Propuestas para la mitigación de sus efectos*. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35851/MateusGuerreroYeimySamanta2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Noelia Mejía. (2004). Cadena productiva de la guadua: Organización de la Cadena, caracterización de eslabones, actores y procesos, Gobernación de Quindío.
- Mejía, M. y Moreno, R. (2013). *Estado del arte de la guadua en Colombia 2003-2012*. Fondo Editorial de Risaralda.
- Muñoz-López, J., Camargo-García, J.C. y Romero-Ladino, C. (2017). Beneficios de los bosques de guadua como una aproximación a la valoración de servicios ecosistémicos desde la “jerarquización y calificación.” *Gestión y Ambiente*, 20(2), 222-231. <https://doi.org/10.15446/ga.v20n2.66603>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2002). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000. Informe principal*. Estudio FAO Montes 140. <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s00.htm>
- Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). (s.f.). *Acerca de la OIMT*. Recuperado de: [http://www.itto.int/es/about\\_itto/](http://www.itto.int/es/about_itto/)
- Organización Internacional de las Maderas Tropicales (ITTO). (s.f.). *Miembros de la OIMT en el marco del CIMT, 2006*. [https://www.itto.int/es/about\\_itto/members/](https://www.itto.int/es/about_itto/members/)
- Qiang, L. (2017). *Memorias Training Workshop on Bamboo 2017 Cooperation between CAF and ITTO*. Hangzhou, Zhejiang, China.
- Resolución 1740 (2016). Por la cual se establecen los lineamientos generales para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y bambusales y se dictan otras disposiciones. 26 de octubre de 2016. D.O. No. 50.038. <https://diario-oficial.vlex.com.co/vid/resolucion-numero-1740-2016-652582769>
- SENA. (n.d.). Construcción de muros en tapia y bareque. Retrieved June 23, 2021, from [https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria\\_restauracion\\_edificaciones/construccion\\_muros\\_tapia\\_bahareque.html#](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/albanileria_restauracion_edificaciones/construccion_muros_tapia_bahareque.html#)
- Weng, F., Zhu, Y. y Lou, Y. (2004). *Present situation of Bamboo industry development in Zhejiang and Suggestions on the solution of Existing Problems*. Journal of Bamboo Research.

Colombia es el segundo país de América reconocido por su biodiversidad, para el caso de los bambú, se estima que el país cuenta con 18 géneros y 105 especies, entre los que se encuentra la Guadua. Este maravilloso recurso ha contribuido al desarrollo de las comunidades rurales y territorios en términos de fabricación de viviendas, creación de artesanías y prestación de servicios ecosistémicos.

Por lo anterior, el libro La Guadua (*Guadua angustifolia*) Kunth: El oro verde por descubrir es una obra que expresa el potencial de la Guadua *Angustifolia* Kunth como la especie de bambú representativa del país debido a sus propiedades físico- mecánicas. Los autores, en el libro, reconocen la guadua como un recurso propicio para industrias como la construcción, sus bondades ambientales en la prestación de servicios ecosistémicos como la captura de CO<sub>2</sub>, la regulación hídrica y térmica, así como la preservación de la biodiversidad, considerados propicios para el desarrollo sostenible.

De igual forma, los lectores conocerán las condiciones edafoclimáticas que facilitan el crecimiento de la Guadua y los métodos usados para establecer un cultivo con servicios ecosistémicos claves para la preservación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos del cambio climático. Finalmente, el texto describe la importancia de la articulación institucional, haciendo énfasis en el eslabón de silvicultura como uno de los más importantes al garantizar la calidad de este maravilloso recurso y la riqueza paisajística de los territorios colombianos.

De ahí que, los lectores descubrirán cómo la guadua, un recurso natural de nuestra cultura, aporta en la consolidación de territorios y economías sostenibles.

