



Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

**Sello Editorial**

# LA GUADUA, UNA APUESTA AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Nelly María Méndez Pedroza  
William Ignacio Montealegre Torres  
Martha Cecilia Vinasco Guzmán  
Gustavo Adolfo Ramírez Córdoba  
Óscar Eduardo Valbuena Calderón  
María de los Ángeles Noriega

**Grupo de Investigación**  
Inyumacizo

Nodo Especializado de conocimiento de los Espacios Rurales - CIER



# LA GUADUA, UNA APUESTA AL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Nelly María Méndez Pedroza

William Ignacio Montealegre Torres

Martha Cecilia Vinasco Guzmán

Gustavo Adolfo Ramírez Córdoba

Oscar Eduardo Valbuena Calderón

María de los Ángeles Noriega

Grupo de Investigación Inyumacizo y Nodo Especializado de  
Conocimiento de los Espacios Rurales CIER.

# **UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD**

## **Rector**

Jaime Alberto Leal Afanador

## **Vicerrectora académica y de investigación**

Constanza Abadía García

## **Vicerrector de medios y mediaciones pedagógicas**

Leonardo Yunda Perlaza

## **Vicerrector de desarrollo regional y proyección comunitaria**

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres

## **Vicerrector de servicios a aspirantes, estudiantes y egresados**

Édgar Guillermo Rodríguez Díaz

## **Vicerrector de relaciones internacionales**

Luigi Humberto López Guzmán

## **Decana Escuela de Ciencias de la Salud**

Myriam Leonor Torres

## **Decana Escuela de Ciencias de la Educación**

Clara Esperanza Pedraza Goyeneche

## **Decana Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas**

Alba Luz Serrano Rubiano

## **Decana Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades**

Martha Viviana Vargas Galindo

## **Decano Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería**

Claudio Camilo González Clavijo

## **Decana Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

Julialba Ángel Osorio

## **Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Económicas, Contables y de Negocios**

Sandra Rocío Mondragón

**Título de Libro:** La guadua, una apuesta al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible

**Autores:**

Nelly María Méndez Pedroza - William Ignacio Montealegre Torres

Martha Cecilia Vinasco Guzmán - Gustavo Adolfo Ramírez Córdoba

Óscar Eduardo Valbuena Calderón - María de los Ángeles Noriega

**Grupo de Investigación:** Grupo de Investigación Inyumacizo y Nodo Especializado de Conocimiento de los Espacios Rurales CIER.

581.7

M538

Guadua Angustifolia. Una apuesta al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible / Nelly María Méndez Pedroza ... [et al.] -- [1.a. ed.]. Bogotá: Sello Editorial UNAD/2019. (Grupo de investigación Inyumacizo y Nodo Especializado de Conocimiento de los Espacios Rurales CIER. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA)

ISBN: 978-958-651-718-8

e-ISBN: 978-958-651-719-5

1. GUADUA 2. DESARROLLO SOSTENIBLE I. Méndez Pedroza, Nelly María II. Montealegre Torres, William Ignacio III. Vinasco Guzmán, Martha Cecilia IV. Ramírez Córdoba, Gustavo Adolfo V. Valbuena Calderón, Oscar Eduardo VI. Noriega, María de los Ángeles VII. Título.

**ISBN:** 978-958-651-718-8

**e-ISBN: 978-958-651-719-5**

**Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA**

**©Editorial**

**Sello Editorial UNAD**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Calle 14 sur No. 14-23

Bogotá, D.C.

Diciembre de 2019

**Diseño y diagramación:** Angélica García

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional. [https://co.creativecommons.org/?page\\_id=13](https://co.creativecommons.org/?page_id=13).

# ÍNDICE DE CONTENIDO

- IX Introducción
- 1 Capítulo I. Rutas para la transformación de las sociedades sostenibles
- 2 Participación comunitaria en el diagnóstico de guaduales: zona de influencia del río Guarapas, departamento del Huila, Colombia
- 35 Capítulo II. Avances en la institucionalidad e instrumentos para la construcción de la cadena productiva de la guadua
- 36 Análisis normativo para el uso y aprovechamiento de la *Guadua angustifolia*
- 73 Capítulo III. Propuestas innovadoras de acción por el clima
- 74 Ensayo de adaptabilidad de seis biotipos de la especie *Guadua angustifolia* Kunth en bosque húmedo premontano, cuenca alta del río Magdalena, Colombia
- 93 Capítulo IV. Caracterización de servicios ecosistémicos de la *Guadua angustifolia* Kunth en la cuenca baja del río Guarapas en Pitalito, Huila
- 123 Epílogo



# Introducción

El Grupo de Investigaciones del Macizo Colombiano, Inyumacizo, está conformado desde el año 2006 y está integrado por tutores investigadores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), zona sur, de los departamentos del Huila, Tolima y Caquetá. Desde su creación se ha orientado a trabajar proyectos relacionados con el desarrollo rural de manera interinstitucional, intergeneracional e interdisciplinaria.

En su misión se han desarrollado proyectos de investigación en las temáticas relacionadas con cadenas productivas y biodiversidad, priorizadas por los líderes, gremios y comunidades para la zona sur del país, en temas como la cadena productiva de la guadua, agroturismo sostenible en áreas protegidas, especies forestales, frutales de clima frío moderado, biodiversidad, estudios de suelos y calidad de tasa en cafés especiales, biorremediación, pastos y forrajes, cuencas hidrográficas, prospectiva y nuevas tecnologías. Su logro más importante ha sido la formulación del plan prospectivo y estratégico para consolidar la cadena productiva de la guadua en la zona sur del Huila, como fin de un ejercicio e inicio de su implementación.

Inyumacizo ha identificado y priorizado la necesidad de formular una estrategia para lograr que el manejo sostenible de la guadua pase de ser un concepto teórico, aplicado y desarrollado por algunos profesionales de las ciencias ambientales, a un concepto práctico y de utilización real por parte de los diferentes actores que están inmersos en las actividades propias del manejo forestal de los rodales de guadua. Para esto, ha realizado varios trabajos de investigación con los municipios de la zona sur del Huila, especialmente la Corporación Autónoma Regional

del Alto Magdalena (CAM), ONG, empresas privadas y, lo más importante, con participación directa de las comunidades como soporte intelectual académico para, en equipo, continuar el proceso de consolidar la cadena productiva con alto contenido social.

Como resultado de este ejercicio se presenta el libro denominado La guadua, una apuesta al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible como documento que permita visualizar los avances de las investigaciones para posicionar la guadua en el sur del Huila, en tres capítulos. El primero, Rutas para la transformación de las sociedades sostenibles; el segundo, Avances en la institucionalidad e instrumentos para la construcción de la cadena productiva de la guadua y el tercero, Propuestas innovadoras de acción por el clima, seguros de que con el debate de estos resultados se enriquece el conocimiento y se avanza en el desarrollo de la cadena productiva de la guadua como la planta del milenio, como el oro verde, como la especie natural renovable de la flora silvestre no maderable que contribuye de cierta manera a minimizar los efectos negativos del cambio climático o variabilidad climática y, en medida mínima pero efectiva, en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.



# CAPÍTULO

# 1

## Rutas para la transformación de las sociedades sostenibles

Participación comunitaria en el diagnóstico de guaduales: zona de influencia del río Guarapas, departamento del Huila, Colombia

Nelly María Méndez Pedroza

Martha Cecilia Vinasco Guzmán

## **Participación comunitaria en el diagnóstico de guaduales: zona de influencia del río Guarapas, departamento del Huila, Colombia**

### **Nelly María Méndez Pedroza**

*Doctora en Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: nelly.mendez@unad.edu.co*

### **Martha Cecilia Vinasco Guzmán**

*Doctora en Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: marta.vinasco@unad.edu.co*

# Resumen

El diagnóstico de guaduales en la cuenca hidrográfica del río Guarapas permite mostrar la relación de los actores sociales involucrados con el uso, aprovechamiento y conservación de los rodales de guadua ubicados en dicha cuenca. De este análisis se define la estructura social y los actores partícipes de la cadena productiva respecto de la cantidad y calidad de la guadua en su estado natural, fundamental para que se formule una propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo, que es la finalidad propuesta por los investigadores de la región: plantear la creación de un centro que maneje e industrialice la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth).

Con el inventario de guaduales realizado se puede concluir que, en un área total estimada de 418,6 hectáreas y de acuerdo con el análisis estadístico, en la cuenca del río Guarapas existen alrededor de setecientas mil unidades de guadua, distribuidas así:

- ▶ Guadua en renuevos o rebrotes, aproximadamente el 13,3%
- ▶ Guadua verde, alrededor del 31,4%
- ▶ Guadua madura, en torno al 50,4%
- ▶ Guadua sobremadura, cerca del 4,9%

Según el análisis de las 1 073 089 unidades de guaduas maduras en la cuenca y si se aprovecha el 25%, equivalentes a 268 272 unidades año, llevándolas a términos económicos, los productores pueden obtener dividendos aproximados a 2

682 720 000 pesos colombianos, que en euros puede significar alrededor de 836 259 351, si se estima el costo por guadua en 10 000 pesos colombianos. Los productores beneficiados serán las familias insertas en la cuenca y que posean rodales ya sean como plantaciones forestales protectoras-productoras o productoras.

La importancia de la investigación radica en el que se tiene actualizada la cantidad de guadua, su estado fitosanitario y los propietarios de guaduales, insumos fundamentales para que los entes territoriales incluyan la guadua en los planes de gestión ambiental regional tendientes a la industrialización; esto para darle valor agregado e incrementar la variedad de productos derivados de este material forestal bajo los parámetros de cadena de valor.



# Introducción

Las cuencas hidrográficas se definen como escenarios de gestión que involucran no solo el territorio que se relaciona con este desde lo político y lo administrativo, sino que debe reconocer las comunidades que lo habitan y sus formas de organización, siendo en su conjunto la base para el ordenamiento territorial en Colombia (MinAmbiente, 2019).

El Macizo Colombiano, también llamado Nudo de Almaguer, fue declarado por la UNESCO en 1979 como reserva de la Biósfera Constelación Cinturón Andino y es reconocido por el WWF como punto de alta Importancia para la conservación de los Andes del norte por estar conformado por tres parques nacionales naturales: Cueva de los Guácharos, Puracé y Nevado del Huila, ubicados en los departamentos de Huila, Cauca, Caquetá y Tolima. Es reconocido como un reservorio de agua para nuestro país, pues en él nacen ríos como el Patía (de la vertiente Pacífica), el Cauca y el Magdalena (de la vertiente Caribe), y el Putumayo y el Caquetá (de la cuenca Amazónica) (Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación, 2018).

La cuenca del río Guarapas tiene una ubicación estratégica que le brinda ventajas competitivas relacionadas con el desarrollo vial, pues el municipio de Pitalito es considerado la estrella vial del sur colombiano, lo que hace que se genere una dinámica comercial y cultural particular debido a las interacciones entre las comunidades rurales, urbanas e indígenas.

Adicionalmente y debido a las particularidades físicas bióticas y socioeconómicas de la cuenca del río Guarapas, se presentan cantidades importantes de

guadua, lo que posibilita la construcción de la cadena productiva. Es por esto que se propone la caracterización y el análisis de las condiciones sociales, ambientales y productivas de la cuenca para construir la plataforma técnica encaminada a articular instrumentos de planificación como el POMCH del río Guarapas, los planes de manejo de las aéreas protegidas, los planes de vida y los planes de ordenamiento territorial entre otros.

En respuesta a estos retos, se propone el ordenamiento forestal sostenible productivo de la guadua como un mecanismo que permita fortalecer el capital social de los actores, que les permita cooperar y establecer alianzas y mecanismos de participación, acción, definición y orientación de políticas a nivel nacional, departamental y municipal y solucionar conflictos por el uso de los recursos.

La *Guadua angustifolia* Kunth es una de las veinte especies de bambúes con mejores propiedades por su capacidad de absorber energía y flexibilidad, lo que la convierten en un material idóneo para construcciones sismorresistentes (Londoño, 2003).

La especie (*Guadua angustifolia* Kunth) es un recurso natural renovable que se encuentra en ambientes naturales a lo largo de las riveras de los ríos, en agrupaciones o mezclados con otros árboles (Rugeles-Silva, Posso-Terranova, Londoño, Barrera-Marín y Muñoz-Flórez, 2012).

Su presencia en riveras de ríos y quebradas genera espacios naturales de protección de especies como corredores biológicos y oportunidades de generar recursos económicos en aspectos como su utilización en la construcción o en labores en las fincas, lo que la convierte en un elemento articulador de estrategias de conservación, manejo, conservación de biodiversidad y protección de fuentes de agua y de proyectos de integración eco-regional para manejo de cuencas y microcuencas.

Los guaduales prestan servicios ambientales como aporte de biomasa y protección de suelos debido a la gran cantidad de biomasa que producen; sus sistemas de entretejido de rizomas y raicillas que controlan la socavación lateral protegen el suelo y previenen la erosión.

Estas características hacen de la guadua una especie importante en la protección de cuencas hídricas por su capacidad de recuperar caudales. Estudios realizados

por Sabogal y Giraldo en 2001 encontraron que una hectárea de guadua puede almacenar alrededor de 30 375 litros que se devuelven al suelo por su estructura de almacenamiento en época de verano.

Igualmente, se le reconoce como una especie capaz de fijar CO<sub>2</sub> en grandes cantidades, lo que hace que sea una especie estratégica para el desarrollo de proyectos de servicios ambientales en venta de bonos de carbono como una alternativa económica rentable para las comunidades rurales (Sabogal y Giraldo, 2001).

Estudios realizados en la cuenca hidrográfica concluyeron que, en los municipios de San Agustín e Isnos en el sur del departamento del Huila, Colombia, al determinar la composición de los guaduales, se muestra una densidad de 1719 a 1857 tallos por hectárea: 10% renuevos, 42,5% tallos jóvenes o viches, 46,5% maduros, 0,3% sobremaduros y 0,08% secos (Caballero Sánchez y Herrera Céspedes, 2014).

Un análisis de guaduales realizado para la cuenca del río Guachicos presenta densidades entre 2000 a 8000 tallos por hectárea: 16% renuevos, 35% tallos jóvenes o viches, 39% maduros, 3% sobremaduros y 0.02% secos (Fernández y Ramírez, 2011).

Artunduaga Muñoz y Parra en el año 2010 lograron la caracterización de todos los actores sociales interactuantes en la cadena productiva para esta zona del país; se inició la construcción de la cadena productiva la guadua y se determinó el área en guaduales, siendo aproximadamente 420 hectáreas.

El objetivo de la investigación era diagnosticar el estado de guaduales en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, zona sur del departamento del Huila; este consistía en el inventario y caracterización ambiental y social de los predios seleccionados como productores de guadua en la cuenca hidrográfica, de acuerdo con el diseño estadístico definido para tal fin.

Figura 1. Resumen gráfico



*Fuente: elaboración propia*

## Materiales y métodos

### Área de estudio

Como ya se puso de manifiesto con anterioridad, la cuenca hidrográfica del río Guarapas es un área de carácter estratégico que tiene reconocimiento internacional al integrar la reserva de la Biósfera Cinturón Andino, declarado por la UNESCO en 1979; constituye uno de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad global de la ecorregión de los Andes del norte de acuerdo con el WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) (Méndez Pedroza, 2015), además de considerarse como uno de los 25 puntos calientes de biodiversidad en el mundo, según lo manifestado por Conservación Internacional.

Figura 2. Ubicación de la cuenca hidrográfica del río Guarapas



Fuente: CAM – UASPNN, 2009

La ubicación de la cuenca hidrográfica del río Guarapas es al sur del departamento del Huila y recorre los municipios de Palestina y Pitalito; tiene un área de 70 567 hectáreas. Su nacimiento se genera en el Macizo Colombiano en el flanco occidental de la cordillera Oriental a una altura aproximada de 2715 m s. n. m. en la vereda Villas del macizo en el municipio de Palestina. Recorre 71,4 km y su desembocadura es en el río Magdalena a una altura de 1203 m s. n. m. en zona de la vereda Chillurco, perteneciente al municipio de Pitalito. En la figura 3 se muestra la zona de recorrido del río Guarapas.

Figura 3. Municipios de recorrido del río Guarapas



Fuente: CAM – ISD, 2007

Para el desarrollo del trabajo se tuvieron en cuenta las condiciones físicas, bióticas y socioeconómicas y se determinó que la cuenca tiene características fundamentales respecto de la producción de guadua, lo que hace pensar en todas las posibilidades de potenciar la cadena productiva de guadua en la zona surcolombiana. Así, mediante el aprovechamiento técnico y amparados en los aspectos ambientales, sociales y económicos que se describen a continuación, se pueden aunar esfuerzos y encaminarlos hacia el desarrollo productivo, sostenible y rentable para los productores de guadua del presente apartado.

Como se decía anteriormente, el río Guarapas recorre el municipio de Pitalito, con ocho corregimientos de los cuales siete hacen parte de esta cuenca y el municipio de Palestina, con 38 veredas que conforman la cuenca.

**Tabla 1. Municipios y veredas que conforman la cuenca hidrográfica del río Guarapas**

<b>Municipios</b>	<b>Veredas</b>
Pitalito	111
Palestina	38
Total	148

*Fuente: elaboración propia*

La cuenca hidrográfica del río Guarapas, dada su ubicación estratégica, presenta una gran importancia para la conservación de su diversidad, cuya planificación debe partir desde lo local hacia lo regional, nacional e internacional pues hace parte de la reserva de la Biósfera Cinturón Andino.

Por lo anterior, todas las gestiones de las diferentes instituciones deben estar encaminadas a la formulación de planes y programas articulados con las comunidades de la zona de influencia que garanticen la funcionalidad de la declaratoria de áreas protegidas en la cuenca (dadas sus características físicas) y evitar esfuerzos aislados o parcializados que mermen el ejercicio de la planificación y gestión de los recursos inmersos en la cuenca.

Atendiendo a las fases formulación para el plan de ordenamiento de la cuenca, es necesario abordar características especiales que generan niveles complejos de atención en ella, de tal forma que los recursos empleados respondan a los criterios que se enuncian a continuación:

- ▶ Área de la cuenca: aproximadamente 70 567 hectáreas
- ▶ Jurisdicción de la cuenca: municipios de Pitalito y Palestina
- ▶ Nivel de altura en la cuenca: va desde los 2800 m s. n. m. hasta los 1200 m s. n. m.
- ▶ Veredas participantes: 155 veredas de los dos municipios
- ▶ Centros urbanos: tres centros urbanos incluido el casco urbano de Pitalito

También es necesario atender las poblaciones asentadas dentro de la cuenca. Así, demandan atención especial las poblaciones indígenas que en algunos casos ya cuentan con plan de manejo de sus territorios según criterios de zonificación definidos por las mismas comunidades. La fase de formulación del POMCH del río Guarapas ha buscado integrarlas definiendo estrategias de diálogos para articularlas al territorio y al proceso de ordenamiento de la cuenca.

En la zona de influencia de la cuenca cerca del 60% de su área tiene aptitud del suelo de única protección, lo que genera limitaciones y restricciones a la hora de tomar decisiones para lograr una zonificación articulada con la reglamentación nacional frente al uso del suelo en Colombia; por ello, se deben establecer diálogos de concertación que generen acciones de manejo de la cuenca sin afectar el desarrollo de las comunidades ni la conservación de los recursos naturales.

En este sentido, en la cuenca se evidencian conflictos por uso del suelo básicamente por el establecimiento de cultivos de clima frío tales como la granadilla (*Passiflora ligularis*) en zonas de conservación, situación que demanda esfuerzos adicionales y articulación de soluciones desde lo local con acciones del nivel nacional y regional.

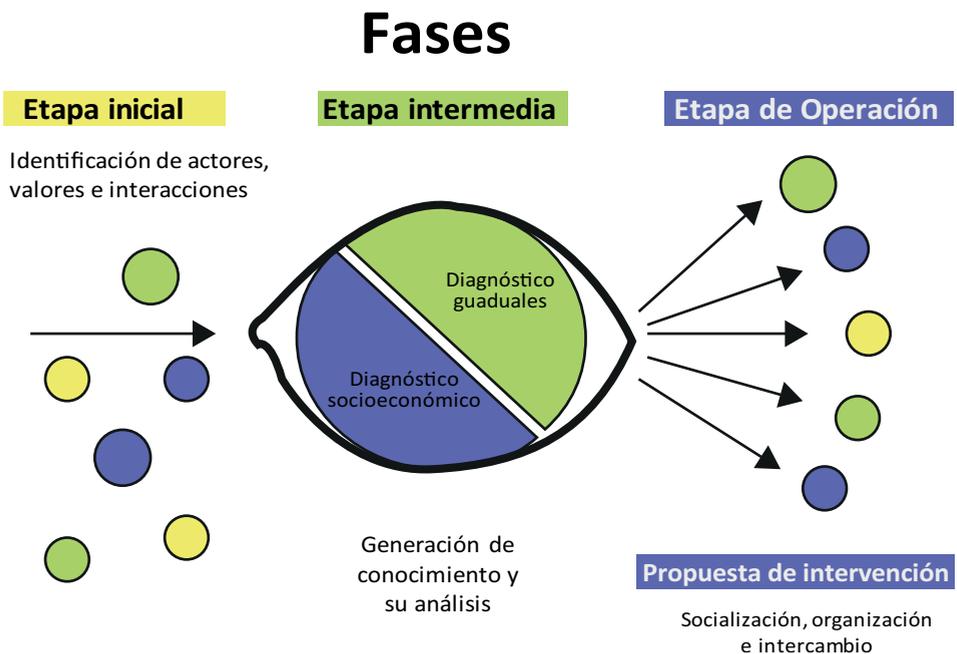
Es de resaltar que en la cuenca se han realizado inversiones importantes cuyos resultados no han sido los esperados dada la desarticulación de entidades, que como se dijo anteriormente, son acciones que traen consigo resultados adversos a las comunidades de las veredas en la cuenca y que generan conflictos principalmente en la continuidad y seguimiento de los proyectos adelantados.

Respecto del tema en cuestión, la guadua, se resalta que su uso ha ido en aumento principalmente por la restricción en el uso y aprovechamiento de la madera proveniente de los bosques naturales. Es de anotar que en la cuenca del río Guarapas la tasa de deforestación es de 430 hectáreas, según lo definido en el plan de ordenación de la cuenca. La tasa de deforestación anual para esa cuenca fue calculada de acuerdo con la fórmula definida por la FAO y se obtuvo una tasa de 1,93% en el periodo comprendido entre 1989 y 2009; este valor es considerable ya que en 20 años se perdieron 8628,9 ha con un promedio de 431 deforestadas anualmente (CAM, 2007).

Un primer paso en cualquier proyecto es conocer qué se tiene, con quién se cuenta y, en el caso particular de un recurso natural como es la guadua, dónde

está, en qué condiciones está, en qué condiciones se usa, se maneja, se comercializa, para qué sirve, quién la tiene, quién la compra, a qué precios y con qué costos; esta etapa se denomina de reconocimiento de actores y ya fue realizada en la primera fase de la investigación como insumo para la obtención del DEA de la autora en el doctorado en Desarrollo Sostenible.

**Figura 4. Metodología para la organización del núcleo forestal productivo de la guadua en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, departamento del Huila**



*Fuente: Convenio FAO - InFI Manizales, 2007*

Una segunda etapa o fase intermedia contempla el diagnóstico silvicultural de los guaduales de los predios seleccionados, tanto en área productiva como en área potencial, la realización del inventario forestal y la formulación del plan de manejo forestal para los predios seleccionados con su respectiva georreferenciación según la normatividad ambiental vigente.

Y, por último, una tercera etapa, denominada fase de operación, donde se abordó la propuesta de intervención (diseño del plan de aprovechamiento y manejo y or-

ganización social del núcleo productivo) de la guadua para la cuenca hidrográfica del río Guarapas, que en el presente artículo no se abordará.

La metodología que reúne las tres etapas anteriormente expuestas para la organización del núcleo forestal productivo de la especie guadua puede ser resumida y recogida de una manera más visual en la figura 4.

El presente estudio contempla el diagnóstico silvicultural de los guaduales de los predios seleccionados, tanto en área productiva como en área potencial, la realización del inventario forestal como aporte para definir y la organización de la cadena productiva de la guadua en la zona sur del departamento del Huila, desde la región hasta la consolidación nacional de la misma.

**Tipo de estudio.** Es de tipo descriptivo ya que delimita los hechos que conforman el problema de investigación, establece características demográficas de unidades investigadas, identifica formas y conductas de la comunidad y establece comportamientos concretos y específicos de los aspectos que involucran la investigación (Behar Rivero, 2008).

**Métodos de investigación.** La metodología investigadora del presente trabajo se fundamenta en la aplicación del método inductivo y del método deductivo.

**Enfoque investigativo.** El enfoque investigativo que se ha aplicado en el desarrollo metodológico del presente trabajo ha sido el de la observación participativa ya que esta permite a los participantes ser actores importantes en la construcción; es decir, co-construir a partir de los reencuentros, lo que permite reflexionar sobre las relaciones que se presentan entre la práctica integrada y la construcción de significados y la dinámica y los procesos de los acontecimientos que se desarrollan en el medio en que se desarrolla el proyecto (Méndez Pedroza, 2015).

**Fuentes y técnicas para recolección de información.** Se hizo acopio de información procedente tanto de fuentes primarias (inventarios forestales, caracterización y georreferenciación de guaduales) como de fuentes secundarias (libros, revistas y visitas de zonas geográficas con condiciones similares) y se han aplicado técnicas de observación, encuestas, entrevistas y trabajo de campo.

El universo (que hace referencia a un conjunto de elementos u objetos a los cuales se realizará la investigación) para la realización de este proyecto son los actores sociales de la guadua en la zona de influencia de la CH del río Guarapas, en el departamento del Huila.

## Tratamiento de la información

La información recolectada ha sido sistematizada y organizada en tablas para poder obtener los datos totales de respuesta a cada una de las preguntas planteadas en las encuestas e inventarios forestales. Con el resultado de los datos se han elaborado gráficos y figuras que presentan la información de una forma sencilla y didáctica.

Tras la obtención de los datos generales de las encuestas e inventarios forestales se realizaron los análisis necesarios de acuerdo con el cumplimiento de los objetivos planteados para la investigación.

**Tratamiento estadístico de datos.** Cálculo de existencias.

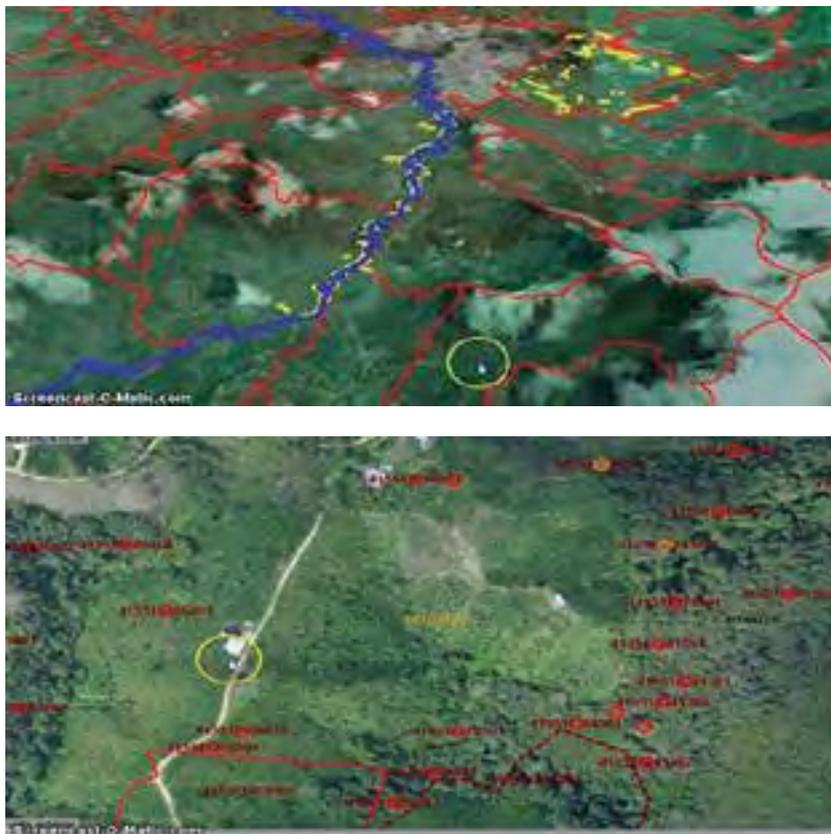
Con base en la información obtenida en los trabajos de campo (inventario de guaduales), se procedió a la caracterización de los guaduales en cuanto a su estructura (densidad, grado de madurez, alturas totales y comerciales) y sanidad (porcentaje de tallos afectados por plagas o enfermedades) para determinar posteriormente por medio de técnicas estadísticas las existencias de cada uno de los mismos y conseguir de esta manera conocer su oferta ambiental y productiva.

La georreferenciación practicada se ha realizado mediante dispositivos de sistema de posicionamiento global (GPS) y para la ubicación de los guaduales y predios se ha utilizado el programa ArcView, herramienta SIG que permite gestionar, visualizar, crear y analizar la información geográfica en la zona de estudio.

Con la georreferenciación se puede establecer la cobertura actual de guadua en cada una de las veredas que conforman la cuenca hidrográfica del río Guarapas. Esta información servirá de insumo para presentar planes de reforestación y manejo de estas zonas y sus servicios asociados; máxime que la actual administración municipal de Pitalito ha determinado en su plan de acción ha-

cer del municipio el guadua más grande del mundo. En la figura 5 se muestra la georreferenciación de las áreas de guadua.

Figura 5. Imagen de satélite donde se muestra la división veredal y cultivos



*Fuente: elaboración propia*

En los municipios de Pitalito y Palestina, Huila, se realizó la recolección de datos vereda a vereda, apoyados por los corregidores y los presidentes de juntas de acción comunal, además de la comunidad en general. El periodo de investigación va del mes de enero al mes de septiembre de 2012.

La información se recogió por medio de encuestas aplicadas a los diferentes actores de la cadena y los datos recolectados tendieron a la consolidación de productores de guadua y producción de esta, además de la georreferenciación.

Así se recogieron datos como nombre, teléfono, identificación, área en guadua por metro cuadrado, usos, valor económico y algunas observaciones.

**Diseño experimental.** Para determinar el tamaño de la muestra se tuvo en cuenta la población total de los productores de guadua en la cuenca hidrográfica del río Guarapas con áreas en guadua.

La estadística general y la estadística inferencial de forma particular, para las investigaciones científicas son la ruta para que a partir de un cuestionamiento se obtenga una respuesta adecuada. Es por esto que la estadística inferencial hace que el salto de lo particular a lo general o al todo se haga de una manera “controlada” y, aunque nunca se tenga una seguridad absoluta, sí nos ofrecerá respuestas probables que puede satisfacer lo enunciado.

Para el desarrollo de este tipo de ejercicio se realizó un muestreo de tipo probabilístico (se conoce la probabilidad de cada uno de los elementos, por lo tanto, de cada posible muestra, determinada en un 95%) y se contó una población finita de 418 hectáreas.

Suárez (2004), define la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra aleatoria simple que se da cuando se cumple la igualdad de distribuciones (cualquier valor tiene la misma probabilidad de salir en cada extracción) e independencia (la probabilidad de obtener un determinado valor no se modifica por los valores ya obtenidos).

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)e^2 + Z^2PQ}$$

Donde:

N = total de la población 418 ha de guadua: 4180 parcelas de 10 x 100 m<sup>2</sup>

Z = margen de confiabilidad en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza del 95% (1,96)

P = probabilidad a favor, 50% (0,50)

Q = probabilidad en contra, 50% (0,50)

e = error o diferencia máxima admisible que se acepta con el nivel de confianza que se ha definido, que es el 5% (0,05)

n = tamaño óptimo de la muestra

Sustituyendo valores se obtiene que:

$$n = \frac{4180(1,96)^2(0,5)(0,5)}{(4180 - 1)(0,05)^2 + (1,96)^2(0,5)(0,5)}$$

$n = 352$  parcelas de 10 x 100 metros que corresponden a 35,2 ha de superficie

El resultado anterior pone de manifiesto que la muestra óptima a inventariar es de 352 parcelas que corresponderían a 352 propietarios de predios con guadua en la cuenca del río Guarapas, de tal forma que en ellas se determine cuánta guadua se puede aprovechar por periodo de tiempo.

### Diseño del muestreo

Muestreo de parcelas al azar:

- a. Guadales seleccionados: 352
- b. Área de muestreo: 35,2 ha (8,42% del área total)
- c. Intensidad de muestreo: 100% (35 200 m<sup>2</sup>) del área de muestreo
- d. Tamaño de parcela: 10 x 100m (1000 m<sup>2</sup>). En cada rodal seleccionado se traza una línea base y sobre ella se ubicarán al azar parcelas de 10 x 100 metros cada una.

Cuando dentro del predio se visualizaron varios rodales, las parcelas se distribuyeron entre los rodales existentes.

Todos los datos obtenidos en campo (planillas de campo, diseñadas para la necesidad del estudio o caracterización) fueron procesados en el programa Statgraphics.

### Selección de guadales muestra:

La selección de guadales muestra se realizó en dos etapas:

Para la selección de los guadales muestra se tomó en consideración la etapa de reconocimiento de actores y se realizó por municipios:

- ▶ Palestina: 60 parcelas (70,7 ha)
- ▶ Pitalito: 292 parcelas (347,9 ha)

En cada parcela de guadua seleccionada al azar se tomaron datos en relación con su área con guadua, su densidad poblacional y su estado de madurez (renuevo, verde, madura y sobremadura).

Se ha determinado para cada caso la relación densidad-grado de madurez para conocer cuáles guaduales son densos y maduros y cuáles no. La información recogida se registró en planillas de campo que hacen parte integral del estudio de cada guadual.

Mediante las visitas de reconocimiento de las condiciones biofísicas y del estado de los guaduales seleccionados se establecieron las condiciones de aprovechamiento (estado actual) del guadual, sus condiciones en lo relativo a topografía, flora y su grado de intervención. Estas características se documentaron mediante registros fotográficos, los cuales aparte de evidenciar el estado actual de los guaduales también ponen de manifiesto la calidad de sus tallos.

Para la realización de estas visitas por parte del equipo técnico se tenía el respectivo permiso de acceso por parte de los propietarios o administradores de los guaduales; aprovechó este acompañamiento para realizar la encuesta socioeconómica.

## Resultados

El diagnóstico de guaduales permitió identificar los actores sociales y la estructura interna que define la cantidad y calidad de la guadua en su estado natural; se tuvo la participación de la comunidad en un área determinada como es la cuenca hidrográfica del río Guarapas, ubicada en la zona sur del departamento del Huila, Colombia.

### **Caracterización social y resultados del inventario de los predios seleccionados como productores de guadua**

La tabla 2 muestra de forma resumida el total de productores de guadua con áreas sembradas en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, según el estudio realizado para desarrollar el presente trabajo.

Tabla 2. Productores de guadua de la cuenca del río Guarapas

MUNICIPIO	PRODUCTORES	m <sup>2</sup>	ha
PITALITO	908	3 479 590	347,9590
PALESTINA	172	707 580	70,7580
TOTAL	<b>1080</b>	<b>4 187 170</b>	<b>418,7170</b>

Fuente: elaboración propia con apoyo de Inyumacizo

De acuerdo con los resultados obtenidos, 1080 productores conforman el eslabón productor de la cadena productiva de guadua en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, de los cuales el 83% corresponden al municipio de Pitalito.

Tabla 3. Categorización descriptiva de los usos de la guadua en la cuenca del río Guarapas

CATEGORÍA DE USO	DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA
Usos no comerciales “ambientales”	Conservación de suelos, hábitat de aves, belleza del paisaje, sombra, retención de sedimentos y aguas, reforestación de nacimientos y microcuencas y reservas naturales entre otras
Usos no comerciales “domésticos” ( <i>ingreso no efectivo</i> )	Postes para cercas y para construcción de secaderos de café, estructuras temporales o permanentes para viviendas, puentes, infraestructura para sitios recreativos y tutores de cultivos
Usos comerciales ( <i>ingreso efectivo</i> )	Para muebles de hogar y aditamentos como lámparas, artesanías o estructuras para vivienda y artículos varios

Fuente: elaboración propia con apoyo de Inyumacizo

Este estudio permite el análisis del eslabón de productores por municipio, corregimiento, vereda, usuario, cantidad, estado actual de los guaduales, la oferta productiva y una encuesta socioeconómica que ubica a cada uno frente a la consolidación de la cadena.

Así mismo, identifica y caracteriza cada uno de los actores sociales que participan de la cadena por acciones, actitud y aptitud de cara al afianzamiento de la cadena productiva.

### Análisis socio económico

Con base en los resultados de las encuestas se presentan los resultados y el correspondiente análisis de las variables observadas en campo, consideradas esenciales para este estudio.

**Tabla 4. Caracterización familiar productores de guadua en la cuenca del río Guarapas, respecto a ingresos familiares**

INGRESOS	NÚMERO DE FAMILIAS
CAFÉ	230
FRUTALES	22
FORESTALES	0
GANADO	88
OTROS	109

*Fuente: elaboración propia*

De acuerdo con la encuesta socioeconómica, de 449 propietarios que la respondieron, el 50% de ellos se sostienen del producto primario café (230 propietarios), seguidos de otros medios como ingresos por cultivos varios, hortalizas, aves de corral, etc. (89), el ganado (88), muy poca representatividad el sector de frutales (22) y ninguno posee ingresos por el sector forestal, que incluye la guadua.

En el sector salud, el 93% pertenece al régimen subsidiado, el 31% al régimen contributivo y un 13,3% al SISBÉN.

Las respuestas a las preguntas sobre servicios públicos que poseen los propietarios permiten deducir que el 93% de los productores de guadua poseen agua y energía eléctrica y un pequeño margen (7%) no.

Respecto a los servicios de televisión, cable y teléfono, cerca del 20% los posee. Es de aclarar que las empresas de telefonía móvil están llegando a estas veredas

con módem, lo que permite el acceso a internet; además, el Gobierno nacional de Colombia, con la política de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), denominada Vive Digital, con una inversión cercana a los 5,5 billones de pesos, busca que el país dé el salto tecnológico con un aumento del uso de internet y los sistemas digitales para que el uso de las TIC se incluyan en la vida de los colombianos ya que estas tienen gran influencia sobre la competitividad y el desarrollo de las comunidades.

### **Análisis de ingresos actuales por el recurso guadua e interés de mejora**

Respecto a los ingresos recibidos por la venta o servicios de guadua, solo el 14% de los productores ha recibido algún ingreso económico, lo que permite deducir que este recurso forestal no está siendo incluido en la canasta familiar, sino que su venta se reduce únicamente a las zonas aledañas a los predios productores.

A la pregunta sencilla y directa sobre el interés de pertenecer a la cadena productiva de guadua, las respuestas del 74% de los propietarios fueron positivas. Los de respuesta negativa fueron identificados para hacer un mayor esfuerzo por parte de las entidades y organismos hacia la motivación de este importante sector que, hasta ahora, no ha manifestado interés. Se requiere una motivación especial y en esto Inyumacizo está realizando acciones tendentes a la consolidación como capacitaciones en el manejo, comercialización y trámites ante la CAM como ente regulador del uso de los recursos naturales en la región sur de Colombia.

Uno de los temas más importantes investigados por medio de las encuestas fue la capacitación requerida dirigida a la formulación de propuestas, planes y proyectos para el uso racional de la guadua a entidades interesadas como el municipio de Pitalito, el SENA, las universidades y otros sectores interesados.

El 60,5% de los propietarios no desea recibir ninguna capacitación. El 22% solicita capacitación en procesos de transformación encaminados hacia la construc-

ción y el 18% en procesos de producción. En este aspecto se requiere un mayor esfuerzo con resultados pues la guadua no se tiene como una fuente importante de generación de recursos económicos.

Con respecto a los resultados arrojados **por el inventario forestal del recurso guadua** en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, se indica como sigue:

Se inventariaron 352 parcelas con un área de 35,2 ha; hubo resultados importantes que serán objeto de estudio y comparación con guaduales de otras regiones del país.

**Figura 6. Realización del inventario de guaduales en la cuenca hidrográfica del río Guarapas**



*Fuente: elaboración propia con apoyo de Inyumacizo*

Es importante destacar que fue necesario aumentar el número de parcelas inventariadas dado que en algunos de los guaduales seleccionados no se alcanzaba a cubrir el área de los 1000 m<sup>2</sup> planteados para cada parcela.

Tabla 5. Inventario de guaduales en el municipio de Palestina

Número de guaduas/ha en Palestina					
	Renuevos	Verdes	Maduras	Sobremaduras	TOTAL
No. guaduas	3466	76 656	109 726	6457	227 446
Porcentaje	1,5	33,7	48,2	2,8	100,0

Fuente: elaboración propia con apoyo de Inyumacizo

Figura 7. Representación gráfica de los estados de madurez de guadua en porcentaje en el municipio de Palestina, Huila



Fuente: elaboración propia

Según Londoño (1998), el ideal representativo para cada estado de madurez de los rodales de guadua y representado en porcentajes es el siguiente: rebrote 10%, verde 30%, madura 36%, sobremadura 4% y seca el 0,24%.

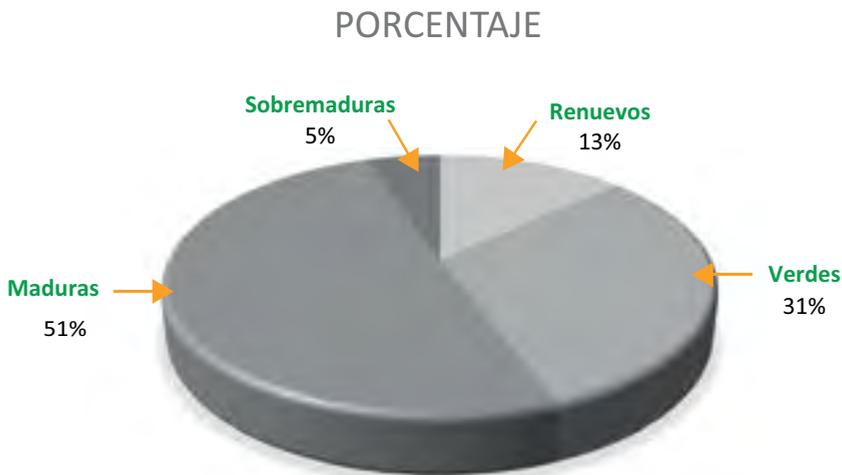
Al revisar los resultados del inventario de los rodales de guadua en Palestina se observa que distan de los ideales planteados por Londoño ya que el mayor porcentaje lo representan las guaduas maduras con 48%. Esto se debe a que los productores no tienen la guadua como generador de recursos y a que solo es utilizada para labores de los predios.

Tabla 6. Inventario de guaduales en el municipio de Pitalito

Número de guaduas/ha en Pitalito					
	Renuevos	Verdes	Maduras	Sobremaduras	TOTAL
No. guaduas	248 244	592 101	963 363	97 888	1 901 596
Porcentaje	13,1	31,1	50,7	5,1	100,0

Fuente: elaboración propia con apoyo de Inyumacizo

Figura 8. Representación gráfica de los estados de madurez de guadua en porcentaje en el municipio de Pitalito, Huila



Fuente: elaboración propia

Respecto al inventario de rodales de guadua en el municipio de Pitalito, distan más del ideal de Londoño pues el porcentaje de guaduas maduras sobrepasa el 50%; esto indica que es necesario y urgente el aprovechamiento de guaduales para conservar la dinámica de estos bosques.

De acuerdo con la normatividad que permite un aprovechamiento de los guaduales naturales del 20%, puede deducirse que en cinco años la renovación de los guaduales permitirá el equilibrio descrito por Londoño con un aprovechamiento sostenible.

Tabla 7. Resumen del inventario de guaduales en la cuenca hidrográfica del río Guarapas. Zona sur del departamento del Huila

Parcelas inventariadas	Área total (m <sup>2</sup> )	Renuevos de guadua (Nº de pies)	Guadua verde (Nº de pies)	Guadua madura (Nº de pies)	Guadua sobremadura (Nº de pies)
Guadua en las 352 parcelas	352 000	330 630	878 437	1 409 541	137 061
Total guadua en la CH río Guarapas	4 187 170	251 710	668 757	1 073 089	104 345

Fuente: elaboración propia con apoyo de Inyumacizo

A continuación, se presenta el inventario del área total de guadua inventariada.

Tabla 8. Área total y área inventariada de guadua en la cuenca río Guarapas

MUNICIPIO	PITALITO	PALESTINA	SUBTOTAL
ÁREA INVENTARIADA	29,2	6	35,2
ÁREA TOTAL DE GUADUA	347,9	70,7	418,6
%	83,1	16,9	100

Fuente: elaboración propia

De un total de 2 129 042 unidades de guadua presentes en la cuenca del río Guarapas, puede deducirse que el 13,3% se encuentra en etapa de rebrote o renuevo, el 31,4% verde, el 31,4% madura y un 4,9% sobremadura.

Tabla 9. Inventario de guaduales en la cuenca río Guarapas, Huila, distribuidos en etapas de desarrollo

MUNICIPIO	PITALITO	PALESTINA	SUBTOTAL	%
REBROTE	248 244	34606	282 850	13,3
VERDE	592 101	76 656	668 757	31,4
MADURA	963 363	109 726	1 073 089	50,4
SOBREMADURA	97 888	6457	104 345	4,9
SUBTOTAL GUADUA	1 901 596	227 446	2 129 042	100,0
PORCENTAJE	89,3	10,7	100	100

*Fuente: elaboración propia*

Puede deducirse que un 50% de la guadua presente en la cuenca del río Guarapas se encuentra en etapa madura, lista para su aprovechamiento; esta información debe ser objeto de análisis por parte de todos los actores sociales. Para esto, ha sido socializada en reuniones realizadas en los dos municipios con la presencia de productores, alcaldías municipales, artesanos, profesionales y técnicos, el SENA, universidades y demás personas interesadas en el tema de la guadua.

En un área total estimada de 418,717 hectáreas de guadua en la cuenca del río Guarapas, de acuerdo con los datos tomados en campo con el inventario de guaduales y al análisis estadístico, se puede deducir que existen 2 129 042 unidades de guadua distribuidas de la siguiente manera:

- ▶ Guadua en renuevos o rebrotes: 282 850 unidades
- ▶ Guadua verde: 668 757 unidades
- ▶ Guadua madura: 1 073 089 unidades
- ▶ Guadua sobremadura: 104 345 unidades

A continuación, se ilustran los estados de crecimiento en los turnos de corte de guadua referenciados en los resultados del inventario realizado en Pitalito y Palestina.

Figura 9. Estados de madurez de la guadua



*Fuente: elaboración propia*

### Cálculo de volúmenes (volumen de la guadua)

En general para nuestro país y en especial en el estudio de la Norma Unificada de la Guadua, se han determinado volúmenes y equivalencias para la cubicación de los productos, los cuales se muestran en la tabla 10; no obstante, cuando haya la necesidad de productos diferentes a los señalados se cubicará el producto y se determinará su equivalencia. Esto según la norma desarrollada por las CAR de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima y Valle del Cauca, donde se dicta la reglamentación del manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, cañabrava y bambúes, para realizar una gestión ambiental correcta desde lo regional; más para la guadua, que está ligada a la producción y cultura de estos cinco departamentos del país. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Además, la CAM mediante Acuerdo No. 014 del 25 de noviembre de 2014 regula el aprovechamiento de la flora silvestre maderable y no maderable, la movilización de sus productos y las plantaciones forestales protectoras. En su jurisdicción, el Estatuto forestal establece en el artículo 26 respecto de volúmenes y equivalencias: “Para la cubicación de los productos provenientes de rodales de guadua, cañabrava y bambú, se tendrán en cuenta las siguientes equivalencias:

Tabla 10. Cálculo de volúmenes para la guadua según la Norma Unificada de la Guadua

PRODUCTO	EQUIVALENCIA m <sup>3</sup>
1 cepa de 4 metros	0,03
1 basa o esterilla de 4 metros	0,03
1 sobrebasa	0,02
1 varillón	0,02
1 guadua en pie	0,1
10 guaduas en pie	1
1 lata de guadua de 2 metros	0,0025
1 puntal de guadua de 2 metros	0,004

*Fuente: Norma Unificada de la Guadua, febrero de 2002*

**Intensidad de corte:** Según experiencias exitosas de manejo sostenible de guadales, caso de la CRQ y del Centro Internacional del Bambú – Guadua, se han determinado intensidades de corte mínimas según el siguiente cuadro:

Tabla 11. Intensidades de corte permisible para la especie guadua

Guaduas maduras para aprovechar	Intensidad de corte permisible
Menos de 2000 pies/ha	0
Entre 2001 y 2500 pies/ha	20%
Entre 2501 y 3000 pies/ha	Entre 25 y 30%
Entre 3001 y 3500 pies/ha	35%
Más de 3501 pies/ha	Entre 35 y 50%

*Fuente: Norma Unificada de la Guadua, 2002*

En este orden de ideas y teniendo en cuenta la tabla anterior, el rango de aprovechamiento, la intensidad de corte y el número permisible de guaduas para corte en la cuenca puede llegar a ser del 25 al 30% como máximo de la población co-

mercial; esto dado que el número de guaduas maduras que son las aptas para aprovechar en la cuenca hidrográfica del río Guarapas es de 1 073 089 unidades, que llevándolas a guaduas por hectárea es de 2563 guaduas.

Sin embargo, dado el tamaño de los rodales, la variabilidad y el estado de madurez de las guaduas, es recomendable no exceder el aprovechamiento en un 25%; se debe realizar el corte extractivo procurando sacar primero las guaduas secas para generar una disminución en la densidad de los rodales de estas.

**Tabla 12. Consolidado de guaduas maduras para aprovechar en la cuenca hidrográfica del río Guarapas**

Total pies de guaduas en la CH del río Guarapas	Total pies de guaduas maduras en la CH del río Guarapas	Guaduas maduras en la CH del río Guarapas (guaduas/ha)	Guaduas maduras para aprovechar según la Norma (guaduas/ha)
2 097 901	1 073 089	2563	Entre 2501 y 3000 <i>Intensidad de corte:</i> Entre 25 y 30%

*Fuente: elaboración propia*

Es necesario que el aprovechamiento de los bosques naturales de guadua se efectúe por el sistema de entresaca selectiva de los tallos o culmos maduros, además de los sobremaduros, y la saca total de los tallos secos y secos partidos.

Ahora, si se tiene en cuenta que en promedio 10 guaduas equivalen a 1 m<sup>3</sup> y lo permisible para corte son:

- ▶  $1\,073\,089 \times 25\% = 268\,272$  unidades año
- ▶ Volumen:  $268\,272 / 10 = 26\,827$  m<sup>3</sup>

Entonces, el volumen de corte total de los guaduales en la cuenca hidrográfica del río Guarapas según el estudio estadístico realizado es de 26 827 m<sup>3</sup>.

## Conclusiones

Al analizar la información recolectada de los productores de guadua en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, zona sur del departamento del Huila, se puede afirmar que, en su gran mayoría, su sustento depende del cultivo de café, son propietarios de los predios que cuentan con los servicios públicos básicos y necesarios y que están íntimamente ligados con la noción de satisfacción de necesidades básicas.

La mayoría de los propietarios de estos predios no reciben ingresos por la venta de la guadua ya que esta se utiliza para trabajos internos de las fincas y como suministro para moradores de la zona; esto significa que no tienen la producción de guadua incorporada al ingreso familiar.

Los resultados de las encuestas realizadas permiten deducir también la voluntad plena de los miembros del eslabón de productores de guadua para consolidar la cadena productiva. Esto permite visualizar un futuro que pasa por la conformación del núcleo forestal productivo en la cuenca; sin embargo, al indagar sobre la necesidad de capacitación no muestran interés dado que la guadua no representa valor agregado a la producción del predio.

Haciendo alusión a lo determinado por el Centro Internacional del Bambú – Guadua, respecto de la intensidad de corte mínima para la guadua y de acuerdo con el inventario realizado en la cuenca del río Guarapas, el número permisible para aprovechamiento en esta zona es del 25% al 30% máximo de la población comercial de esta especie.

Sin embargo, y como se manifestó anteriormente, los guaduales presentan mucha variabilidad en tamaño y estado de desarrollo; se recomienda que el aprovechamiento no exceda el 25% y que se realice un manejo extractivo, primero de las guaduas secas para que se permita una disminución en la densidad de los rodales. Según el análisis anterior, en la cuenca se pueden aprovechar anualmente alrededor de un millón de pies (1 073 089 unidades).

Según el inventario realizado se puede afirmar que el ciclo vegetativo, principalmente en la emergencia de las nuevas plantas, es bastante bajo dado que el manejo de los guaduales no es técnico, lo que permite la presencia de una gran den-

sidad de tallos maduros, sobremaduros y verdes. Por esta razón, los rodales de guadua no presentan la dinámica normal del desarrollo de estas plantaciones.

El trabajo de investigación es un aporte a la consolidación de la cadena productiva de la guadua, con un enfoque comercial y de negocios, para los municipios de la zona sur del departamento de Huila; es un gran potencial para la competitividad ya que es un recurso inagotable con un manejo adecuado, cuyas potencialidades e inventario lo deben conocer todos los actores de la cadena. Como dice IICA (2004) sobre lo que se debe potenciar en las cadenas productivas, el principal reto de la producción primaria es ser valorada como una actividad viable de diversificación económica, de modo que pueda modernizarse cada uno de los eslabones de la cadena a saber: el aprovechamiento, la transformación y la comercialización.

## Referencias

- Acuerdo 014 de 2017. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, Colombia, 29 de septiembre de 2017. Recuperado de: <https://www.cam.gov.co/sitio/component/edocman/acuerdo-014-2017.html>
- Artunduaga, A., Muñoz M, J. y Parra, M. L. (2010). *Determinación de los actores sociales y prediagnóstico ambiental para la constitución de la cadena productiva de la guadua en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, departamento del Huila* (tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Colombia.
- Behar Rivero, D. S. (2008). *Metodología de la investigación*. Cabo Verde: Shalom.
- Caballero Sánchez, C. E. y Herrera Céspedes, F. (2014). *Caracterización forestal y productiva de la guadua (Guadua angustifolia Kunth), en los municipios de San Agustín e Isnos en el sur del departamento del Huila, Colombia* (tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Colombia.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Documento CONPES 3915: Lineamientos de política y estrategias para el desarrollo regional sostenible del Macizo Colombiano*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/conpes/12-Conpes%20No.%203915-2018.pdf>

- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. (2012). *Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca Hidrográfica del Río Guarapas*. Recuperado de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/22589>
- Fernández, E. A. y Ramírez, G. A. (2011). *Caracterización forestal productiva de la guadua (Guadua angustifolia Benth), como aporte para el manejo e industrialización sostenible, con participación comunitaria en la cuenca hidrográfica del río Guachicos, zona sur del departamento del Huila* (tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Colombia.
- Giraldo, E. y Sabogal, A. (2001). *Una alternativa sostenible: la guadua. Técnicas de cultivo y manejo*. Armenia: CAR del Quindío - CRQ.
- IICA. (2004). *Observatorio agrocadenas. La competitividad de las cadenas agropecuarias en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica (1991-2004)*.
- Londoño, X. (1998). A decade of observations of *Guadua angustifolia* plantation in Colombia. *Journal of American Bamboo Society*, 12 (1), pp. 37-43.
- McCormick, D. y Morales, P. (2007). La Construcción de una Visión de Futuro para la guadua: desde la cadena productiva hacia el cluster de la guadua en el eje cafetero. *Gestión y Región* (03), pp. 33-52. Recuperado de: <http://biblioteca.ucp.edu.co/OJS/index.php/gestionyregion/article/view/885>
- Méndez Pedroza, N. M. (2015). *Diagnóstico de guaduales y propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo para el manejo e industrialización de la guadua (Guadua Angustifolia Kunt), con participación comunitaria en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, zona sur del departamento de Huila, Colombia* (tesis de doctoral). Universidad Católica de Ávila, España. Recuperado de <http://ucav.odilotk.es/opac?id=00045859>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Cuenca hidrográfica*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/planificacion-de-cuencas-hidrograficas/cuenca-hidrografica>
- Ramírez Córdoba, G. A. y Fernández, E. A. (2011). *Organización de un núcleo forestal productivo para el manejo e industrialización sostenible de la guadua*

*(Guadua angustifolia Benth), con participación comunitaria en la cuenca hidrográfica del río Guachicos, zona sur del Huila* (tesis de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Pitalito, Colombia.

Resolución 1740. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 24 de octubre del 2016, Colombia. Recuperada de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/50-resolucion-1740.pdf>

Rugeles-Silva, P. A. et al. (2012). Caracterización molecular de *Guadua angustifolia* Kunth mediante marcadores moleculares RAMs. *Acta Agronómica*, 61 (4), pp. 325-330. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169926831004.pdf>

Suárez, M. (2004). *Interaprendizaje de probabilidades y estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

**CAPÍTULO**

# 2

## **Avances en la institucionalidad e instrumentos para la construcción de la cadena productiva de la guadua**

Análisis normativo para el uso y aprovechamiento  
de la *Guadua angustifolia* Kunth

**William Ignacio Montealegre Torres**

**Nelly María Méndez Pedroza**

## **Análisis normativo para el uso y aprovechamiento de la *Guadua angustifolia***

### **William Ignacio Montealegre Torres**

*Magíster en Administración de Organizaciones, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: william.montealegre@unad.edu.co*

### **Nelly María Méndez Pedroza**

*Doctora en Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: nelly.mendez@unad.edu.co*

# Resumen

El Senado de la República de Colombia desde 2018 debate el Proyecto de Ley 68 de 2018, “Por medio de la cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú, y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional”, que cambia la normatividad actual, especialmente en su clasificación y trámites para su aprovechamiento.

Este nace de la necesidad de industrializar los múltiples usos de la guadua, con un enfoque extractivista del recurso natural renovable guadua, existente en las riveras de ríos y quebradas del país, pues son los únicos guaduales que requieren permisos o autorizaciones para su aprovechamiento y movilización. Sin embargo, el proyecto de ley adolece del análisis normativo respecto a las plantaciones forestales, que incluyen la guadua, que se registran y normatizan por el Ministerio de Agricultura.

El esfuerzo del Congreso recae en su intento por definir la especie forestal no maderable guadua como una especie agrícola, como el arroz, el café o la caña, que al fin y al cabo no requiere de permisos o autorizaciones para su aprovechamiento. El tercer artículo es el del debate. Del resto del articulado, muchos de ellos hacen parte de la normatividad colombiana.

Quedan muchas dudas sobre la legalidad de ley orgánica o reforma constitucional y su trámite en el Congreso de la República, como la necesidad o no de la audiencia previa con las comunidades indígenas.

# Introducción

La necesidad de participar en este debate debe ser nacional de acuerdo con la Constitución de 1991, que establece el derecho a participar de las decisiones que de alguna manera afecten a un grupo de personas. El Grupo de Investigaciones Inyumacizo, avalado por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD y categorizado por Colciencias, se permite comentar la ponencia para segundo debate, presentada el 18 de junio de 2019 para aprobar el Proyecto de Ley 068 de 2018, aprobado en primer debate el 15 de mayo de 2019 y denominado “Por medio de la cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú, y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional” (Senado de la República, 2019), dado su conocimiento en este tema.

Se presenta, como eje temático de debate, el articulado presentado al Congreso de la República, aprobado sin ningún cambio o proposición o debate ni a favor ni en contra.

Se presentan los argumentos críticos sobre los artículos más importantes y definitivos para que el lector asuma su propio concepto desde su contexto.

## **Planteamiento de la temática**

El 11 de julio de 2019 se presenta en la Gaceta del Congreso número 615 la ponencia para segundo debate del Proyecto de Ley 68 de 2018, “Por medio de la cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú, y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional”, que cambia la normatividad actual, especialmente en su clasificación y trámites para su aprovechamiento.

Expresa la ponencia:

El Proyecto de Ley 68 de 2019 tiene como objeto general la adopción de un marco de política que incentive el uso productivo de la guadua y bambú en los diferentes sectores de la economía, tales como, pero sin limitarse a la industria, la construcción y la agroindustria, todo esto en armonía con la sostenibilidad ambiental y sus servicios ecosistémicos, pues la guadua y el bambú representan un importante aporte en la mitigación de los efectos del cambio climático.

Para dar claridad al tema, se debe indicar que el Proyecto de Ley 68 de 2018 indica que la guadua es un género de plantas de la subfamilia del bambú, de la familia de las Poáceas; es decir, la guadua es bambú.

Igualmente, dentro del proyecto de ley se propone que se debe incentivar el uso productivo del recurso guadua creando un marco de política para incentivar el uso productivo del bambú. Ya en informe para segundo debate se avisa sobre el foro “La guadua y el bambú, el futuro para Colombia”, desarrollado el 28 de mayo de 2019 en Bogotá con participación de funcionarios del Gobierno nacional, productores y empresarios del sector y la Federación Nacional de Bambú y Guadua, que manifestaron su interés en la promoción del uso productivo de la guadua y el bambú en actividades como la construcción, la agroindustria, la industria textil y de alimentos, entre otras, de la mano con la conservación del medio ambiente y la mitigación de los riesgos del cambio climático.

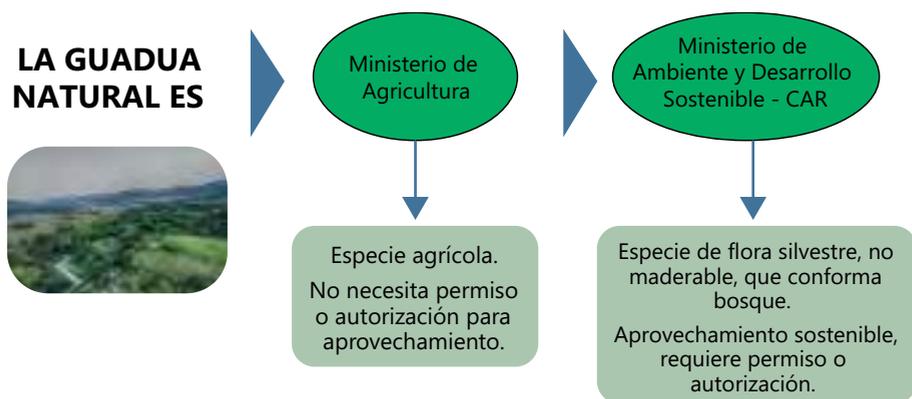
Establece el ponente:

Ley 2811 de 1974. El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente contiene como objetivo en su artículo 2° “Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios

de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.”

**Pero la guadua no tiene rastro alguno en esta ley, por lo tanto, no regula el uso y la explotación de la guadua.** (Negrilla fuera de texto)

Figura 1. Resumen gráfico. Establece el ponente que “La presente ley reconoce que la guadua constituye un recurso agropecuario nativo y ancestral que contribuye a la sostenibilidad ambiental, a la belleza del paisaje cultural cafetero y a la arquitectura rural.”



Fuente: elaboración propia

En el Proyecto de Ley 68 de 2018 se indica:

Artículo 3°. **Clasificación.** La guadua y el bambú son productos agrícolas, específicamente gramíneas gigantes de la familia Poaceae, que cumplen funciones en la mitigación de los efectos del cambio climático y en el desarrollo económico, social y cultural de las regiones productoras (p. 10).

Se espera que este documento argumentativo sustentado por Inyumacizo permita una reflexión en el Congreso de la República de Colombia.

El Grupo de Investigaciones del Macizo Colombiano Inyumacizo ha priorizado dentro de sus planes la consolidación de la cadena productiva de la guadua desde lo local hasta lo nacional. Desde 2008 ha desarrollado las actividades siguiendo el método científico rigurosamente hasta alcanzar el conocimiento como para presentar sus conceptos respecto al planteamiento del Gobierno nacional de reformar la normatividad temática actual, alertar a la comunidad colombiana sobre las implicaciones nefastas de esta reforma al poner en serio riesgo los bosques de guadua actuales al declararlos como especie de gramínea que no requiere de permisos ni autorizaciones para su aprovechamiento o explotación.

Actualmente, los bosques de guadua no plantados, que representan servicios intangibles, ambientales, sociales, culturales y económicos, que generalmente se ubican en las riveras de ríos y quebradas, requieren de un plan de aprovechamiento y manejo para su aprovechamiento sostenible, que se tramita en las CAR y con autoridades ambientales competentes.

Varias apreciaciones. La primera y más importante, la presentación del SENA Huila, con parte de información suministrada resultado de muchos años de labor de Inyumacizo, ha formulado el plan prospectivo y estratégico para la consolidación de la cadena productiva de la guadua en el sur del departamento del Huila, haciendo aportes desde lo local hasta lo global. Para llegar a formular este plan se debe conocer el contexto de la guadua en su conjunto.

Hay dos posiciones frente a la denominación de esta especie natural renovable: como especie forestal no maderable o como especie agrícola. Ese es el punto de debate en este proyecto de ley y es lo que se presenta para debate en el Congreso de la República de Colombia. Ese es el punto. Lo otro es revisión de literatura, estado del arte y dar a conocer aspectos relevantes e importantes sobre la guadua.

Expone el ponente y la Federación Nacional de Bambú y Guadua. Ya se explicó que la guadua es una variedad de la especie bambú. Esta Federación, que no es federación puesto que no tiene asociados, inicia actividades el 11 de abril de 2018, que coincide con la fecha de presentación del proyecto en mención al Congreso de la República. No representa los intereses de los actores sociales que

integran los diferentes eslabones de la cadena productiva de la guadua en ninguna región del país y desconoce totalmente los esfuerzos realizados por los eslabones de la cadena productiva de la guadua por cerca de veinte años. Son ellos quienes pretenden, sin argumentos técnicos o legales, cambiar la denominación o clasificación de la guadua como especie agrícola, para saltar cualquier tipo de control para su aprovechamiento en zonas de protección hídrica, desconociendo la normatividad referente a este tema.

Se desconoce el trabajo realizado desde el componente Gobernanza Forestal y el camino trasegado por las CAR, especialmente las del Eje Cafetero, Valle y Cauca, por más de 20 años.

El 10 de mayo de 2019 se reunieron en Bogotá los líderes y expertos por regiones para el evento “Intercambio de los avances para el impulso de la guadua”, como parte de las estrategias de desarrollo del uso sostenible de la biodiversidad, así como para revisar con los diferentes actores la propuesta del “Acuerdo de Competitividad de la Cadena de la Guadua y su Industria”, construido de manera conjunta con la Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; todos convocados por los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) con la participación de la mesa sectorial de la guadua liderada por el SENA, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia), la Asociación Colombiana de Ingenieros Forestales (ACIF), las CAR con incidencia en el producto natural renovable guadua, comunidades indígenas, empresas privadas, ONG, para construir, entre todos, el Acuerdo de competitividad de la cadena de guadua y su industria 2019-2027. Olvida el ponente que Inyumacizo también hizo presencia en este foro y también presentó argumentos al debate que me permito presentar a su consideración.

El texto de la ponencia presentada por Inyumacizo (2019) hace énfasis en lo siguiente:

En atención a la implementación del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia – Pacto por la Equidad, específicamente en lo relacionado al Pacto por la sostenibilidad, en la línea 2: Biodiversidad y riqueza natural, en el objetivo 4 con el cual se propone

“el desarrollo de productos y servicios basados en el conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad, se propone durante este gobierno impulsar la economía forestal, desarrollando la vocación forestal del país” (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

La matriz presentada en la reunión como trabajo colaborativo de las instituciones vinculadas con la guadua, como elemento de trabajo inicial, contempla siete objetivos para desarrollar, cada uno con sus estrategias, acciones (táctica), indicadores, actividades, responsables, en construcción colectiva, que incluye la Organización Internacional de Bambú y Ratán (INBAR). Seguros de que su desarrollo participativo realizará los desarrollos industriales que el comercio, la empresa privada, la demanda de los miles de productos que su uso admite, proveerá el desarrollo del sector, como lo establece la Ley 811 de 2003, el Decreto 3800 de 2006 y la Resolución 186 de 2008, el Decreto 1791 de 1996 y la Resolución 1740 de 2016, en consonancia con los estatutos forestales emanados por las CAR.

Desde el departamento del Huila, podemos contarles que hemos formulado el plan prospectivo y estratégico para consolidar la cadena productiva de la guadua para la zona sur del Huila, constituido por nueve municipios de la parte alta del río grande de la patria, el río Magdalena, guardianes del agua y del oso andino, entendiendo los enormes beneficios y servicios ambientales, que desde la academia ha logrado realizar, como primera etapa, el inventario de guaduales y los planes de aprovechamiento y manejo de la especie forestal no maderable guadua, que permitiría aprovechar cerca de un millón de guaduas al año, de acuerdo a la normatividad (Inyumacizo, 2019, p. 3).

Una de las apuestas del Inyumacizo es la de industrialización de los bosques de guadua de manera sostenible, que garantice su sostenibilidad y genere ingresos a los diferentes eslabones de la cadena.

Seguros que, si no se industrializa, no se avanzaría, el plan prospectivo y estratégico propone la creación del centro agroindustrial de la guadua, como el inicio del negocio de la guadua en la región. La innovación en los productos con calidad de excelencia y producción en serie, ensayos, diseños nuevos, academia, sociedad, empresa, normatividad, prueba de productos, permitiría buscar los mercados, que, de acuerdo con las referencias estadísticas del Ministerio de Comercio, que establece que Colombia importa estos productos, el comercio es local. Ocupar estos mercados, con calidad, mejoraría el desarrollo rural, generaría empleo y productividad, permitiría a los campesinos que poseen guadua considerarlo un producto que genera ingresos a la economía familiar y social, y aumentar el área sembrada. Se espera el apoyo del gobierno-Estado para que los rendimientos económicos sean revertidos a todos los miembros de la cadena productiva de la guadua, no a los pequeños monopolios privados.

Si la guadua se convierte en un producto que genera ingresos y desarrollo, nuestros campesinos la cuidarían y aumentarían el área sembrada, naturalmente, a orillas de las fuentes hídricas, eliminando para siempre, los riesgos y amenazas de sequías e inundaciones, los dos problemas que posee Colombia. Cuando llueve y cuando no llueve. Es solo uno de los servicios ambientales de la guadua. La capacidad de retención hídrica (Inyumacizo, 2019, p. 4).

Este proyecto cuenta con el aval del departamento del Huila, los nueve municipios de la zona sur del Huila, la empresa privada y, por supuesto, la academia porque todos hemos participado en su formulación.

Concluye el ponente:

A título de conclusión del Foro “Bambú y Guadua el Futuro para Colombia”, es indicado señalar que la industria de la guadua y del bambú en Colombia requiere de un impulso que promueva su siembra y aprovechamiento, y de esta manera se generen incentivos para permitir el desarrollo de negocios alrededor de la guadua y el bambú, pues de acuerdo con los expertos participantes en el mencionado foro, la guadua y bambú colombianos tiene características que lo posicionan entre los mejores del mundo, y en consecuencia, abre una serie de oportunidades de negocio que deben impulsarse (Senado de la República, 2019, p. 5).

Esto no se logra con decretos o leyes nuevas, sino impulsando la organización de la cadena productiva, desde los actores sociales que conforman los diferentes eslabones de la cadena productiva.

## Justificación

Se basa en información de la *Environmental Bamboo Foundation*; la guadua tiene varios efectos sobre el planeta, pero desconoce los trabajos de investigación y literatura formada en Colombia. Es variada y hacia los diferentes aspectos para evaluar, dentro de la diversidad de ecosistemas, variedades, ecotipos, climas, aspectos sociales, propuestas de desarrollo locales, de acuerdo con sus características físicas, mecánicas, estructurales para los múltiples usos, maquinaria adecuada a las condiciones de cada ecotipo o variedad de bambú con que cuenta el país, y lo más importante, los servicios ambientales, su comportamiento y su interrelación como ecosistema. Las relaciones planta-suelo-agua-aire-fauna-flora. Que está en ciernes.

Expresa que, la guadua en Colombia: “Se caracteriza principalmente por ser un protector del medio ambiente y una de las posibles oportunidades para la mitigación de los efectos del cambio climático” (Senado de la República, 2019, p. 6).

Según el documento técnico Bosques de guadua del Eje Cafetero de Colombia: oportunidades para su inclusión en el mercado voluntario de carbono y en el Programa REDD+ (Arango y Camargo, 2010), alrededor del mundo existen aproximadamente 20 millones de hectáreas cubiertas por bambú; cerca de 1200 especies han sido registradas en todo el mundo, 440 de ellas en América y 95 en Colombia. La *Guadua angustifolia* Kunth es la especie de bambú más utilizada en la región del Eje Cafetero colombiano, tanto para aplicaciones domésticas desde hace ya varias décadas, como industriales en los últimos años. A pesar de su alto grado de fragmentación, los guaduales colombianos proveen servicios ecosistémicos como hábitat para distintos organismos y protección del suelo, los cuales realzan mucho más su valor y el papel de los bosques en la mitigación del cambio climático.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), está desarrollando esta estrategia de incluir los bosques naturales en la iniciativa REDD+; las CAR implementan

estrategias como los bonos ambientales denominados BANCO2, para acceder a incentivos relacionados con la mitigación del cambio climático, así como la posibilidad de incluir las plantaciones de guadua en esquemas de mercado voluntario. Estudios demuestran que, en promedio, los bosques de guadua almacenan hasta  $126 \pm 4$  t/ha, lo que significa una buena posibilidad de aplicación de la iniciativa REDD+ (Arango & Camargo, 2010).

La Universidad de la Amazonia y la UNAD, en este momento, con el proyecto “Cuantificación de biomasa aérea utilizando medidas dasométricas para la *Guadua angustifolia* Kunth, en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, municipio de Pitalito, Huila” (Ramírez Córdoba y Montealegre Rojas, 2018) como insumo, buscan determinar el almacenamiento de  $\text{CO}_2$  en la guadua de esta región sur del país. La guadua es mucho más que un producto para la industria, un producto maderable. Es un recurso natural renovable con enormes y sensibles servicios ambientales. Es escasa la investigación en Colombia sobre el motivo de la disminución de los bosques naturales de guadua preexistentes en las riberas de ríos y

quebradas. Numerosos son los cuestionamientos que la consecuencia es la ampliación de la frontera agrícola, como uno de los factores más determinantes en este escenario. Se debe hacer una revisión visual imaginativa de los espacios que se conocen y el uso actual del suelo en estas áreas y los resultados son pastos para ganado, café, cultivos de pan coger y construcciones entre otros, en un área definida por la ley como área de protección hídrica y área de utilidad pública.

Con los argumentos presentados, establece el ponente que “La presente Ley reconoce que la guadua constituye un recurso agropecuario nativo y ancestral que contribuye a la sostenibilidad ambiental, a la belleza del Paisaje Cultural Cafetero y a la arquitectura rural” (Senado de la República, 2019, pág. 7).

Esta clasificación o denominación no ha sido analizada. En la actualidad se categoriza como especie forestal no maderable y no se ha demostrado lo contrario. No se han analizado las consecuencias que esta decisión trascendental en la historia de la biodiversidad en Colombia acarrea, que es, en últimas, la esencia de este proyecto de ley.

## Marco jurídico

Establece el ponente:

Ley 2811 de 1974. El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección al Medio Ambiente contiene como objetivo en su artículo 2° Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional. **Pero la guadua no tiene rastro alguno en esta ley, por lo tanto, no regula el uso y la explotación de la guadua.** (Negrilla fuera de texto)

Desconoce los siguientes artículos del Decreto 2811 de 1974:

Artículo 1.- El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social.

Artículo 2.- Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1. Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional. [...]

3. Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la administración pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente.

Artículo 3.- De acuerdo con los objetivos enunciados, el presente Código regula: a) El manejo de los recursos naturales renovables, a saber:

1. La atmósfera y el espacio aéreo nacional.
  2. Las aguas en cualquiera de sus estados.
  3. La tierra, el suelo y el subsuelo.
  4. La flora.
  5. La fauna.
  6. Las fuentes primarias de energía no agotables.
  7. Las pendientes topográficas con potencial energético.
  8. Los recursos geotérmicos.
  9. Los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental o insular de la república.
  10. Los recursos del paisaje.
- b) La defensa del ambiente y de los recursos naturales renovables contra la acción nociva de fenómenos naturales.

La guadua sí tiene rastro en este decreto-ley; por lo tanto, sí regula el uso y la explotación de la guadua. La guadua es un recurso natural renovable de la flora silvestre, categorizada como especie forestal no maderable, que no desvirtúa en la ponencia.

Que el artículo 201 del Decreto-Ley 2811 de 1974, señaló que, en materia de administración para el manejo, uso, aprovechamiento y comercialización de la flora silvestre, las autoridades ambientales ejercerán, entre otras funciones, la reglamentación y vigilancia de la comercialización y aprovechamiento de especies e individuos de la flora silvestre y de sus productos primarios, de propiedad pública o privada.

El ponente no hace referencia a los siguientes actos normativos, entre muchos:

El artículo 1° de la Ley 99 de 1993 señala los principios que rigen la política ambiental colombiana y en su numeral 2 dispone que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

Que el numeral 2 del artículo 31 de la citada ley determina que las CAR ejercen la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Que, en concordancia con lo anterior, el artículo 2.2.1.1.10.2 del Decreto 1076 de 2015 “por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” determinó que cada CAR reglamentará lo relacionado con los aprovechamientos de especies y productos del bosque no maderables como guadua, cañabrava, bambú, palmas, chiquichiqui, cortezas, látex, resinas y semillas, entre otros.

El Decreto 2811 de 1974 establece:

**Artículo 9.-** El uso de elementos ambientales y de recursos naturales renovables, debe hacerse de acuerdo con los siguientes principios:

a) Los recursos naturales y demás elementos ambientales deben ser utilizados en forma eficiente, para lograr su máximo aprovechamiento con arreglo al interés general de la comunidad y de acuerdo con los principios y objetos que orientan este Código;

b) Los recursos naturales y demás elementos ambientales son interdependientes. Su utilización se hará de manera que, en cuanto sea posible, no interfieran entre sí;

c) La utilización de los elementos ambientales o de los recursos naturales renovables debe hacerse sin que lesione el interés general de la comunidad, o el derecho de terceros;

d) Los diversos usos que pueda tener un recurso natural estarán sujetos a las prioridades que se determinen y deben ser realizados coordinadamente, para que se puedan cumplir los principios enunciados en los ordinales precedentes;

e) Los recursos naturales renovables no se podrán utilizar por encima de los límites permisibles que, al alterar las calidades físicas, químicas o biológicas naturales, produzcan el agotamiento o el deterioro grave de esos recursos o se perturbe el derecho a ulterior utilización en cuanto esta convenga al interés público;

f) La planeación del manejo de los recursos naturales renovables y de los elementos ambientales debe hacerse en forma integral, de tal modo que contribuya al desarrollo equilibrado urbano y rural. Para bienestar de la comunidad, se establecerán y conservarán, en los centros urbanos y sus alrededores, espacios cubiertos de vegetación.

## **De la zonificación**

Este apartado se remite al Decreto-Ley 2811 de 1974 que en sus apartados menciona:

Artículo 30.- Para la adecuada protección del ambiente y de los recursos naturales, el Gobierno establecerá políticas y normas sobre zonificación. Los departa-

mentos y municipios tendrán sus propias normas de zonificación, sujetas a las de orden nacional a que se refiere el inciso anterior

## TÍTULO II

### ACCIÓN EDUCATIVA, USO DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIAL Y SERVICIO NACIONAL AMBIENTAL

Artículo 14.- Dentro de las facultades que constitucionalmente le competen, el Gobierno, al reglamentar la educación primaria, secundaria y universitaria, procurará:

Incluir cursos sobre ecología, preservación ambiental y recursos naturales renovables;

Fomentar el desarrollo de estudios interdisciplinarios;

Promover la realización de jornadas ambientales con participación de la comunidad, y de campañas de educación popular, en los medios urbanos y rurales para lograr la comprensión de los problemas del ambiente, dentro del ámbito en el cual se presentan.

Artículo 15.- Por medio de comunicación adecuada, se motivará a la población para que formule sugerencias y tome iniciativas a la protección ambiental y para el mejor manejo de los recursos naturales renovables, y se adelantarán programas de divulgación y adiestramiento en la identificación y manejo de sustancias nocivas al ambiente (Presidencia de la República de Colombia, 1974).

El Decreto 1076 de 2015, compilatorio de la normatividad ambiental, establece que:

## SECCIÓN 2. PRINCIPIOS GENERALES SIRVEN DE BASE PARA LA APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN.

ARTÍCULO 2.2.1.1.2.1. **Objeto.** El presente capítulo tiene por objeto regular las actividades de la administración pública y de los particulares respecto al uso, manejo, aprovechamiento y conservación de los bosques y la flora silvestre con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

ARTÍCULO 2.2.1.1.2.2. **Principios.** Los siguientes principios generales sirven de base para la aplicación e interpretación de la presente norma:

- a) Los bosques, en tanto parte integrante y soporte de la diversidad biológica, étnica y de la oferta ambiental, son un recurso estratégico de la Nación y, por lo tanto, su conocimiento y manejo son tarea esencial del Estado con apoyo de la sociedad civil.
- b) Por su carácter de recurso estratégico, su utilización y manejo debe enmarcarse en los principios de sostenibilidad consagrados por la Constitución Política como base del desarrollo nacional;
- c) Las acciones para el desarrollo sostenible de los bosques son una tarea conjunta y coordinada el Estado, la comunidad y el sector privado, quienes propenderán para que se optimicen los beneficios de los servicios ambientales, sociales y económicos de los bosques;

d) El aprovechamiento sostenible de la flora silvestre y de los bosques es una estrategia de conservación y manejo del recurso. Por lo tanto, el Estado debe crear un ambiente propicio para las inversiones en materia ambiental y para el desarrollo del sector forestal.

e) Gran parte de las áreas boscosas naturales del país se encuentran habitadas. Por lo tanto, se apoyará la satisfacción de las necesidades vitales, la conservación de sus valores tradicionales y el ejercicio de los derechos de sus moradores, dentro de los límites del bien común

f) Las plantaciones forestales cumplen una función fundamental como fuentes de energía renovable y abastecimiento de materia prima, mantienen los procesos ecológicos, generan empleo y contribuyen al desarrollo socioeconómico nacional, por lo cual se deben fomentar y estimular su implantación

g) El presente reglamento se desarrollará por las entidades administradores del recurso atendiendo las particularidades ambientales, sociales, culturales y económicas de las diferentes regiones.

ARTÍCULO 2.2.1.1.2.3. **Usos.** Los diversos usos a los que se pueden destinar el recurso estarán sujetos a las siguientes prioridades, que podrán ser variadas en su orden de prelación, según las consideraciones de orden ecológico, económico y social de cada región:

a) La satisfacción de las necesidades propias del consumo humano;

- b) La satisfacción de las necesidades domésticas de interés comunitario;
- c) La satisfacción de las necesidades domésticas individuales;
- d) La de conservación y protección, tanto de la flora silvestre, como de los bosques naturales y de otros recursos naturales renovables relacionado con estos, mediante la declaración de las reservas de que trata el artículo 47 del Decreto -Ley 2811 de 1974, en aquellas regiones donde sea imprescindible adelantar programas de restauración, conservación o preservación de estos recursos.
- e) Las de aprovechamiento sostenible del recurso, realizadas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, de conformidad con los permisos, autorizaciones, concesiones o asociaciones otorgados por la autoridad competente;
- f) Las demás que se determinen para cada región.

PARÁGRAFO. -Los usos enunciados en el presente artículo son incompatibles con el otorgamiento de permisos de estudio cuyo propósito sea proyectar obras o trabajos para futuro aprovechamiento del recurso, siempre que el estudio no perturbe el uso ya concedido.

Establece la Resolución 1740 del 24 de octubre de 2016 del Ministerio del Medio Ambiente en los considerandos:

Que no obstante lo anterior, a la fecha existen autoridades ambientales regionales que no han reglamentado el aprovechamiento, manejo y establecimiento de guaduales y bambusales en su respectiva jurisdicción, situación que pone en riesgo a dichas especies, no solo por no contar con elementos técnicos que orienten dichas actividades, sino porque además dificulta a las autoridades competentes el control y seguimiento en el territorio nacional de los productos provenientes de los mismos.

Que los guaduales y/o bambusales prestan servicios ecosistémicos, tales como de provisión, al proporcionar alimento; de regulación, al regular procesos ecosistémicos; culturales, beneficios no materiales que enriquecen la calidad de vida; y de soporte, al producir todos los otros servicios. Es así, que la guadua y el bambú son especies utilizadas como alternativa al uso tradicional de la madera.

Que es de indicar, que los guaduales y bambusales pueden ser objeto de plantaciones forestales de carácter productor y protector-productor, establecidas en terrenos de aptitud forestal con recursos provenientes del Certificado de Incentivo Forestal (CIF), de que trata la Ley 139 de 1994 y el artículo 2.3.3.3 del Decreto 1071 de 2015, asunto de competencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que haga sus veces, razón por la cual dichas plantaciones no serán objeto de las condiciones que se establezcan a través del presente acto administrativo.

Que conforme lo anterior, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá lineamientos generales para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y bambusales, con el fin de fomentar la sostenibilidad del recurso. [...]

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

Artículo 1°. **Objeto.** La presente resolución tiene como objeto, establecer los lineamientos generales que deberán tenerse en cuenta para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de:

1. Guaduales y bambusales naturales.
2. Guaduales y bambusales establecidos con fines de protección.
3. Guaduales y bambusales establecidos con fines de protección-producción.
4. Núcleos de guaduales y/o bambusales naturales y establecidos con fines de protección y de protección-producción.
5. Guaduales y bambusales certificados internacionalmente tanto naturales como establecidos con fines de protección y de protección-producción.

Artículo 2°. **Ámbito de aplicación.** La presente resolución será aplicada por las autoridades ambientales competentes y los particulares que pretendan llevar a

cabo actividades de manejo, aprovechamiento y establecimiento de los guaduales y bambusales de que trata el artículo 1° de la presente resolución.

Parágrafo 1°. Cuando la presente resolución haga referencia a la autoridad ambiental competente, se entenderá que incluye a las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, a las unidades ambientales de los grandes centros urbanos a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993 y los establecimientos públicos ambientales a los que hace alusión las Leyes 768 de 2002 y 1617 de 2013.

Parágrafo 2°. **La presente resolución no aplica a los guaduales y bambusales que se establezcan con fines productores de carácter industrial o comercial**, que se asimilan a cultivos forestales con fines comerciales de que trata el Título 3 del Decreto 1071 de 2015, por ser competencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que haga sus veces. (Negrilla fuera de texto)

Parágrafo 3°. **La presente resolución no aplica a los guaduales y bambusales** que se establezcan como protectores-productores con recursos provenientes del Certificado de Incentivo Forestal (CIF), de que trata la Ley 139 de 1994, por ser un asunto de competencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que haga sus veces. (Negrilla fuera de texto)

Artículo 3°. **Finalidad.** Los lineamientos generales establecidos en la presente resolución son una herramienta de consulta obligatoria y de orientación

para las autoridades ambientales y los particulares, para el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guaduales y/o bambusales.

La ponencia del Proyecto de Ley 068 de 2018 propone en su pliego de modificaciones:

**Artículo 1°. Objeto.** La presente ley tiene como objeto adoptar un marco de política que incentive el uso productivo de la guadua y bambú en los diferentes sectores de la economía, tales como: industria, construcción, agroindustria y otros, en armonía con la sostenibilidad ambiental y sus servicios ecosistémicos en la mitigación de los efectos del cambio climático.

Contraviene el artículo 1° de la Ley 99 de 1993 pues señala los principios que rigen la política ambiental colombiana y en su numeral 2 dispone que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible, lo que es el eje fundamental de este debate.

En el mismo proyecto se propone:

**Artículo 2°. *Objetivos específicos.*** La presente ley tendrá los siguientes objetivos específicos: [...]

2. Promover la sostenibilidad y aprovechamiento de guaduales y bambusales naturales y estimular las plantaciones comerciales de guadua y bambú (Senado de la República, 2019).

Para estimular las plantaciones comerciales de guadua y bambú, la actual normatividad colombiana establece, mediante la aplicación del CIF, la Ley 139 del 21 de junio de 1994, reglamentada mediante Decreto 900 de 1997.

Si la industria forestal en el país no ha producido los efectos económicos esperados es porque no se han movido los elementos normativos, financieros y fiscales

necesarios para hacerla rentable, además de los fenómenos de orden público en los que se ha intentado desarrollar.

El Plan Nacional de Desarrollo Forestal –PNDF (MinAmnte, 2000) ofrece una visión estratégica de la gestión forestal nacional para 25 años, trascendiendo periodos de gobierno al constituirse en una política de Estado. El Plan se basa en la participación de los actores que tienen relación con los recursos y ecosistemas forestales, poniendo en marcha estrategias y programas relacionados con la zonificación, conservación, y restauración de ecosistemas, el manejo y aprovechamiento de ecosistemas forestales y la adopción de una visión de cadena en los procesos de reforestación comercial, desarrollo industrial y comercio de productos forestales. Igualmente, considera los aspectos institucionales y financieros requeridos para su implementación. La particularidad de los programas y estrategias que se abordan en el PNDP se tienen como enfoque de implementación en la coordinación intersectorial, regional, local, así como de apoyo al desarrollo de procesos comunitarios orientados a facilitar un mejor uso y aprovechamiento del recurso forestal natural y plantado.

El PNDP comprende tres programas estratégicos:

- 1- Ordenación, conservación y restauración de ecosistemas forestales, que tiene por objeto consolidar las funciones productoras, protectoras, ecológicas y sociales de los bosques y tierras forestales bajo los principios del desarrollo sostenible.
- 2- Fomento a las cadenas forestales productivas, que tiene por objeto incrementar la oferta de materia prima en núcleos forestales productivos, el desarrollo industrial y el comercio de productos forestales.
- 3- Desarrollo institucional del Sector Forestal, que tiene por objeto la administración del recurso, el acompañamiento al desarrollo de plantaciones (cultivos forestales) y la articulación y armonización de las diferentes visiones sectoriales del desarrollo forestal (MinAmbiente, 2000, p. 1).

## Proceso de actualización del Plan Nacional de Desarrollo Forestal

El Plan Nacional de Desarrollo Forestal PNDF, adoptado en diciembre del año 2000, se concibe como la política de largo plazo para el desarrollo sectorial, de tal forma que “contribuya al desarrollo nacional, aprovechar sus ventajas comparativas y promover la competitividad de bienes y servicios forestales en el mercado nacional e internacional, generando las condiciones necesarias para atraer la inversión y extranjera en el sector, sobre la base de la sostenibilidad de los bosques naturales y plantados” (MinAmbiente, 2000, p. 2).

Este Plan Nacional de Desarrollo Forestal, formulado por el Ministerio del Medio Ambiente, el Ministerio de Comercio Exterior, el Ministerio de Desarrollo Económico, el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, es política de Estado que requiere su implementación.

### Política de conservación, aprovechamiento y uso

Artículo 3°. *Clasificación.* **La guadua y el bambú son productos agrícolas**, específicamente gramíneas gigantes de la familia Poaceae, que cumplen funciones en la mitigación de los efectos del cambio climático y en el desarrollo económico, social y cultural de las regiones productoras. (Negrilla fuera de texto) (Senado de la República, 2019).

Este es el artículo de debate. La investigadora Ximena Londoño, en una entrevista al diario La República (5 de junio de 2012), indica que la guadua es una especie agrícola. Pretende el ponente que el aprovechamiento de la guadua sea el mismo que el café, el arroz o la caña, como lo expresan medios de comunicación escrita.

En su entrevista Londoño indica:

A la guadua hay que aclararle su estatus. Para algunas cosas está en el Ministerio de Agricultura, y para otras en el de Medio Ambiente. Para mí, está en una

especie de limbo porque no es agua ni pescado, y lo que se ve es que no tiene doliente. [...] Está prohibido cortarla porque hay una ley que la considera en vía de extinción y los que la industrializan o trabajan muebles o artesanía jamás han podido comprarla al dueño de un gradual sino al intermediario, porque quien la cultiva y quiere explotarla se enloquece haciendo trámites (La República, 2019).

En otra entrevista en la Revista Semana, denominada Crece la polémica por el uso de la guadua, la Dra. Londoño indica: “La guadua no debe tratarse como recurso forestal ni como recurso protegido, esa es nuestra lucha, la guadua debe ser un recurso agrícola y no forestal” (Revista Semana, 8 de agosto de 2019).

El reconocido arquitecto Simón Vélez dijo que la guadua en Colombia se convirtió en un cultivo ilícito, siendo el único para el que no hay que pedirles permiso a los gringos para legalizarla. La afirmación la hizo como una severa crítica a las corporaciones ambientales del país, que le tienen prohibido a los propietarios de fincas cortar guadua. [...]

A un dueño de finca le tienen prohibido cortar guadua, solamente las corporaciones regionales por ley pueden dar la autorización para explotar un gradual. [...] Esa ley tan perversa la utilizan para joder al dueño de la finca y no dejarle comercializar la guadua (La Crónica del Quindío, 24 de Junio de 2013).

La ley se acoge al Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974; este código establece los parámetros generales de cómo acceder a esos recursos naturales renovables, dispone a qué se puede acceder y a qué no y bajo la inspección de quién.

La guadua se considera recurso forestal no maderable, para poder aprovecharlo debe haber una visita técnica que establezca que el aprovechamiento no va a causar detrimento del ecosistema y que se puede manejar de manera sostenible”, expuso Alejandra Ruiz, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Revista Semana, 8 de Agosto de 2019).

En 1995 la FAO dio un primer paso hacia una definición uniforme de los PFMN organizando la Consulta Internacional de Expertos sobre Productos Forestales no Madereros en Yogyakarta, Indonesia, hospedada por el Ministerio de Silvicultura de Indonesia. En esta reunión, 120 participantes de 26 países y cierto número de ONG y organismos de las Naciones Unidas convinieron en una definición de los PFMN: “Son PFMN los bienes de origen biológico distintos de la madera, así como los servicios, derivados de los bosques y de usos análogos de la tierra.”

A partir de las recomendaciones de una reunión interdepartamental interna de la FAO sobre definiciones de PFMN celebrada en junio de 1999, la FAO adoptó la nueva definición práctica siguiente de PFMN: “Productos forestales no madereros son los bienes de origen biológico distintos de la madera derivados de los bosques, de otras tierras boscosas y de los árboles fuera de los bosques.” (FAO, 1999, párr. 5).

El numeral 3 del artículo 3 de la Ley 1931 del 27 de julio de 2018 (por la cual se establecen las directrices para la gestión del cambio climático) establece:

3. Bosque natural: Tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y arboles sembrados para la producción agropecuaria (Congreso de la República, 2018, pág. 10).

Son las definiciones de especie agrícola y especie forestal no maderable que encuadran el debate para clasificar la especie de la flora natural guadua. Es el centro del debate: especie agrícola o especie forestal no maderable.

Si el Congreso de la República establece la guadua como especie agrícola, establece que no requiere ni permiso ni autorización para su aprovechamiento, como el arroz, el café o la caña.

Si el Congreso de la República establece que es una especie forestal no maderable, requieren tramitar el permiso o autorización ante autoridad ambiental competente para su aprovechamiento y movilización. De hecho, es la única especie de flora que se puede aprovechar, de manera sostenible, que garantice su equilibrio, dentro del área de protección hídrica (30 metros a lado y lado de fuentes hídricas).

Se propone al proyecto de ley subdividir las áreas, como lo sugieren los subíndices subsiguientes:

**Categoría 1.** Guadales y bambusales protectores naturales y/o plantados dentro de las áreas de protección. Son aquellos ubicados dentro de la faja no inferior a 30 metros de ancho paralelo a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos; [...]

**Categoría 2.** Guadales naturales y/o plantados con carácter productor. Son aquellos plantados y/o naturales ubicados por fuera de la faja inferior a 30 metros de ancho paralelo a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos; o ubicados dentro de la faja de 100 metros a la redonda de nacimientos permanentes de agua.

**Parágrafo:** Los guadales y bambusales naturales en áreas protectoras (Categoría 1) y aquellos plantados con carácter protector no podrán ser cortados a tala rasa, ni erradicados, ni disminuidos en su área de extensión; solo tendrán manejo para su preservación.

El Decreto 2811 de 1974 establece:

Artículo 83°.- Salvo derechos adquiridos por particulares, son bienes inalienables e imprescriptibles del Estado:

- a.- El álveo o cauce natural de las corrientes;
- b.- El lecho de los depósitos naturales de agua;
- c.- Las playas marítimas, fluviales y lacustres;
- d.- Una faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, hasta de treinta metros de ancho;
- e.- Las áreas ocupadas por los nevados y por los cauces de los glaciares;
- f.- Los estratos o depósitos de las aguas subterráneas.

El Decreto 2811 de 1974 estipuló las áreas forestales protectoras, productoras y protectoras-productoras, así como las áreas de reserva forestal de la Ley 2 de 1959. En el artículo 204 estableció:

Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables.

En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque.

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3 literal b que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, que define como fajas de terreno no inferior a 30 metros de ancha, paralelas a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

Propone el Proyecto de Ley 068 de 2018:

Artículo 6°. **Movilización.** Para efectos de la movilización de los productos, solo requerirán permisos de movilización el aprovechamiento de los guaduales y bambusales que superen las diez (10) hectáreas, descritas en la presente ley, mediante salvoconducto único nacional. Para el resto de material no se tendrá restricción de circulación.

El Decreto 2803 de 2010 (agosto 4) establece:

Artículo 1°. **Objeto.** El presente decreto tiene por objeto reglamentar el registro de los cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales y de las plantaciones protectoras productoras, la movilización de los productos primarios obtenidos de los mismos, de conformidad con la Ley 1377 de 2010.

Artículo 11. **Movilización.** Para la movilización de productos forestales de transformación primaria provenientes de los cultivos forestales o sistemas agroforestales con fines comerciales, los transportadores únicamente deberán portar copia del registro y el original de la Remisión de Movilización.

La Resolución 1740 de 2016 establece:

Artículo 19. **Movilización y comercialización.** Para la movilización de las piezas de guadua y/o bambú identificados como basa, cepa, esterilla, lata, puntal, sobrebasa, tallos o culmos y varillón, definidos en el artículo 4° de la presente resolución, se deberá contar con el salvoconducto único nacional para la movili-

ción de especímenes de la diversidad biológica que expide la autoridad ambiental competente, de conformidad con lo establecido en la Resolución 438 de 2001 y demás normas que la modifiquen, sustituyan o deroguen.

Reitero el artículo 1, párrafo 2°:

La presente resolución no aplica a los guaduales y bambusales que se establezcan con fines productores de carácter industrial o comercial, que se asimilan a cultivos forestales con fines comerciales de que trata el Título 3 del Decreto 1071 de 2015, por ser competencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que haga sus veces.

Parágrafo 3°. La presente resolución no aplica a los guaduales y bambusales que se establezcan como protectores-productores con recursos provenientes del Certificado de Incentivo Forestal (CIF), de que trata la Ley 139 de 1994, por ser un asunto de competencia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o la entidad que haga sus veces.

## Conclusiones

Colombia es un país biodiverso que tiene en la especie natural de la flora silvestre a la guadua, que presta invaluable servicios ambientales y que, además, por sus características físicas y mecánicas ofrece la oportunidad de su aprovechamiento para múltiples usos industriales que reemplazan los usos de la madera. En el Congreso de la República de Colombia se debate aprobar el Proyecto de Ley 068 de 2018, aprobado en primer debate el 15 de mayo de 2019, denominado “Por medio de la cual se incentiva el uso productivo de la guadua y el bambú, y su sostenibilidad ambiental en el territorio nacional”, que define a la guadua como

especie agrícola. Su artículo 3 genera toda la discusión frente a la normatividad ambiental referente vigente a nivel nacional e internacional y los intereses nacionales genuinos frente a la supervivencia de los bosques de guadua, a los guaduales naturales (no los plantados) y su enorme posibilidad de desaparecer al eliminar el control que ejercen las autoridades regionales en cabeza de las CAR.

Se espera que este debate se archive y que, dentro de las conclusiones principales, las CAR agilicen los trámites para los permisos requeridos de aprovechamiento de los guaduales para que sean sostenibles y perduren para las próximas generaciones.

## Agradecimientos

Agradecemos la oportunidad de llegar a los estrados del Congreso de la República con un debate que debe ser nacional, que se espera en las regiones y que ojalá haga parte integral de los planes de desarrollo nacional, departamental y local para, algún día, consolidar la cadena productiva de la guadua desde lo local hasta lo nacional e impulsar el desarrollo de esta valiosa especie natural renovable, pues si logramos desarrollar sus innumerables usos, serán los campesinos quienes al integrar a sus economías familiares, locales y regionales el uso de la guadua, la cuidarán sosteniblemente y aumentarán las áreas sembradas. Ese es el planteamiento del Plan para la consolidación de la cadena productiva de la guadua para el sur del departamento del Huila, construido con participación de los diferentes actores de los eslabones de la cadena productiva. Muchas gracias.

## Referencias

- Arango Arango, Á. M. y Camargo, J. C. (Diciembre de 2010). Bosques de guadua del Eje Cafetero de Colombia: oportunidades para su inclusión en el mercado voluntario de carbono y en el Programa REDD+. *Recursos naturales y ambiente*, (61), pp. 77-85.
- Cuéllar Bahamón, A. (2016). Estudio prospectivo de la cadena productiva de la guadua en el sur del departamento del Huila, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIIA*, 7 (2), p. 12. Recuperado de: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riia/article/view/1622/1949>

Decreto 1449 de 1977. Ministerio de Agricultura, Bogotá, Colombia, 27 de junio de 1977. Disponible en [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n\\_del\\_agua/Decreto\\_1449\\_de\\_1977.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Decreto_1449_de_1977.pdf)

Decreto 2811 de 1974. Presidencia de la República de Colombia, Bogotá, Colombia, 18 de diciembre de 1974. Disponible en [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf)

Decreto 1076 de 2015. Presidencia de la República, Bogotá, Colombia, 26 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Decreto-Unico-Reglamentario-Sector-Ambiental-1076-Mayo-2015.pdf>

Decreto 2803 de 2010 Nivel Nacional. Presidencia de la República, Bogotá, Colombia, 4 de Agosto de 2010. Disponible en <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40619>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia. Pacto por la equidad*. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>

Inyumacizo. (28 de mayo de 2019). Argumentos para el debate de la Ley 068 de 2018. *Foro “Bambú y Guadua el Futuro para Colombia”*. Comisión Quinta, Congreso de la República de Colombia.

La guadua debe ser un recurso agrícola. (5 de junio de 2012). Diario La República. Recuperado de <https://www.larepublica.co/archivo/la-guadua-debe-ser-un-recurso-agricola-2012135>

La guadua es un cultivo ilícito: Simón Vélez. (24 de Junio de 2013). La Crónica del Quindío. Recuperado de [http://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-la\\_guadua\\_es\\_un\\_cultivo\\_ilicito\\_\\_simon\\_velez-seccion--nota-61969.htm](http://www.cronicadelquindio.com/noticia-completa-titulo-la_guadua_es_un_cultivo_ilicito__simon_velez-seccion--nota-61969.htm)

Ley 1931. Congreso de Colombia, Bogotá, Colombia, 27 de julio de 2018. Disponible en <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201931%20DEL%2027%20DE%20JULIO%20DE%202018.pdf>

Ley 99 de 1993. Congreso de la República de Colombia, Bogotá, Colombia, diciembre de 1993. Disponible en <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-99-1993>

López, A. (22 de Agosto de 2013). Crece la polémica por el uso de la guadua. *Semana*. Recuperado de <https://www.semana.com/nacion/articulo/crece-polemica-uso-gadua/354909-3>

Méndez Pedroza, N. M. (2015). *Diagnóstico de guaduales y propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo para el manejo e industrialización de la guadua (Guadua angustifolia Kunt), con participación comunitaria en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, zona sur* (tesis doctoral). Universidad Católica de Avila, España. Recuperado de <https://ucav.odilotk.es/opac?id=00045859>

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2000). *Plan Nacional de desarrollo Forestal*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=426:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-21#documentos>

Montealegre, W., Cuéllar, A. y Méndez, N. (2016). *Formulación del plan prospectivo y estratégico. Consolidación cadena productiva de la Guadua angustifolia en la cuenca hidrográfica del río Guarapas Huila, Colombia*

Montealegre Torres, W. I., y Méndez Pedroza, N. M. (2015). Retos y desafíos de la prospectiva territorial y urbana en las ciudades del futuro. En *Retos y desafíos de la prospectiva territorial y urbana en las ciudades del futuro* (pp. 178-203).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1999). Actividades forestales de la FAO. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x2450s/x2450s0d.htm#TopOfPage>

Proyecto de Ley 068 de 2018. Congreso de la República, Bogotá, Colombia, 18 de junio de 2019. *Gaceta Oficial 615*. Disponible en <http://svrpubindc.imprenta.gov.co/senado/index2.xhtml?ent=Senado&fec=11-07-2019&num=615>

Ramírez Córdoba, G. A., Montealegre Rojas, W. S. y Molina Calderón, D. S. (2018). Cuantificación de biomasa aérea utilizando medidas dasométricas para la *Gua-*

*dua angustifolia* Kunth, en la cuenca hidrográfica del río Guarapas municipio de Pitalito Huila. *Documentos de trabajo ECAPMA*, (2), p. 6. Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/2948>

Resolución 1740 de 2016. Diario Oficial No. 50.038, 26 de octubre de 2016. Bogotá, Colombia. Disponible en <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/50-resolucion-1740.pdf>

Senado de la República. (11 de Julio de 2019). Ponencia para el segundo debate al Proyecto de Ley número 68 de 2018. *Gaceta del Congreso* (615), 1-20. Recuperado de [http://www.secretariassenado.gov.co/legibus/legibus/gacetas/2019/GC\\_0615\\_2019.pdf](http://www.secretariassenado.gov.co/legibus/legibus/gacetas/2019/GC_0615_2019.pdf)

## CAPÍTULO

# 3

### Propuestas innovadoras de acción por el clima

Ensayo de adaptabilidad de seis biotipos de la especie *Guadua angustifolia* Kunth en bosque húmedo premontano, cuenca alta del río Magdalena, Colombia

**William Ignacio Montealegre Torres**

**Gustavo Adolfo Ramírez**

Caracterización de servicios ecosistémicos de la *Guadua angustifolia* Kunth en la cuenca baja del río Guarapas en Pitalito, Huila

**Óscar Eduardo Valbuena Calderón**

**María de los Ángeles Noriega Ome Córdoba**

## **Ensayo de adaptabilidad de seis biotipos de la especie *Guadua angustifolia* Kunth en bosque húmedo premontano, cuenca alta del río Magdalena, Colombia**

### **William Ignacio Montealegre Torres**

Magíster en Administración de Organizaciones, Universidad *Nacional Abierta y a Distancia* - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: [william.montealegre@unad.edu.co](mailto:william.montealegre@unad.edu.co)

### **Gustavo Adolfo Ramírez Córdoba**

Magíster en *Sistemas Sostenibles de Producción*, Universidad *Nacional Abierta y a Distancia* - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: [gustavo.ramirez@unad.edu.co](mailto:gustavo.ramirez@unad.edu.co)

# Resumen

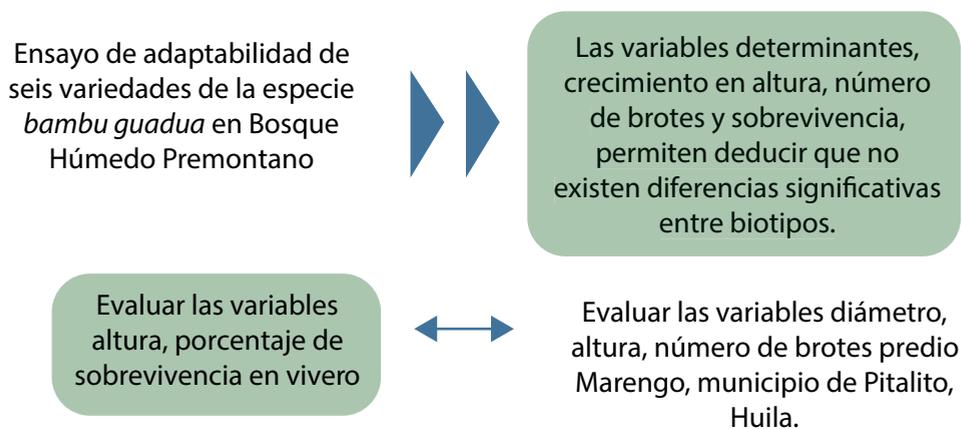
En la cuenca hidrográfica del río Guarapas, localizada en la parte alta del río Magdalena, hace presencia cultural y ancestral la especie natural renovable de flora silvestre no maderable *Guadua angustifolia* Kunth con sus diversos usos y manifestaciones. Sin embargo, no hace parte de la economía familiar por la falta de organización para el aprovechamiento y el desconocimiento de sus servicios ambientales, de sus atributos físicos y mecánicos y de sus biotipos con sus características diferenciales.

En la presente investigación se profundizó en el conocimiento de la *Guadua angustifolia* Kunth a través del estudio de sus biotipos (macana, nigra, castilla, bicolor, cebolla), considerando que la especie es una sola y su diferenciación o especialización se debe a las condiciones agroecológicas del sitio donde se desarrolla. Adicionalmente, se evaluó su adaptabilidad en vivero bajo distintas condiciones físicas y agroecológicas.

Los resultados indican que de acuerdo con las variables determinantes (crecimiento en altura y número de rebrotes), no existen diferencias significativas entre los biotipos evaluados, así como en el número de rebrotes.

Esta investigación es un primer paso para continuar analizando con mayor nivel de detalle la especie, considerando que el crecimiento en altura exige primero a la planta de guadua reproducirse y generar sus rebrotes asegurando la supervivencia.

Figura 1. Resumen gráfico



Fuente: elaboración propia

# Introducción

El Grupo de Investigaciones Inyumacizo ha formulado el plan prospectivo y estratégico para la consolidación de la cadena productiva de la guadua en la cuenca hidrográfica del río Guarapas (Montealegre Torres, 2016), afluente del río Grande de la Magdalena parte alta, sur del departamento del Huila, desde lo local hasta lo global (Montealegre Torres, Cuellar Bahamón y Méndez Pedroza, 2016). Este ejercicio ha permitido forjar un concepto claro y estratégico del plan prospectivo en una realidad fáctica, logrando definir el escenario apuesta; se ha requerido el conocimiento de los biotipos de la especie *Guadua angustifolia* Kunth presentes en el territorio, partiendo de la hipótesis de que la guadua es una sola y las diferencias en su estructura interna y externa se derivan de las condiciones agroecológicas del sitio donde se desarrollan. Sus diferencias son notorias y el avanzar hacia su conocimiento requiere de estudios cada vez más especializados por biotipo, desde su reconocimiento en campo, pasando por su reproducción y realizando los estudios de propiedades físicas y mecánicas hacia la mejor utilización de los biotipos existentes en el territorio, de acuerdo con las condiciones agroecológicas específicas.

Para la realización de este estudio se tomó como base lo planteado por Méndez Pedroza (2015) y Cuéllar Bahamón (2016) respecto al uso futuro de terrenos sembrados en guadua en la zona sur colombiana, donde se manifiesta que se tiene como finalidad la utilización de dichos terrenos para aprovechamientos futuros buscando la sostenibilidad del recurso y la conservación de la base genética a partir de la protección de los bancos de germoplasma en los mismos rodales.

La *Guadua angustifolia* Kunt es el bambú endémico de América y se considera como nativo de Colombia, Venezuela y Ecuador, siendo introducido a México y varios países centroamericanos. La especie es un bambú gigante, espinoso, con culmos erectos y huecos que alcanzan alturas hasta de 25 m, diámetros entre 10 y 25 cm y entrenudos con paredes de hasta de 2 cm de espesor (Teneche, 2007).

El bambú es una planta autosostenible de rápido crecimiento que trabaja en **red**. Con el bambú se pueden solucionar los problemas ambientales, sociales y económicos que afectan a un lugar, un país o una región. Colombia en diversidad de bambúes es el segundo país de América, después de Brasil, con 18 géneros y 105 especies (Londoño, 2011); además presta múltiples servicios ecosistémicos como los mencionados por Muñoz López, Camargo García y Romero Ladino (2017), donde los aspectos mejor valorados fueron la biodiversidad, la protección del agua y del suelo, la captura de CO<sub>2</sub> y la regulación de la temperatura mediante sombra y respecto a captura de carbono, (García Soria y Del Castillo Torres, 2015), demostró que el contenido de C total fue de 242,66 toneladas de carbono por hectárea.

De acuerdo con información secundaria, los biotipos de la *Guadua angustifolia* Kunth son la *Guadua angustifolia* variedad bicolor, la *Guadua angustifolia* nigra, la *Guadua angustifolia* cebolla, la *Guadua angustifolia* macana, la *Guadua angustifolia* castilla y la *Guadua angustifolia* cotuda (Teneche, 2016).

El proyecto consta de dos etapas: de vivero y de campo. Ha requerido de la selección del material parental, de escogencia en campo, de siembra en vivero y de siembra en campo y de los seis biotipos de la *Guadua angustifolia* Kunth, lo que permitirá abrir el camino de la investigación de los sitios apropiados para su plantación, según sus características propias y las necesidades del mercado (Méndez Pedroza y Montealegre Torres, 2017).

El objetivo del ensayo ha sido evaluar la adaptabilidad de seis biotipos de la especie *Guadua angustifolia* Kunth en bosque húmedo premontano en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, predio Marengo, municipio de Pitalito, Huila. Para desarrollarlo se plantearon como objetivos específicos analizar el prendimiento de las plántulas de guadua y realizar el análisis descriptivo para definir diferencias significativas entre los seis biotipos de la especie *Guadua angustifolia* Kunth.

## Materiales y métodos

El tipo de estudio se define como exploratorio descriptivo, no experimental, con enfoque cuali-cuantitativo (Ferrer, 2010), sobre trescientas unidades de *Guadua angustifolia* Kunth en la etapa de vivero y en la etapa de campo, en diseño bloques al azar, veinticinco plantas por parcela/biotipo, dos bloques, distancia de siembra 5 x 5 m en cuadro, donde se tomó la información a las nueve plantas centrales para evitar el error de borde.

### Etapa de vivero

El tiempo establecido para esta etapa fue de tres meses a partir del 01 de noviembre de 2016. Para uniformizar el ejercicio se sembraron cincuenta unidades de cada uno de los biotipos de *Guadua angustifolia* Kunth. Se hizo toma de información cada quince días.

No se tuvo como opción la germinación in vitro dado que los resultados obtenidos en un estudio de investigación realizado por Ramírez, Granados y Carreño (2014), confirman que son necesarios protocolos eficientes de micropropagación debido a la complejidad del establecimiento en el cultivo in vitro de *Guadua angustifolia*.

Se procedió a la siembra directa en bolsa polietileno 18 x 23 cm, tierra negra mezclada con arena de río en proporción 1:3 y una unidad de micorriza comercial. Se hizo un riego tres veces al día con agua lluvia colectada. Una vez llenadas las bolsas se ubicaron en eras de un metro de ancho y longitud apropiada para el número de plántulas. La siembra se realizó en las bolsas de polietileno, una estaca por bolsa. Los ecotipos se separaron y marcaron debidamente con placas azules.

En esta etapa se realizan las mediciones de la etapa de vivero:

- ▶ **Diámetro basal:** se toma en la base de la plántula con un pie de rey.
- ▶ **Altura:** se toma desde la base de la plántula y hasta la yema apical con una cinta métrica. Los datos obtenidos se consignan en una planilla de campo prediseñada.

- ▶ **Índice de robustez:** Según lo expuesto por Word y Burley (1995) citados por Benavides y Mejía (2003), el índice de robustez se calcula dividiendo la altura entre el diámetro de cada individuo; para este estudio se realiza por cada uno de los individuos seleccionados por biotipo. Se promediaron los datos para obtener el índice de robustez, procedimiento realizado para cada periodo
- ▶ **Porcentaje de sobrevivencia.** Según Arroyo y Ramírez (1998) citados por Benavides y Mejía (2003), este porcentaje es un indicador de adaptabilidad de una especie en una zona, determinado por los individuos o plantas que en su crecimiento inicial han sobrevivido o soportado las condiciones ambientales, adaptándose a los requerimientos climáticos y edáficos exigidos por la especie que le permiten un normal desarrollo vegetativo. La información se consigna en tablas diseñadas para cada variable.
- ▶ Dadas las particularidades del ensayo y en consenso entre los investigadores, se decidió tomar una nueva variable: el número de rebrotes por biotipo, que se define como el conteo de los rebrotes o nuevas plántulas que emergen del mismo nudo, por plántula sembrada.

La información fue consignada en tablas diseñadas para este ejercicio.

## Etapa de siembra en el sitio definitivo

Los datos se tomaron entre junio de 2017 y mayo de 2018, al iniciar un periodo de lluvias luego de meses de época seca denominada fenómeno del niño que obligó a postergar la siembra en sitio definitivo hasta iniciar lluvias. Una vez terminó el fenómeno del niño emergió el fenómeno de la niña, que consiste en lluvias torrenciales que inundan terrenos.

El predio seleccionado fue la finca Marengo (figura 2), propiedad de la Corporación Autónoma del río Magdalena – Cormagdalena; limita con la vía nacional Pitalito – Mocoa (a doscientos metros), cerca de la laguna natural Marengo. La plantación de guadua sirve de protección y aislamiento a la laguna, que ya posee un proceso de reforestación con especies nativas.

Figura 2. Distribución de las unidades de guadua en la parcela, predio Marengo, municipio de Pitalito



*Fuente: elaboración propia*

En la etapa de campo se sembraron, a distancia de 5 x 5 m, en cuadro, 25 plantas por parcela por biotipo por bloque, con un bloque réplica, para un total de 300 plantas; se tomó la información de las nueve plantas centrales durante doce meses luego de una época seca denominada fenómeno del niño y de una época húmeda denominada fenómeno de la niña.

Para llevar a cabo el trabajo en campo se alinderó el sitio, se hizo el estacado, se señaló con cintas de colores respecto al biotipo para establecer y se esperó una semana de tiempo seco para iniciar las labores de hoyado y siembra.

El diseño estadístico definido fue el de bloques al azar con parcelas cuadradas de 25 x 25 m, unidades de guadua sembradas a 5 x 5 m, para un total de 25 plántulas por biotipo, 150 plántulas por bloque, con una repetición, para un total de dos bloques con 300 unidades de los biotipos castilla, cotuda, macana, bicolor, nigra, cebolla.

Las variables seleccionadas que se midieron durante la realización de la investigación fueron crecimiento en altura y número de rebrotes.

Figura 3. Distribución de las unidades de guadua en la parcela

X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X
X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia

De las veinticinco unidades se seleccionaron las nueve unidades de guadua centrales de cada bloque para toma de información y evitar errores de borde.

Figura 4. Distribución en campo de los biotipos de *Guadua angustifolia* Kunth por bloques al azar

CASTILLA	MACANA	CEBOLLA	COTUDA	NIGRA	BICOLOR
MACANA	NIGRA	BICOLOR	CEBOLLA	CASTILLA	COTUDA

Fuente: elaboración propia

## Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el experimento.

### Resultados de la etapa vivero

Respecto a la variable analizada de diámetro basal, se presentó un crecimiento en promedio 0,2 cm con promedio inicial de 1,15 cm y promedio final de 1,35 cm. El menor diámetro fue 0,14 cm y el mayor 0,27 cm. Al hacer la evaluación se encontró que no se presenta diferencia significativa.

Altura: el crecimiento alcanzó alturas promedio de 28,5 cm, el menor 28 cm y el mayor 32 cm, con crecimiento promedio diario de 0,2 cm día. No presentó diferencia significativa.

Mortalidad y sobrevivencia: se estableció una mortalidad promedio del 11,3%, siendo la mayor la de la guadua nigra con 14% y la menor la guadua castilla con 8%. De 300 unidades de guadua solo 266 plántulas sobrevivieron a la etapa de vivero de 90 días. Al hacer el análisis estadístico se encontró que no presentaba una diferencia significativa.

El índice de robustez promedio inicial fue de 11.0 y el final de 23.0; el menor 20,9 y el mayor 25,2. Se presentó diferencia no significativa (Méndez Pedroza y Montealegre Torres, 2017).

**Tabla 1. Índice de robustez de los biotipos de guadua**

BIOTIPO	ÍNDICE DE ROBUSTEZ		Incremento robustez
	Inicial	Final	
BICOLOR	10,0	23,5	13,5
NIGRA	12,7	23,0	10,2
COTUDA	10,0	22,2	12,2
CEBOLLA	10,0	25,2	15,2
MACANA	11,7	20,9	9,2
CASTILLA	11,8	23,4	11,5
SUBTOTAL	66,2	138,2	71,9
PROMEDIO	11,0	23,0	12,0

*Fuente: elaboración propia*

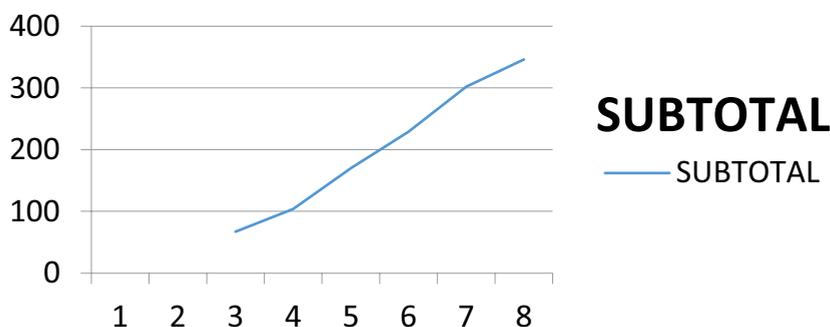
En la variable número de rebrotes se presentó un promedio por biotipo de 58 rebrotes. El menor valor lo presentó la guadua bicolor con 30 rebrotes y el mayor la guadua macana con 81 rebrotes.

Tabla 2. Número de rebrotes de los biotipos de guadua

Rebrotes									
Biotipo	Ini- ciales	Fecha inicio toma información	Mes I		Mes II		Mes III		Incremento
		01/11/2016							
<b>BICOLOR</b>	50		14	10	17	25	27	30	16
NIGRA	50		8	11	19	28	34	39	31
COTUDA	50		6	11	17	24	35	42	36
CEBOLLA	50		14	19	36	47	69	75	61
MACANA	50		16	31	47	52	64	81	65
CASTILLA	50		9	22	34	53	73	79	70
<b>SUBTOTAL</b>	300		67	104	170	229	302	346	279
<b>PROMEDIO</b>							58		47

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Resultados rebrotes por biotipo, proyecto adaptabilidad biotipos guadua Pitalito 2017



Fuente: elaboración propia

Resultados de la etapa de siembra en sitio definitivo

### Altura de rebrotes

En cada parcela, definida como el área destinada para ubicar los 25 individuos de guadua, se tomaron las nueve plántulas de guadua ubicadas en el centro para

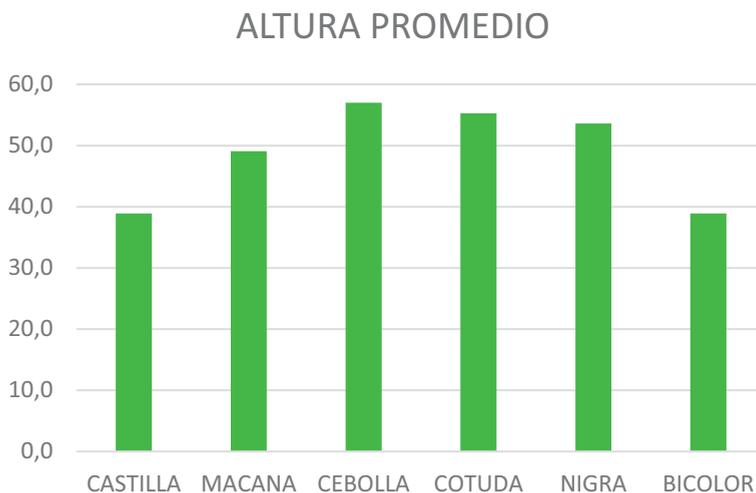
evitar el error de borde. Se tomó la variable altura total, dado que las diferencias en diámetro en el primer estadio de vida no son significativas.

Tabla 3. Altura promedio de rebrotes en los biotipos de guadua

Biotipo	Castilla	Ma- cana	Cebo- lla	Co- tuda	Nigra	Bico- lor	Suma- toria	Pro- medio
Altura promedio (Cms)	38,9	49,1	57	55,3	53,6	38,9	292,8	48,8

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Crecimiento por biotipo de guadua en centímetros



Fuente: elaboración propia

La tabla 3 y la figura 6 muestran los resultados promedio de las dos parcelas de nueve individuos y los resultados en crecimiento en sitio definitivo de los seis biotipos de *Guadua angustifolia* Kunth analizados y permite deducir que las alturas son similares, que no existe diferencia definitiva y que los mayores resultados en altura se muestran en los biotipos cebolla, cotuda y nigra, con alturas promedio de 57 cm, 55,3 cm y 53,6 cm mientras las más pequeñas son castilla y bicolor con 38,9 cm de altura.

## Número de rebrotes

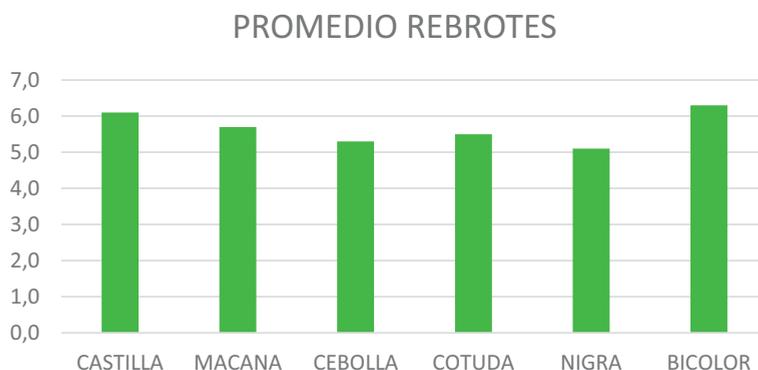
Una variable determinada en campo es el número de rebrotes por unidad de guadua por planta, por parcela y por biotipo, encontrado en la etapa de siembra definitiva en campo.

**Tabla 4. Resultados obtenidos por planta, parcela y biotipo en número de rebrotes**

Biotipo	Castilla		Macana	Cebolla	Cotuda	Nigra	Bicolor	Sumatoria	Promedio
Promedio rebrotes (Número)	6,1	5,7	5,3	5,5	5,1	6,3	34,0	5,7	

*Fuente: elaboración propia*

**Figura 7. Promedio de rebrotes por biotipo de guadua**



*Fuente: elaboración propia*

La tabla 4 y la figura 7 muestran que los biotipos bicolor y castilla presentan el mayor número de rebrotes, de 113 y 109 rebrotes en las 18 plantas, con promedio de 6,3 y 6,1 rebrotes por planta y que los biotipos nigra y cebolla presentan el menor número de rebrotes, con 5,1 y 5,3 rebrotes por planta, para un promedio general por biotipo de 5,7 rebrotes por planta.

Se precisa mencionar lo manifestado por Posso Terranova (2011) sobre la diversidad genética y estructura poblacional de la guadua, donde se concluye que se forman dos grupos donde pueden diferenciarse entre biotipos de guadua y que existe una baja diversidad genética de los materiales evaluados.

Así mismo, manifiesta que estudios moleculares han indicado que la diversidad genética en el interior de esta especie no es significativa y que las variaciones observadas parecen estar influenciadas por el ambiente (Marulanda et al., 2002; Marulanda et al., 2007 y Torres et al., 2009).

## Conclusiones

El proyecto “Ensayo de adaptabilidad de seis variedades de la especie bambú guadua en bosque húmedo premontano, cuenca hidrográfica río Guarapas, predio Marengo municipio de Pitalito, Huila”, en zona de protección de la laguna Marengo, que ha constado de dos etapas, ha concluido en el primer año de siembra en sitio definitivo. En su primera etapa, la etapa de vivero, presenta resultados como la diferencia no significativa entre biotipos al no presentarse diferencias matemáticas para estimar.

Al presentar diferencias estadísticas no significativas, se deduce que las condiciones del vivero han sido uniformes para todos los biotipos y que sus diferencias se refieren a su grado de adaptabilidad. Puede deducirse, dados los resultados presentados como diámetro, altura, robustez y sobrevivencia, que los biotipos se adaptan a las condiciones presentadas en el vivero.

Una variable nueva estimada como el número de rebrotes por biotipo permite garantizar la sobrevivencia de la especie y su fácil reproducción en vivero. Un buen número de rebrotes se acerca y seguramente superará al número de estacas sembradas en corto tiempo.

Las variables determinantes, crecimiento en altura y número de rebrotes, permiten deducir que no existen diferencias significativas entre biotipos dada la escasa diferencia matemática entre estos. Pueden destacarse, en crecimiento en altura, los biotipos cebolla y cotuda con alturas de 57 y 55,3 centímetros, donde el promedio general ha sido 48,8 centímetros por planta.

Respecto a la variable número de rebrotes, se puede deducir que no existen diferencias significativas, pero sí un elemento nuevo para continuar analizando. Los biotipos de mayor número de rebrotes por planta son bicolor y castilla con 6,3 y 6,1, donde el promedio general ha sido 5,7 rebrotes por planta.

Durante la etapa de plantación el clima ha jugado un papel muy importante dado su cambio repentino e inesperado, de acuerdo con los promedios mensuales establecidos para la zona y la cercanía a la laguna Marengo, lo que ha influido en el desarrollo de la plantación; sin embargo, como se observa en la toma de muestras mensuales, la recuperación de las plántulas, que se daban por muertas, exige un mayor nivel de detalle y un mayor tiempo de análisis, dada esta característica de cercanía a la laguna.

Es viable suponer que el crecimiento en altura, que se supone mayor, exige primero a la planta de guadua reproducirse, generar nueva vida mediante sus rebrotes y expandir su resistencia para generar su sobrevivencia. El menor crecimiento en altura se debe a que genera sus rebrotes asegurando su supervivencia, lo que exige un mayor nivel de detalle en investigaciones futuras.

Para una plantación hipotética de una hectárea, con distancias de siembra de 5 x 5, para un total de 400 plantas por hectárea, puede deducirse, en un año, un número de 2280 unidades de guadua. Para un segundo año, es de suponer que ese número sería superado, como el crecimiento en altura.

Una primera recomendación es continuar la investigación en campo y en lo posible replicar este ensayo con otros tipos de reproducción, otros tipos de sustratos para el llenado de las bolsas, en otros sitios, siembra directa, entre otros.

Es necesario continuar la investigación sobre propiedades físicas y mecánicas para cada biotipo de *Guadua angustifolia* Kunth para cada vez ampliar el conocimiento sobre sus diferencias y oportunidades en el mercado.

Dada la revisión de literatura y la poca información relevante, hay que llamar a un diálogo de saberes entre expertos, una vez terminada la investigación actual, para que se establezca el rango genealógico de este ejercicio académico, si se clasifica como variedad o como biotipo o forma.

Finalmente es importante atender a lo dicho por Castaño (2004), quien afirma

que cuando la guadua se cultiva en lugares donde el rango de temperatura se aleja del óptimo, el diámetro y la altura de los tallos se reduce y que los factores de sitio influyen directamente sobre el incremento en la variable altura.

## Referencias

- Benavides, C y Mejía, V. (2003). Establecimiento y evaluación inicial de un arboretum con ocho especies nativas en la Granja Botana (tesis de grado). **Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.**
- Camargo, J. C. (2006). *Growth and productivity of the bamboo species Guadua angustifolia Kunth in the coffee region of Colombia* (tesis doctoral). Universidad de Gotingen, Alemania.
- Castaño Nieto, F. (2004). *Factores del Sitio que Influyen en el Crecimiento y Desarrollo de la Guadua (Guadua angustifolia Kunt) y su Incidencia en la Rentabilidad y Riesgos Operacionales Relacionados con su aprovechamiento Forestal en La Zona Andina.* Pereira, Colombia.
- Cuéllar Bahamón, A. (2016). Estudio prospectivo de la cadena productiva de la guadua en el sur del departamento del Huila, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental RIAA*, 7 (2). Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1622/1949>
- Ferrer, J. (2010). Tipos de investigación y diseños de investigación. [mensaje en un blog]. Conceptos básicos de metodología de la investigación. Recuperado de <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>
- García Soria, D. y Del Castillo Torres, D. (2015). Estimación del almacenamiento de carbono y estructura en bosques con presencia de bambú (*Guadua sarcocarpa*) de la comunidad nativa Bufeo Pozo, Ucayali, Perú. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/316707804\\_ESTIMACION\\_DEL\\_ALMACENAMIENTO\\_DE\\_CARBONO\\_Y\\_ESTRUCTURA\\_EN\\_BOSQUES\\_CON\\_PRESENCIA\\_DE\\_BAMBU\\_Guadua\\_sarcocarpa\\_DE\\_LA\\_COMUNIDAD\\_NATIVA\\_BUFEO\\_POZO\\_UCAYALI\\_PERU](https://www.researchgate.net/publication/316707804_ESTIMACION_DEL_ALMACENAMIENTO_DE_CARBONO_Y_ESTRUCTURA_EN_BOSQUES_CON_PRESENCIA_DE_BAMBU_Guadua_sarcocarpa_DE_LA_COMUNIDAD_NATIVA_BUFEO_POZO_UCAYALI_PERU)
- Londoño, X. (2004). Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo. En: Memorias III Congreso Colombiano de Botánica, Popayán Colombia.

- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Biotecnología vegetal*, 11 (3), pp. 143-154. Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>
- Marulanda, M., Márquez, P. & Londoño, X. (2002). AFLP's analysis of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) in Colombia with emphasis on the Coffee Region. *Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society*, 16 (1), pp. 32-42.
- Marulanda, M., López, A. M. & Claroz, J. L. (2007). Analyzing the genetic diversity of *Guadua* spp. in Colombia using rice and sugarcane microsatellites. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, (7), pp. 43-51.
- Méndez Pedroza, N. M. (2015). *Diagnóstico de guaduales y propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo para el manejo e industrialización de la guadua (Guadua angustifolia Benth), con participación comunitaria en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, zona sur del departamento del Huila* (tesis doctoral). Universidad Católica de Ávila, España. Obtenido de: <http://ucav.odilotk.es/opac?id=00045859>
- Méndez Pedroza, N. M. y Montealegre Torres, W. I. (2017). Adaptabilidad de biotipos de la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) etapa vivero en bosque húmedo premontano, cuenca hidrográfica río Guarapas, predio Marengo municipio Pitalito, Huila. *Documentos de trabajo ECAPMA*, (1). Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/article/view/1831/2048>
- Montealegre Torres, W., Cuéllar Bahamón, A. y Méndez Pedroza, N. (2016). *Formulación del plan prospectivo y estratégico para la consolidación de la cadena productiva de la Guadua angustifolia en la cuenca hidrográfica del río Guarapas Huila, Colombia*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- 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), pp. 1-10.
- Posso Terranova, A. M. (2011). *Diversidad genética y estructura poblacional de Guadua angustifolia Kunth en el Eje Cafetero colombiano* (tesis de maestría.).

Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/4968/1/7210001.2011.pdf>

Ramírez Correa, L. A., Granados Moreno, J. E. y Carreño González, N. E. (2014). Evaluación del efecto de tratamientos de desinfección con hipoclorito de sodio sobre segmentos nodales de *Guadua angustifolia* Kunth para el establecimiento del cultivo *in vitro*. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5 (1), pp. 155-169. Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/944/928>

Teneche, G. (2007). *Guadua y bambú Colombia (GBC) Guadua angustifolia* Kunth. Recuperado de <http://guadaybambu.es.tl/Estudio-5.htm>

Teneche, G. (14 de abril de 2016). *Guadua Bambú Colombia*. Recuperado de <https://guaduabambucolombia.com/2016/04/14/especies-variedades-y-biotipos-de-guadua-angustifolia-Kunth/>

Torres, L., López et al. (2009). Evaluation of the Polymorphic of Microsatellites Markers in *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae). *VIII World Bamboo Congress Proceedings*.

## CAPÍTULO

# 4

### Caracterización de servicios ecosistémicos de la *Guadua angustifolia* Kunth en la cuenca baja del río Guarapas en Pitalito, Huila

María de los Ángeles Noriega Ome

Oscar Eduardo Valbuena Calderón

## **Caracterización de servicios ecosistémicos de la *Guadua angustifolia* Kunth en la cuenca baja del río Guarapas en Pitalito, Huila**

### **María de los Ángeles Noriega Ome**

Ingeniera Ambiental, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Huila Colombia. Correo: angelesamor8noriega@gmail.com

### **Oscar Eduardo Valbuena Calderón**

Magíster en Sistemas Sostenibles de Producción, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Pitalito, Huila, Colombia. Correo: oscar.valbuena@unad.edu.co

# Resumen

La expansión del área urbana dentro del municipio de Pitalito, Huila, así como de las actividades económicas a nivel comercial e industrial que esta involucra, genera una continua pérdida de la biodiversidad en la cuenca baja del río Guarapas, disminuyendo así los servicios que de manera natural son ofertados por las diferentes especies que ahí habitan. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar los servicios ecosistémicos de la *Guadua angustifolia* Kunth debido a que son fundamentales para el desarrollo y sostenimiento de esta ecorregión pues incluyen servicios de aprovisionamiento como alimentos y agua, madera; servicios de soporte como formación de suelos y reciclaje de nutrientes; servicios culturales recreativos y espirituales; servicios de regulación como hábitat para polinizadores, retención de sedimentos, regulación hídrica y almacenamiento de carbono. Se presentó la distribución de los rodales de *G. angustifolia* en la parte baja de la cuenca del río Guarapas de Pitalito, Huila, determinando la oferta de servicios ecosistémicos que ahí se generan, con énfasis en su importancia para la región, obteniendo inventario de su estado actual. Además, se utilizó la metodología de análisis multicriterio (MCA) que tuvo como información base las encuestas realizadas a 25 expertos. Se realizó jerarquización y calificación a cada servicio ecosistémico ofrecido por la *G. angustifolia*, encontrando un conjunto mínimo que puede ser utilizado para la toma de decisiones sobre los eventos de manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de esta especie dentro de la cuenca baja del río Guarapas.

# Introducción

El sur del departamento del Huila presenta pérdida y amenaza de la diversidad biológica, generadas por la ampliación de la frontera agropecuaria que impacta en el uso y cobertura del suelo y que ha presionado las coberturas protectoras de las áreas de nacimientos y de recarga hídrica en razón de un 1,93%, tasa calculada para la cuenca del río Guarapas entre los años 1989 y 2009 (CAM, 2009). Los principales aspectos que generan un impacto negativo mediante el desequilibrio y conflictos del uso de los recursos naturales con especial énfasis en el suelo, agua y bosque, están relacionados con la utilización de maderas para tutorados, actividad que registra un consumo del orden de los 948 840 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> para todo el departamento, el desbalance de la oferta del recurso hídrico, la alteración de caudales de sus fuentes, los vertimientos de aguas residuales y sedimentos producto de desarrollos especializados de producción, además de los generados por los procesos erosivos antrópicos; los cuales en menos de siete años ha llevado casi a la extinción de las coberturas boscosas protectoras (IDEAM, 2016).

El 60% del área de la cuenca del río Guarapas posee vocación para el desarrollo de actividades de conservación; por tal razón, la cobertura y el uso adecuado para dichas zonas ha de ser de tipo forestal protector o protector productor; sin embargo, el aprovechamiento intensivo ha llevado a que el área de bosques naturales pase de 20 803 hectáreas en el año 2002 a 15 300 hectáreas en el año 2009, es decir que anualmente se perdieron 775 hectáreas de bosques en la cuenca. Pese a todos los procesos de intervención y degradación de las masas boscosas, la cuenca del río Guarapas conserva aún ecosistemas estratégicos de alta importancia (CAM, 2009).

La guadua, una de las especies consideradas como protectora productora, está experimentando, al igual que otras especies, un aprovechamiento no tecnificado por parte de los productores; eso sumado a la falta de legislación territorial que lleve a lograr el manejo sostenible de los mismos, en donde se detalle el procedimiento que deben seguir los propietarios y aprovechadores para obtener los

permisos de aprovechamiento forestal de la autoridad ambiental. Esta situación aumenta el índice de deforestación de la cuenca, la pérdida de esta importante especie y la tasa de erosión; existe disminución y desequilibrio de caudales y coadyuva a la pérdida de la diversidad biológica (Méndez Pedroza, 2015). Además, existe una reducción en la oferta servicios ecosistémicos generados por la *G. angustifolia* Kunth que Ochoa et al. (2017) clasifican como de provisión y regulación pues mantienen en este caso la dinámica de vida dentro de la cuenca baja de río Guarapas en Pitalito.

Por tal razón, se hace necesario disminuir la pérdida de biodiversidad debido a que esta cumple con fundamentos de gran importancia tanto para el ambiente como para las personas y los bienes y servicios ecosistémicos de provisión, que son proporcionados por los rodales de guadua como alimento para aves, mamíferos y reptiles, agua, combustible, fibras, recursos genéticos e incluso medicinas naturales. Adicionalmente, los servicios de regulación ecosistémica influyen sobre la calidad del aire, la regulación de clima, la regulación del agua, la purificación de agua, el control de erosión del suelo, el control biológico y la mitigación de riesgo. Por último, los servicios de soporte ofrecen la producción primaria, la formación del suelo, la producción de oxígeno, la retención de suelos, la producción de oxígeno, la polinización, la provisión de hábitat, el reciclaje de nutrientes etc.

Teniendo en cuenta que la guadua se considera una de las especies protectora productora y que ocupa un espacio importante, no medido, del área de la cuenca baja del río Guarapas (Méndez Pedroza, 2015), que realiza aportes al medio biofísico, como elementos integrales de la construcción de viviendas, aporte al suelo entre 2 y 4 ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de biomasa, que constituye entre el 10 y el 14% de la totalidad de material vegetal que se genera en un gradual y que es importante ya que contribuye a enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo (Giraldo, 2009), que además realiza importantes funciones en el ecosistema como son la regulación de caudales, la disminución de la erosión, la retención de sedimentos y la conexión del paisaje (Ochoa et al., 2017), es fundamental conocer el estado actual de los rodales de guadua dentro de esta cuenca, de manera que puedan ser gestionados como unidad de referencia para la planeación de actividades de desarrollo equilibrado con el medio natural.

Los guaduales propician la existencia y sostenibilidad de flora, microflora, entomofauna y fauna, característica de las sociedades vegetales altamente desarro-

lladas y evolucionadas que toleran una amplia interrelación entre los diferentes componentes del sistema. El ambiente y en especial en el suelo los rizomas y hojas en descomposición conforman símiles de esponjas, evitando que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de los caudales y la protección del suelo a la erosión (Giraldo, 2009).

El sistema entretrejido de rizomas y raicillas origina una malla que les permite comportarse como eficientes muros biológicos de contención que controlan la socavación lateral y amarran fuertemente el suelo, previniendo la erosión y haciendo de la guadua una especie con función protectora, especial para ser usada en suelos de ladera de las cuencas. Además, entre los aportes más valiosos de este ecosistema se debe mencionar su comportamiento como bomba de almacenamiento de agua cuyo funcionamiento es el principio de “vasos comunicantes”, que en épocas húmedas absorbe importantes volúmenes de agua que almacena en las cavidades porosas del suelo, (muy abundantes, por cierto), en su sistema rizomático y en los entrenudos del tallo. Se ha determinado que una hectárea de guadua puede almacenar hasta 30 000 litros de agua, es decir, agua para abastecer hasta 150 personas por día (Giraldo, 2009).

Actualmente la región posee el diagnóstico de guaduales que ha permitido identificar los actores sociales y la estructura interna que define la cantidad y calidad de la guadua en su estado natural y así formular la propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo para el manejo e industrialización de la guadua, con participación comunitaria. Según Méndez Pedroza (2015) el inventario de los rodales de guadua en la cuenca tiene un área total estimada de 418,6 hectáreas, según el inventario realizado y su análisis estadístico; de ahí se puede deducir que existen alrededor de setecientas mil unidades de guadua distribuidas de la siguiente manera: renuevos o rebrotes aproximadamente el 13,3%, guadua verde alrededor del 31,4%, guadua madura en torno al 50,4% y guadua sobremadura cerca del 4,9%.

Sin embargo, en el área de influencia de este proyecto solamente se han realizado estudios que permiten conocer aspectos productivos de la guadua, correspondiendo este tan solo a una de las dimensiones que un bien natural aporta al ecosistema; por tal motivo se hizo necesario caracterizar los servicios ecosistémicos de *G. angustifolia* en la cuenca baja del río Guarapas del municipio de Pitalito, Huila, por medio de calificación, jerarquización y categorización con el

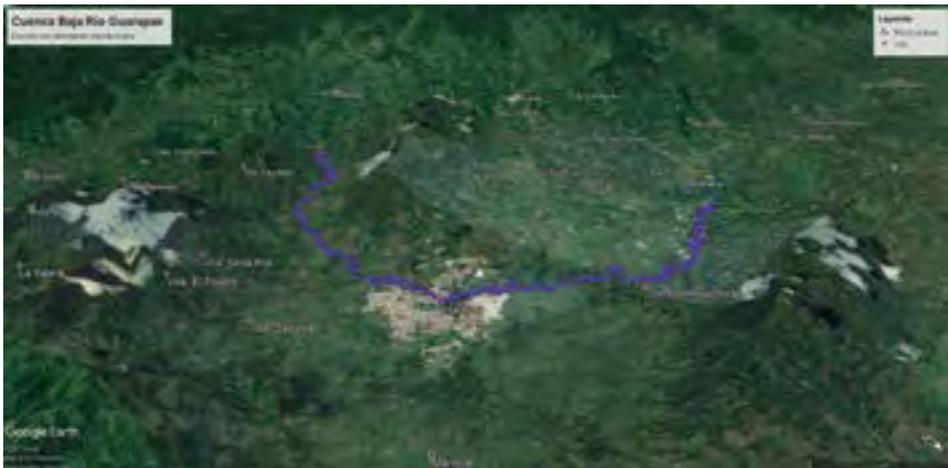
fin de dar a conocer los servicios que nos ofrece esta especie ante su importancia para la toma de decisiones y para que se presenten más enfoques donde se le dé un manejo adecuado que permita un ámbito sostenible.

## Metodología

### Localización del estudio

De acuerdo con la CAM (2009) la caracterización biofísica de la cuenca hidrográfica del río Guarapas presenta las siguientes condiciones: temperatura media de 20,2 °C y régimen monomodal que varía de 21 °C a 12 °C de acuerdo con el coeficiente de altura, humedad relativa promedio del 84%, nubosidad aproximada de 6 octas durante todo el año, evaporación media de 90,4 mm, valor medio de brillo solar de 120,9 horas y precipitación que varía entre 1300 mm y 2100 mm anuales con una media de 1716,85 mm año<sup>-1</sup>.

Figura 1. Ubicación área de estudio



*Fuente: Google Earth, modificado por los autores*

Dentro del área de estudio se presentan suelos con capacidades de uso clase II y clase III, según método USDA, y se encuentra en la zona de vida bosque húmedo premontano según la clasificación de Holdrige. Adicionalmente se encuentran coberturas compuestas por áreas de uso agrícola, áreas de uso pecuario y rastrojos con bosque secundario asociados a guadua (CAM, 2009).

## Fases de estudio

Siguiendo la metodología desarrollada por Rincón-Ruíz et al. (2014), se realizó una identificación, categorización, jerarquización y calificación de los servicios ecosistémicos hallados a partir de la consulta a expertos productores, concededores y académicos e investigadores de guadua en la región, en donde se muestran las siguientes etapas.

### Primera fase. Recolección de información secundaria

Se realizó consulta bibliográfica sobre el inventario de guadua en la región sur de Pitalito, Huila, especialmente en la parte baja del río Guarapas, basada en el estudio de Méndez Pedroza (2015); se consultaron bases de datos de plataformas relacionadas con el cultivo o bosques naturales de guadua a nivel nacional e internacional tales como SIGGUADUA e INBAR (International Network for Bamboo and Ratan); Kleinn y Morales-Hidalgo (2006), quienes generaron un inventario de la *G. angustifolia* en la región cafetera de Colombia; Muñoz et al. (2010), quienes desarrollaron investigación sobre la diversidad y estructura genética de la *G. angustifolia* en la ecorregión cafetera Colombiana; Camargo et al. (2010), quienes publicaron un artículo sobre el manejo sostenible de los bosques de guadua bambú en Colombia; Camargo et al. (2010), quienes plasmaron ideas sobre la planeación de los guaduales sobre las fuentes hídricas y calidades de los culmos de guadua; Ospina y Finegan (2004), quienes publicaron sobre la diversidad florística de la *G. angustifolia* en el Eje Cafetero y Fonseca y Rojas (2016), quienes empezaron el trabajo con captura de carbono de la guadua en Costa Rica.

### Segunda fase. Recolección de información primaria

#### Inventario de *G. angustifolia*

Para la determinación de rodales que se iban a caracterizar se realizó un muestreo no probabilístico, el cual, según Ander-Egg (1995), no está basado en una técnica matemática estadística sino que depende del juicio o experiencias del investigador; para el caso de este estudio se tomó como base la caracterización previa de rodales establecida en estudios de Méndez Pedroza (2015), la cual cuenta con una base de datos de las áreas de rodales de guadua y la cantidad de productores dentro de la cuenca del río Guarapas. Se tomaron 25 rodales como

referencia sobre la cuenca baja, teniendo en cuenta la distribución actual de los rodales y su posición respecto a las características fisiográficas de la zona; estos, como requisito de localización, debieron estar ubicados en la zona de ronda de la fuente hídrica objeto de este estudio o de sus afluentes.

También se realizó un muestreo por parcelas al azar mediante transectos o parcelas demarcadas y referenciadas geográficamente, no fijas, las cuales ofrecen información cuantitativa útil para medir y valorar económicamente los recursos del bosque (Vallejo et al., 2005).

Se tuvieron en cuenta las consideraciones anteriores en cada uno de los rodales para determinar las características de oferta y el estado de madurez de los culmos, de manera que se pudiera establecer la relación con las características del suelo a nivel de índices, teniendo como objetivo la producción de guadua. La toma de datos se realizó mediante técnicas *in situ* y *ex situ*, directas e indirectas, de acuerdo con los métodos especificados para cada variable; para ello se realizó muestreo durante un periodo de tiempo no superior a 30 días, de manera que se garantizó un periodo homogéneo respecto a las condiciones climáticas en función del tiempo como se evidencia en la figura 2.

**Figura 2. Toma de datos mediante técnicas *in situ* y *ex situ***



*Fuente: elaboración propia*

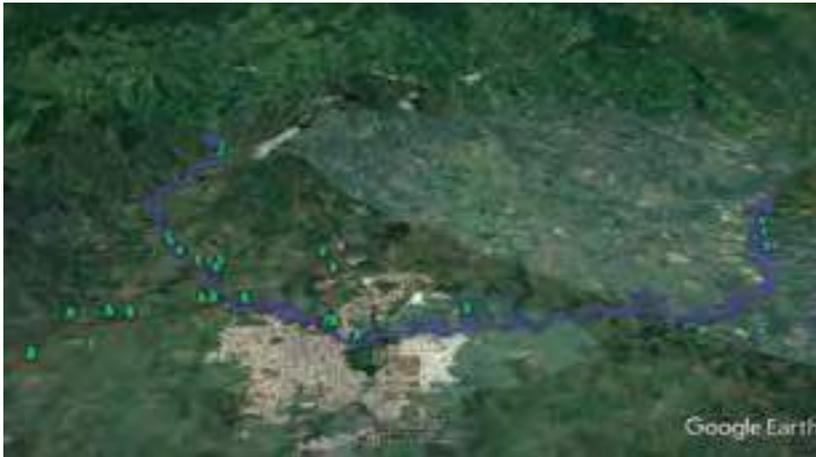
La herramienta QGIS, versión 2.18.12 (Team, 2018), fue implementada para la generación de mapas con la ubicación de los rodales muestreados, lo cual permitió consignar en tablas de atributos la información consolidada respecto al inventario. Se muestrearon 25 rodales cerca de la fuente hídrica y se utilizaron como límites del estudio que se desarrollaran dentro del área de influencia de su zona protectora, en el municipio de Pitalito, veredas Macal, Chillurco, La Honda, Maco y Palmarito; se muestrearon algunos rodales cerca de Biorgánicos del Sur y la CAM, como se muestra en las figuras 3 y 4.

**Figura 3. Zonas de muestreo por parcelas**



*Fuente: elaboración propia-Qgis*

**Figura 4. Zonas de muestreo tridimensional**



*Fuente: elaboración propia-Google Earth*

## **Categorización de los servicios ecosistémicos**

Con el fin de priorizar los servicios ecosistémicos de la *G. angustifolia* se utilizaron complejos criterios múltiples que incluyen aspectos cualitativos o cuantitativos del problema en una toma de procesos de decisiones (Mendoza et al., 1999; Palacios, 2012); a su vez, con el ánimo de recolectar información primaria, se realizó una consulta con los principales actores institucionales evidenciados en la cadena productiva de la región como fueron la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, el Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, la Corporación Centro Provincial de Gestión Agroempresarial – AGROSUR, la Fundación Reverdecer Laboyano, la Fundación Alto Yuma, la Corporación Mashiramo, la Alcaldía Municipal de Pitalito y los parques nacionales naturales, de los cuales se seleccionó un panel de 25 expertos para conducir entrevistas que permitieran identificar y recolectar la información básica respecto a los servicios ecosistémicos que ofrece la guadua en la cuenca baja del río Guarapas en el municipio de Pitalito, Huila.

Paralelamente se diseñó una encuesta y se categorizó para tener en cuenta el valor de importancia de cada servicio ecosistémico; una vez construido este instrumento, se realizaron las entrevistas presenciales a los expertos en el tema (Muñoz et al., 2017), donde se plantearon los servicios ecosistémicos que fueron clasificados respectivamente en ecológicos, sociales y económicos. A su vez se ordenó dicha información en una base de datos en el programa MS Office Excel,

la cual fue presentada a todos los expertos. Seguidamente en el mismo taller se solicitó nuevamente que identificaran los servicios ecosistémicos que podrían faltar y que de ellos realizaran una valoración teniendo en cuenta las observaciones, si adicionaban.

## Aplicación de metodología de análisis multicriterio para consulta a expertos

### La jerarquización

Como se aprecia en la tabla 1, se asignó a cada elemento de decisión (servicio ecosistémico) un rango de 1 a 5, modificado de Mendoza et al. (1999), que refleja el grado de importancia percibido, mediante una clasificación que puede darse de dos formas: ordinal y regular. En este se utilizó la regular, en la cual cada uno de los encuestados tiene la oportunidad de calificar según su experiencia, utilizando la descripción de cada valor.

Tabla 1. Instrumento para entrevista a expertos

ESCALA DE GRADO DE IMPORTANCIA DE LA JERARQUIZACIÓN REGULAR		
ESCALA GRADO DE IMPORTANCIA	VALOR	DESCRIPCIÓN
Débilmente importante	1	Se refiere a que alguno de los servicios evaluados por los actores no tiene relevancia y se considera que su función dentro del bosque de guadua no es destacada ni afecta positiva o negativamente el entorno.
Menos importante	2	El servicio ecosistémico evaluado, aunque cumple una función, no presenta un mayor impacto positivo significativo.
Moderadamente importante	3	El servicio evaluado cumple una función con una importancia moderada dentro del bosque.
Muy importante	4	El servicio es considerado de gran importancia por las funciones preponderantes que desempeña.
Extremadamente importante	5	Cuando el servicio evaluado es indispensable para el funcionamiento del ecosistema.

Fuente: adaptada de Muñoz et al., 2017

## La calificación

Se tomó de 0 a 100 (%) para el total de los servicios ecosistémicos ofertados por la *G. angustifolia* y, previamente jerarquizados, se presentaron a los 25 expertos, quienes a su vez asignaron un valor teniendo en cuenta la diferencia que existe entre cada servicio y su magnitud respecto a la importancia que puede tener sobre otro; es decir que con la calificación se tienen en cuenta aspectos fundamentales de cada uno de los servicios con el fin de tener un criterio de valoración y asignar su porcentaje (Mendoza et al., 1999).

## Cálculos de jerarquización y calificación

Para obtener la jerarquización y la calificación se sumaron todos los datos de cada servicio ecosistémico ofrecido por la guadua, obteniendo un total por cada uno de ellos; para obtener el peso relativo se calculó cada técnica dividiendo su peso real entre el total de todos los pesos reales y multiplicándolos por 100. Además, se calculó el peso combinado promediando los pesos relativos calculados por las técnicas de clasificación y calificación, lo cual fue presentado con un valor final para la priorización planteada.

## Resultados y discusión

### Inventario de guadua

Como se muestra en la tabla 2, se obtuvo el inventario de guadua en la cuenca baja del río Guarapas a partir del muestreo de 25 rodales en estado natural, ubicados dentro de los límites de la margen protectora de la fuente hídrica.

Tabla 2. Inventario de guadua cuenca baja del río Guarapas

NOM-BRE DEL RODAL	ÁREA (ha)	Verde	Madura	Sobremadura	Cortada	Rebrote
1	0.9496	70	205	162	134	95
2	1.1956	108	159	311	64	93
3	1.6470	114	197	268	211	158
4	1.3832	71	74	169	139	48

5	1.4670	91	97	247	82	69
6	0.5524	129	117		0	83
7	2.9281	194	235	242	0	129
8	0.8295	119	145	300	0	109
9	0.226	262	93	107	0	93
10	0.6602	154	111	481	0	132
11	0.3212	129	128	245	0	106
12	0.9648	110	62	289	70	87
13	0.7129	49	35	101	84	64
14	0.8343	49	28	64	61	39
15	5.2753	71	60	301	19	65
16	1.1447	45	32	104	96	58
17	0.4975	65	56	46	4	21
18	0.3333	76	75	52	5	37
19	0.6015	158	140	236	65	112
20	0.5502	95	102	135	23	28
21	0.3884	74	117	68	17	16
22	2.3586	146	104	147	113	23
23	0.4693	13	16	25	17	11
24	2.2102	258	250	25		100
25	2.8169	175	225	34		71

*Fuente: elaboración propia*

Como lo indica la tabla 3, la mayor representación la tuvo la guadua sobremadura con el 34,7%, luego madura con el 21,4%, verde con el 21,1%, rebrotes el 13,8% y cortada el 9 %. En cada uno de los casos se realizó en la misma tabla una comparación con datos obtenidos por Méndez Pedroza (2015) con el fin de tener un punto de referencia sobre la información medida. Sin embargo, solamente se encontró coincidencia en el porcentaje de rebrotes en la composición, mientras que las demás variables no corresponden a un comportamiento similar.

**Tabla 3. Comparación de resultados de composición de los rodales de guadua (%)**

Variable	Inventario Méndez (2015)	Inventario autor
Guadua Verde	31,4%	21,1%
Guadua Madura	50,4%	21,4%
Guadua Sobre-madura	4,9 %	34,7%
Guadua Cortada	-	9%
Rebrotos	13, 3%	13,8%

*Fuente: elaboración propia*

De los 25 rodales caracterizados se obtuvieron diferencias en la composición de estos al momento de comparar con los resultados del estudio de Méndez Pedroza (2015); esto pudo haberse presentado debido a que este último tomó como base toda la cuenca mientras que el estudio actual se enfocó en la parte baja de la cuenca. Además, el hecho de medir en una época distinta puede mostrar una variación en el comportamiento debido a aprovechamientos o nuevos estilos de manejo, los cuales en definitiva no hacen parte de este estudio. También se debe aclarar que se tuvieron en cuenta los rodales que se encuentran sobre las zonas protectoras del río Guarapas y algunos de sus efluentes, debido a que fue uno de los criterios que se utilizó como límites del mismo.

De acuerdo con los resultados de composición del inventario obtenido en este estudio, se realizó un análisis con otros autores en Colombia como Londoño (2011) y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (2009). Respecto a la guadua verde en la zona del sur del Huila está por encima de los dos planteamientos de los autores, pero donde se observa un gran incremento es en la guadua madura, que significa el potencial de la guadua para ser aprovechada como recurso económico y en la sobremadura, que se encuentra más alta aun, según los ideales de los autores, lo cual obedece principalmente a la falta de mantenimiento de los rodales de guadua.

Sin embargo con la información obtenida anteriormente en algunos referentes

como Joaquí Ortega y Villarreal Artunduaga (2014) en temas relacionados con el bambú guadua, estos indican que en esta zona es notorio que gran mayoría de hectáreas cubiertas con guadua no son aprovechadas por lo que se pierde la oportunidad de generar nuevos ingresos y se condena esta especie maderable a la extinción por el no aprovechamiento adecuado, lo que ocasiona un deterioro irreversible en la plantación.

## Categorización de servicios ecosistémicos

A partir de la consulta secundaria de MEA (2005), Rincón-Ruíz et al. (2014), Giraldo (2009), Vélez (2018), Ochoa et al. (2017), FAO (2018) y Chará et al. (2010), los principales servicios ecosistémicos que ofrece la guadua para aplicar a la metodología de categorización se pueden agrupar en los tipos de beneficio que presentan: ecológicos, sociales y económicos (tabla 4).

**Tabla 4. Clasificación de servicios ecosistémicos de acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio**

<b>Beneficios ecológicos</b>
H: Regulación de hábitat (diversidad de hábitat para la reproducción de especies residentes (refugio permanente) y migratorias (refugio temporal))
RC: Regulación climática (regulación de la temperatura y humedad; sumideros de carbono)
RH: Regulación del ciclo hidrológico (almacenamiento, circulación y descarga a cuerpos de agua superficiales y subterráneos; protección y mitigación contra inundaciones y sequías; filtro de contaminantes; purificación del agua)
RE: Regulación de control de la erosión y retención de sedimentos (control de la pérdida de suelo, protección del suelo contra procesos erosivos)
RN: Regulación de nutrientes (almacenamiento y reciclaje de nutrientes; procesamiento de nutrientes; equilibrios geoquímicos, biogeoquímicos)
RP: Regulación de polinización (provisión de polinizadores para la reproducción de especies)
Beneficios sociales

SC: Servicios culturales de recreación, deportes y ecoturismo (variedad de paisajes con oportunidades para el desarrollo de actividades recreacionales, ecoturísticas y deportivas)

SBE: Servicios culturales de belleza escénica (oportunidad para la satisfacción del espíritu a través de los atributos del paisaje)

SIA: Servicios culturales de Inspiración artística y cultural (fuente de inspiración para la producción artística y cultural (poemas, canciones, mitos, leyendas, cuentos)

SI: Servicios culturales de investigación (espacios para realizar estudios de carácter científico)

SE: Servicios culturales de educación (espacios para la enseñanza y el aprendizaje)

SP: Servicios culturales de patrimonio cultural (lugares ocupados históricamente por pobladores que dejaron un legado cultural)

Beneficios económicos

SPM: Provisión de productos forestales maderables (piezas de guadua rolliza y esterilla preservada y sin preservar, piezas de otro tipo de maderas, producción de celulosa, materia prima para papel)

SNOM: Provisión de productos forestales no maderables (forrajes, fibras, artesanías, semillas forestales con fines de propagación, abonos y fertilizantes, colorantes, tinturas y resinas)

PA: provisión de agua (agua potable, agua para riego, agua para procesos industriales)

PG: Provisión de recursos genéticos (información genética de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga información hereditaria, como por ejemplo plantas medicinales, cultivos agrícolas y razas de animales)

SS: Soporte de formación de suelo (procesos de alteración del material geológico para la formación de suelo)

SN: Soporte de reciclaje de nutrientes (recuperación de nutrientes disponibles para los bosques)

SB: Soporte de producción primaria (generación de biomasa)

PO: Provisión de recursos ornamentales (flores, follajes, musgos y otras plantas que por su singularidad o estética poseen atributos decorativos y ornamentales)

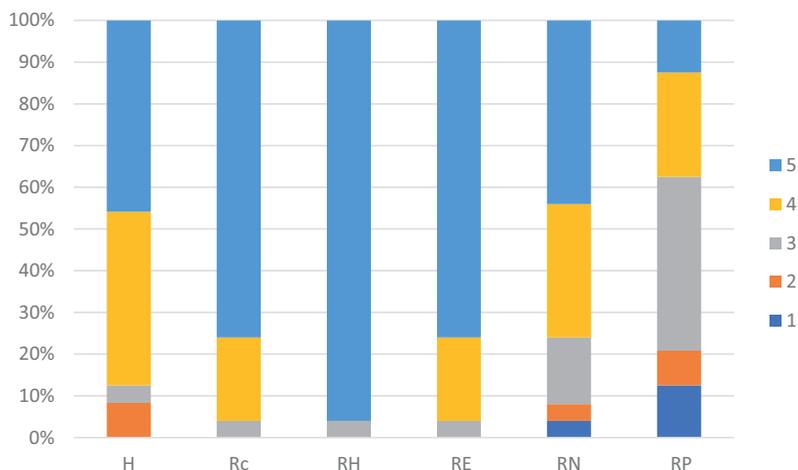
*Fuente: adaptado de Muñoz et al., 2017*

## Análisis multicriterio (MCA)

### Jerarquización de los SE

De acuerdo con la entrevista realizada a los 25 expertos, se asignó una valoración de 1 a 5 según el grado de importancia, de manera que se priorizaron los SE, categorizándolos a partir de cada una de las funciones que ofrecen, haciendo énfasis en los 3 grupos definidos.

Figura 5. Resultado de servicios ecosistémicos ecológicos



*Fuente: elaboración propia*

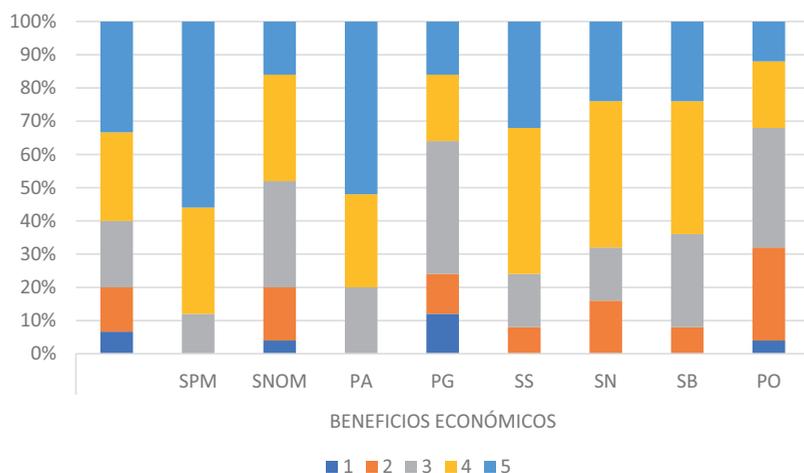
La figura 5 muestra que los servicios ecosistémicos de mayor de importancia fueron: RH con un 96% de mayor importancia, teniendo en cuenta que la guadua es

un generador de regulación hídrica; RC con un 76% de importancia ya que este servicio es fundamental para el sostenimiento del planeta; RE con un 76%, siendo este de regulación de erosión y sabiendo que este estudio presenta mayoritariamente expansión de la frontera agrícola; H con un 44% de importancia debido a la disponibilidad de hábitat que se presenta para todo tipo de especies; RN con un 44% teniendo en cuenta que la guadua es reguladora de nutrientes gracias a su carga microbiana u orgánica que contiene y por último RP con un 12%.

De acuerdo con la categorización y jerarquización de servicios ecosistémicos de Muñoz et al. (2017), los de uso directo correspondieron a los de la producción de agua, los productos forestales maderables, los recursos ornamentales y la belleza escénica. Según la información anterior solamente hay relación con el servicio de producción de agua, mientras que los beneficios categorizados dentro de los valores de uso indirecto correspondieron a los procesos de regulación de disturbios ambientales y seguridad frente a desastres, la regulación del ciclo hidrológico y la polinización.

Según Valencia et al. (2017), que mostraron los servicios ecosistémicos de investigación y educación como insumo para la toma de decisiones desde la perspectiva de la gestión de riesgo y el cambio climático, la oferta hídrica corresponde en 2,63 %, la regulación hídrica en 2,55%, la conservación de la biodiversidad de hábitat-refugio para especies en 2,06%, la captura de CO<sub>2</sub> en 1,83% y la regulación de desastres naturales en 1,77%. Estos resultados son coherentes con los conocimientos de los 25 expertos encuestados en temas de sostenibilidad ambiental.

### Figura 6. Servicios ecosistémicos económicos



*Fuente: elaboración propia*

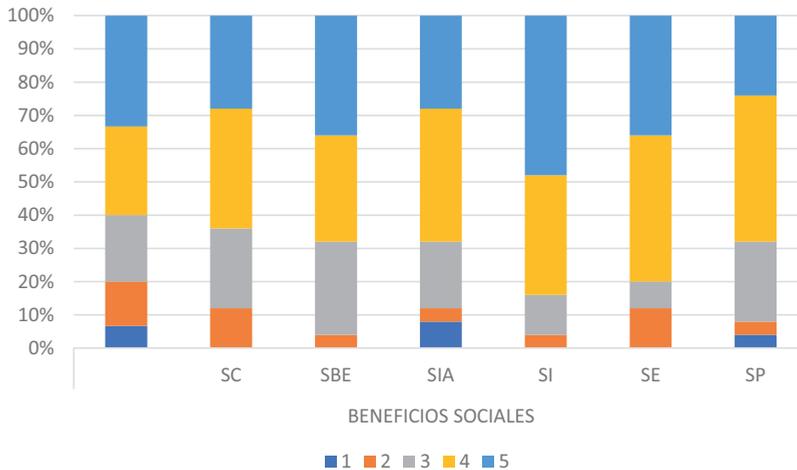
En la figura 6, aunque las variaciones fueron poco perceptibles, se presentó mayor importancia en los beneficios económicos SPM con 56%, PA 52 % y SS 32% puesto que son fundamentales para el sostenimiento de las actividades tradicionales de los productores agrícolas de la zona, dueños de fincas para la producción agropecuaria, donde el uso principal de la guadua corresponde a obtención de madera. Sin embargo, otro estudio relacionado con oferta de residuos de biomasa de guadua para propósitos energéticos (Hernández et al., 2015) indica que el potencial de producción de biomasa se podría obtener de estos bosques bajo manejo, sin poner en riesgo la utilización para otro tipo de productos ni acelerar su degradación por sobreexplotación, teniendo en cuenta que en la región sur no se le hace un aprovechamiento tecnificado y sostenible.

Existe coincidencia en la calificación del servicio provisión de agua que fue también priorizado por Muñoz et al. (2017), donde se encontró relación directa con este beneficio económico. Los demás servicios no presentan una gran importancia para el caso de expertos, teniendo presente que la mayoría de las personas encuestadas no tienen el interés de aprovechar los guaduales con fines económicos, o por lo menos no se asume un valor económico actual, sino de potencial. A su vez, la información obtenida de este estudio es coherente con el estudio de Valencia et al. (2017), indicando que la fijación y el reciclaje de nutrientes fue de 1,63% y la formación del suelo 1,59%, lo que muestra que hay diferencias con el presente estudio ya que los expertos en ámbitos económicos no identificaron

esta alta importancia.

Por otra parte, los servicios sociales de uso indirecto fueron también categorizados de acuerdo con el tipo de beneficios que brindan, como se evidencia en la figura 7.

**Figura 7. Servicios ecosistémicos sociales**



*Fuente: elaboración propia*

Según la figura 7, los servicios ecosistémicos sociales de mayor importancia son SI con 48%, SE con 36% y SBE con 36%. Sin embargo, el estudio de Muñoz et al. (2017) muestra los beneficios sociales de los servicios ecosistémicos y presenta la mayor calificación en belleza escénica, siendo este estudio razonable dado que esta especie ofrece altos contrastes en los paisajes ribereños. Por otro lado, el estudio de Valencia et al. (2017) presenta los SE de educación-investigación correspondientes a un 2,47% y belleza escénica 1,64%, lo que muestra coherencia con este estudio, según la importancia que indicaron los respectivos expertos, que son más fundamentados en investigación y belleza que genera oportunidad para la satisfacción del espíritu a través de los atributos del paisaje.

## Jerarquización y calificación de los SE

Suma de jerarquización y calificación

Se obtuvo de la suma de todos los servicios ecosistémicos (como se evidencia en la tabla 5) evaluados por los 25 expertos entre jerarquización y calificación.

**Tabla 5. Jerarquización y calificación de los servicios ecosistémicos de bosques de guadua**

Servicios ecosistémicos	Suma de la jerarquización	Suma de la calificación
Beneficios ecológicos		
H	107	143
RC	119	232
RH	123	249
RE	118	200
RN	102	128
RP	81	79
Beneficios sociales		
SC	95	99
SBE	100	94
SIA:	94	87
SI	107	105
SE	101	99
SP	95	83
Beneficios económicos		
SPM	111	145
SNOM	84	92
PA	108	165
PG	79	96
SS	100	125
SN	94	104
SB	95	83
PO	77	87
<b>TOTAL</b>	<b>1990</b>	<b>2495</b>

*Fuente: elaboración propia*

De acuerdo con la tabla 5, el valor obtenido de la suma de calificación corres-

ponde a 2495, lo que indica que es de mayor importancia mientras que la jerarquización fue de 1990, lo que indica que es de menor importancia; sin embargo, en el estudio de Muñoz et al. (2017) la jerarquización presentó menor valoración siendo el total de 1129 y la calificación total de 1299, dado que estos valores representan la importancia de cada uno de los SE en los diferentes ámbitos evaluados como los económicos, los sociales y los ecológicos. Se reveló una alta importancia principalmente en los ecológicos y muy poco importante en los sociales y económicos. De estos resultados se obtiene que es importante comprender que los servicios ecosistémicos que ofrece la guadua generan estabilidad ambiental, económica y social, emprendiendo un equilibrio sostenible.

### Peso relativo de jerarquización y calificación

Los resultados del peso relativo de la tabla 6 se obtuvieron de calcular para cada técnica dividiendo su peso real entre el total de todos los pesos reales y multiplicándolos por 100.

Tabla 6. Pasos relativos para la jerarquización y calificación de los servicios ecosistémicos de bosques de guadua

SERVICIO ECOSISTÉMICO OFERTADO POR LA GUADUA		PESO RELATIVO	
	Beneficios ecológicos	Jerarquización	Calificación
	H	5,38	5,73
	RC	5,98	9,30
	RH	6,18	9,98
	RE	5,93	8,02
	RN	5,13	5,13
	RP	4,07	3,17
	Beneficios sociales		
	SC	4,77	3,97
	SBE	5,03	3,77
	SIA	4,72	3,49
	SI	5,38	4,21
	SE	5,08	3,97

	SP	4,77	3,33
	Beneficios económicos		
	SPM	5,58	5,81
	SNOM	4,22	3,69
	PA	5,43	6,61
	PG	3,97	3,85
	SS	5,03	5,01
	SN	4,72	4,17
	SB	4,77	3,33
	PO	3,87	3,49
	%	100	100

*Fuente: elaboración propia*

Según la tabla anterior los SE que tienen mayor peso relativo en el ámbito ecológico entre jerarquización y calificación; los que indicaron que son más importantes son los siguientes: RH con 6,18 % y 9,98%, RC con 5,98 % y 9,30 %, RE con 5,93% y 8,02% y H con 5,38% y 5,73%. Los del ámbito social que corresponden a ser más importantes son SI con 5,38% y 4,21%, SE con 5,08% y 3,97% y SBE con 5,03% y 3,77%; sin embargo, en el estudio de Muñoz et al. (2017) el de mayor peso relativo son los servicios investigación, educación y patrimonio cultural; estos resultados son coherentes con el presente estudio. En el ámbito económico los resultados indicaron que los más importantes fueron SPM con 5,58% y 5,81%, PA con 5,43% y 6,61%, SS con 5,03% y 5,01% y SN con 4,72% y 4,17%; no obstante, los resultados del estudio de Muñoz et al. (2017) mostraron que los más importantes fueron productos forestales no maderables, rigiendo gran diferencia en las respectivas encuestas ya que en este estudio valorizan los más estandarizados en sostenimiento ambiental.

### Peso combinado de SE

Este se obtuvo de promediar los pesos relativos calculados por las técnicas de clasificación y calificación, presentando un total de 100 como lo muestra la tabla 7.

**Tabla 7. Peso combinado por cada criterio en la valoración de los servicios ecosistémicos de bosques de guadua**

SERVICIO ECOSISTÉMICO OFERTADO POR LA GUADUA	PESO COMBINADO
Beneficios ecológicos	
H	5,55
RC	7,64
RH	8,08
RE	6,97
RN	5,13
RP	3,62
Beneficios sociales	
SC	4,37
SBE	4,40
SIA	4,11
SI	4,79
SE	4,52
SP:	4,05
Beneficios económicos	
SPM	5,69
SNOM	3,95
PA	6,02
PG	3,91
SS	5,02
SN	4,45
SB	4,05
PO	3,68
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>

*Fuente: elaboración propia*

Según la tabla 7, los SE con mayor peso combinado fueron los de beneficio ecológico como regulación de ciclo hidrológico, regulación climática, regulación de erosión, regulación de nutrientes y el de hábitat; en el ámbito económico producción de agua, productos maderables, soporte formación del suelo y los de mayor puntaje que obtuvo el ámbito social fueron el servicio de investigación, el servicio de educación y el servicio de recreación, deporte y ecoturismo. A partir de los

resultados de este estudio es preciso resaltar que los actores perciben beneficios diferentes según sus roles.

Así como lo relacionan Muñoz et al. (2017), los productores, por ejemplo, ven los bosques como fuentes de sustento y los expertos resaltan más la función ecosistémica. A su vez, teniendo en cuenta el estudio sobre biodiversidad de Rincón-Ruíz et al. (2014), resaltan los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, ya sean económicos o culturales. Los resultados de la aproximación del cálculo de sostenibilidad de los bosques de guadua de Arango et al. (2017) también mencionan que los servicios de aprovisionamiento como los alimentos, el agua potable, la leña, la fibra, los productos químicos biológicos y los recursos genéticos generan gran importancia para las personas ya que el hombre depende de ellos. Los de regulación como regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua y polinización son los de mayor alto valor ya que son importantes para el equilibrio. Los beneficios culturales como espiritual y religioso, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, ubicación y herencia cultural presentaron valores medios de importancia por los expertos (Rincón-Ruíz et al., 2014).

## Conclusiones

La caracterización de los rodales de guadua permitió definir su composición actual, especificando cada uno de los estados de desarrollo de la especie. La guadua sobremadura ocupa el 34,7 %, la verde el 21,4%, la madura el 21,1% y las guaduas cortadas y rebrotes con el porcentaje más bajo, 9 % y 13,8%, respectivamente.

Se determinó la oferta de servicios ecosistémicos de la guadua por medio de una categorización, teniendo en cuenta sus usos directos, indirectos y de opción, dividida en 3 grupos: los SE ecológicos, donde se incluyen H, RC, RH, RE, RN, RP; los SE sociales que corresponden a SC, SBE, SIA, SI, SE y SP y los SE económicos, donde se encuentran SPM, SNOM, PA, PG, SS, SN, SB, PO.

La priorización de los SE permitió determinar el valor de importancia de cada uno y por grupos. Los SE ecológicos fueron los de más alta valoración y corresponden a RH, RC, RE, H, RN, por las respectivas funciones ecosistémicas que ofrecen sostenibilidad al medio ambiente y a las personas.

Es evidente, entonces, que esta herramienta de priorización, fundamentada en

caracterizar el valor o grado de importancia a partir de los conocimientos y experiencias de los encuestados, permitió determinar cuáles son los servicios ecosistémicos más relevantes que brinda la *G. angustifolia* priorizándolos, de manera que se conviertan en herramientas críticas para la toma de decisiones en el aprovechamiento tecnificado y sosteniblemente de la guadua como recurso natural.

## Recomendaciones

Generar mayor dinamismo en la investigación científica relacionada con esta especie, en la región sur del Huila, debido a que es una de las zonas más pobladas por *G. angustifolia* en el departamento.

Incluir la *G. angustifolia* dentro de los planes de gestión ambiental territorial, relacionándola con ecosistema estratégico, y así contribuir a la mitigación de la problemática generada en el territorio.

Modernizar los sistemas tradicionales de aprovechamiento que ocasionan daños a los rodales de guadua, a partir de capacitación permanente a propietarios y productores.

Implementar programas de nuevas siembras de *G. angustifolia* sobre las márgenes protectoras de las fuentes hídricas de la región para maximizar el aporte de servicios ecosistémicos que brinda esta especie.

Diseñar y ejecutar proyectos enfocados en pagos por servicios ecosistémicos que involucren como eje central aquellos provistos por la *G. angustifolia* e identificados en este estudio.

Potenciar los servicios directos como la generación de materia prima para efectos industriales, lo cual dinamiza las actividades de producción, siempre y cuando se garantice el aprovechamiento sostenible de los rodales.

Aprovechar los nuevos núcleos forestales para la implementación de programas piloto que involucren el valor de los servicios ecosistémicos prestados por la guadua.

## Referencias

- Ander Egg, E. (2003). Métodos y técnicas de investigación social IV. Técnicas para la recogida de datos e información. Buenos Aires: Lumen.
- Arango-Arango, Á. M., Camargo-García, J.C. & Castaño-Rojas, J.M. (2017). Sustainability calculation approach of guadua (*Guadua angustifolia* Kunth.) forests throughout the use of emergetic analysis. *Acta Agron.* 66 (4). pp.531-537. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122017000400531&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122017000400531&script=sci_abstract&tlng=es)
- Camargo García, J. C. & Kleinn, C. (2010). Length curves and volume functions for guadua bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) for the coffee region of Colombia. *European Journal of Forest Research*, (129), pp. 1213-1222. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0411-2>
- Camargo, J. C., Rodríguez, J. A., y Arango, A. M. (2010). Crecimiento y fijación de carbono en una plantación de guadua en la zona cafetera de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, (61), pp. 86-94. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5987/13.Camargo.pdf>
- Chará, J., Giraldo, L. P., Chará, A. M. y Pedraza, G. X. (2010). Beneficios de los corredores ribereños de *Guadua angustifolia* en la protección de ambientes acuáticos en la Ecorregión Cafetera de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, (61), pp. 60-66. Recuperado de [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8443/Beneficios\\_de\\_los\\_corredores\\_riberenos2.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8443/Beneficios_de_los_corredores_riberenos2.pdf)
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM. (2009). POMCH Río Guarapas. Recuperado de <http://www.cam.gov.co/recurso-hidrico/pomch/category/81-rio-guarapas.html>
- FAO. (2018). Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-inventory/basic-knowledge/es/>
- Fonseca-González, W. y Rojas-Vargas, M. (2016). Acumulación y predicción de biomasa y carbono en plantaciones de bambú en Costa Rica. *Ambiente y Desarrollo*, 20 (38), pp. 85-98. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420831>

- Giraldo, E. (2009). Bienes y servicios ambientales de la guadua en Colombia (*Guadua angustifolia* Kunth). Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadua. Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ. Armenia. Recuperado de [http://www.sigguadua.gov.co/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_details&gid=9&Itemid=37](http://www.sigguadua.gov.co/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=9&Itemid=37)
- Hernández Londoño, A., Montoya Arango, J. A. y Camargo García, J. C. (2015). Análisis del ciclo de vida aplicado a la fase de extracción de guadua, en el Eje Cafetero colombiano. *CATIE*, Costa Rica. Recuperado de <https://docplayer.es/9818026-Analisis-del-ciclo-de-vida-aplicado-a-la-fase-de-extraccion-de-guadua-en-el-eje-cafetero-colombiano.html> en revista *Recursos Naturales y Ambiente* (65-66) pp. 68-76
- IDEAM, INVEMAR, SINCHI, IIAP e IAvH (2016). Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables. Bogotá: IDEAM. Recuperado de <http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20del%20estado%20del%20ambiente%20y%20los%20recursos%20naturales%20renovables..pdf>
- Joaquín Ortega, F. y Villarreal Artunduaga, J. R. (2014). *Caracterización forestal y productiva de la guadua (Guadua angustifolia Kunth), en los municipios de Saladoblanco y Timaná al sur del departamento del Huila* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Pitalito, Colombia. Recuperado de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bits-tream/10596/8620/1/12240404.pdf>
- Kleinn, C. & Morales-Hidalgo, D. (2006). An inventory of Guadua (*Guadua angustifolia*) bamboo in the Coffee Region of Colombia. *European Journal of Forest Research*, (125), pp. 361-368. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10342-006-0129-3>.
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Biotecnología Vegetal*, 11 (3), pp. 143-154. Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>
- Méndez Pedroza, N. M. (2015). *Diagnóstico de guaduales y propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo para el manejo e industrialización de la guadua (Guadua angustifolia Kunt), con participación comunitaria en la cuenca hidrográfica del río Guarapas, zona sur* (tesis de doctoral).

- Universidad Católica de Ávila, Ávila, España. Recuperado de <http://ucav.odilo-tk.es/opac?id=00045859>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Well-being. Biodiversity Synthesis*. Washington: World Resources Institute. Recuperado de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- 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), pp. 1-10. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/66603>
- Muñoz-Flórez, J. E. et al. (2010). *Diversidad y estructura genética de Guadua angustifolia en la Ecorregión Cafetera colombiana* (tesis doctoral). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11554/6978>
- Ochoa, V., Marín, W. y Osejo, A. (2017). *Valoración de los servicios ecosistémicos asociados al área de influencia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ospina, R. y Finegan, B. (2004). Variabilidad florística y estructural de los bosques dominados por *Guadua angustifolia* en el eje cafetero colombiano. *Gestión y Ambiente*, 20 (2), Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11554/6913>
- Palacios-Herra. B. G. (2012). Artículo II. Identificación y caracterización de servicios ecosistémicos prioritarios (SEP). *Recursos Naturales y Ambiente*, (65-66). CATIE, Costa Rica. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11554/7293>
- Rincón-Ruíz, A. et al. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11761/32547>
- Team, Q. D. (2018). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado de <http://qgis.osgeo.org>

- Valencia-E, J. et al. (2017). Valoración de los servicios ecosistémicos de investigación y educación como insumo para la toma de decisiones desde la perspectiva de la gestión del riesgo y el cambio climático. *Luna Azul*, (45), pp. 11-41. Recuperado de [http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul45\\_3.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul45_3.pdf)
- Vallejo-Joyas M.I. et al. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado de [http://www.ecotonos.org/wp-content/uploads/2014/10/Vallejo\\_Joyas\\_etal\\_2005\\_EstablecimientoParcelas.pdf](http://www.ecotonos.org/wp-content/uploads/2014/10/Vallejo_Joyas_etal_2005_EstablecimientoParcelas.pdf)

# Epílogo

El grupo de investigación del Macizo Colombiano seguirá estudiando e investigando la especie natural guadua desde las diferentes aristas de esta especie, tan importante para el desarrollo de la humanidad. Falta mucho.

Un paso intermedio, establecido en el plan prospectivo y estratégico es lograr la consolidación de la cadena productiva de la guadua de lo local a lo nacional. Se avanza significativamente para su reconocimiento ante el Ministerio de Agricultura.

Se requiere, mediante la cadena productiva, interactuar con los diferentes actores sociales de la cadena, para reconocer las falencias en la investigación, la transferencia de conocimientos y de tecnología, la asistencia técnica, la normatividad y la organización por eslabones, para dar a conocer los innumerables servicios ambientales de la guadua y de los servicios ecosistémicos de los bosques de guadua hasta los pequeños productores que posean este recurso natural en sus predios.

La meta es hacer de este recurso natural presente en toda la geografía nacional un agente de ingresos económicos familiares y vincularlos a las economías locales, regionales y nacionales, con el valor agregado del talento nacional, hacia los multiusos de esta especie.

Continuaremos estudiando e investigando.