

**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

Proyecto De Grado Presentado Para Optar Por El Título De

INGENIERA AMBIENTAL

Director

Mg. Oscar Eduardo Valbuena Calderón

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – UNAD

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias Y Del Medio Ambiente ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

CCAV Pitalito

2018

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría, entendimiento y fortaleza para culminar satisfactoriamente una de las fases de mi proceso formativo como profesional.

A mi familia, que siempre me ha apoyado, motivado en todas estas etapas de mi vida, brindándome apoyo incondicional, motivándome.

A mi novio y amigos que siempre estuvieron presentes en este proceso de aprendizaje autónomo, brindándome apoyo y alegrías en los momentos más difíciles de este proceso formativo.

A mi Director de grado Oscar Eduardo Valbuena por su paciencia, motivación, que hicieron de este, un excelente trabajo y a todos quienes presentaron ayudas como redactores, profesores, profesionales en sus diferentes áreas y publicistas, a todos ellos dedico este libro con amor y un gran agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primeramente a Dios por permitir este logro, tan grande para mí; como para mi familia que son las personas que me motivaban y siempre me brindaron su apoyo para poder sacar en alto mi carrera profesional. agradezco a mi Director de grado por sus valiosas enseñanzas que hicieron de mi cada día una mejor persona, a pesar de mis malos hábitos que me enseñaba a corregirlos para ser en lo que me he convertido actualmente, también a mis compañeros Luz Amparo Argote, Edwin Refinjo mis colegas que nunca me dejaron sola en este proceso de aprendizaje, el cual fueron mis auxiliares de aprendizaje y a mi novio también le agradezco porque siempre estuvo ahí dándome el empujoncito para nunca rendirme, a todos mil gracias y que el señor me los bendiga.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. OBJETIVOS.....	14
1.1 General.....	14
1.2 Específicos.....	14
2. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO.....	15
2.1 Origen y distribución de la guadua	15
2.2 Inventarios forestales	16
2.3 Morfología de la <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	17
2.4 Condiciones ambientales para el desarrollo de la guadua	18
2.5 Características de la cuenca del río guarapas	21
2.6 Servicios ecosistémicos (SE).....	22
2.7 Caracterización de los servicios ecosistémicos.....	25
2.8 Categorización de servicios ambientales	26
2.9 Metodología de análisis multicriterio (AMC).....	27
3. MARCO LEGAL.....	33
4. METODOLOGIA	35
4.1 Localización del estudio	35
4.2 Recolección de información secundaria.	36
4.3 Recolección de información primaria.	36
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
5.1 Inventario de guadua	43
5.2 Categorización de servicios ecosistémicos	45
5.3 Análisis Multicriterio (MCA).....	47
6. CONCLUSIONES.....	56
7. RECOMENDACIONES.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Estructura morfológica de los bambúes	17
Ilustración 2. Jerarquización y calificación.....	29
Ilustración 3. Rangos y clasificación de los criterios relevantes para el principio 2	30
Ilustración 4. Suma de votos para cada criterio	31
Ilustración 5. Ponderaciones relativas calculadas para las técnicas de clasificación y calificación.....	31
Ilustración 6. Cálculo del peso combinado para cada criterio.....	32
Ilustración 7. Ubicación área de estudio	35
Ilustración 8. Toma de datos mediante técnicas in situ y ex situ	38
Ilustración 9. Zonas de muestreo por parcelas	39
Ilustración 10. Zonas de muestreo tridimensional	39
Ilustración 11. Inventario de Guadua en la cuenca baja del río Guarapas.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12. Resultado de servicios ecosistemicos ecológicos.....	47
Ilustración 13. Servicios ecosistemicos Económicos	48
Ilustración 14. Servicios Ecosistemicos Sociales	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Instrumento para entrevista a expertos</i>	41
Tabla 2. <i>Inventario de Guadua cuenca baja del rio Guarapas</i>	43
Tabla 3. Comparación de resultados de composición de los rosales de guadua	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. <i>Clasificación de servicios Ecosistemicos de acuerdo con la evaluación de los ecosistemas del Milenio</i>	46
Tabla 5. <i>Jerarquización y calificación de los servicios ecosistemicos de bosques de Guadua</i>	51
Tabla 6. <i>Pasos relativos para la jerarquización y calificación de los servicios ecosistemicos de bosques de guadua</i>	52
Tabla 7. <i>Peso combinado por cada criterio en la valoración de los servicios ecosistemicos de bosques de guadua</i>	54



RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo caracterizar los servicios ecosistémicos de la *Guadua angustifolia* Kunth, en la cuenca baja del río Guarapas del Municipio de Pitalito-Huila, debido a que son fundamentales para el desarrollo y sostenimiento de esta eco-región, pues incluyen servicios de aprovisionamiento como alimentos y agua, madera, entre otros; servicios de soporte como formación de suelos, reciclaje de nutrientes; servicios culturales recreativos, espirituales; servicios de regulación como hábitat para polinizadores (Polinización), Retención de sedimentos, Regulación hídrica, almacenamiento de carbono. Se enmarca en la importancia de solucionar la problemática de disminución de biodiversidad que se está presentando en la región, en especial en la parte baja del río Guarapas. Se presentó la distribución de los rodales de *Guadua angustifolia* Kunth, en la parte baja de la cuenca del río Guarapas de Pitalito-Huila, determinando la oferta de servicios ecosistémicos generados en los rodales, 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 *Guadua angustifolia* Kunth, 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.

Palabras Clave: Guadua-Servicios-Ecosistémicos-Cuenca-Guarapas-Análisis Multicriterio

ABSTRACT

This study aimed to identify the ecosystem services of *Guadua angustifolia* Kunth, within the Guarapas river lower basin in the municipality of Pitalito-Huila, due to its fundamentalism as for sustainable development of this important eco-region, since they include provision services such as food, water, timber, among others; support services such as soil formation, nutrient cycling; cultural and recreative services; regulation services such as habitat for pollinators, sediment retention, water regulation and carbon storage. This study's framework is related to the importance of solving the biodiversity losses problematic. Distribution of *Guadua angustifolia* Kunth forests was shown, presenting the ecosystem services supply offered by natural forests, focusing on its importance to the region, identifying an actual inventory of its state. Besides, a Multi Criteria Analysis (MCA) was used based on the information of 25 expert quests. Ranking and Rating was conducted for each ecosystem service offered by *Guadua angustifolia* Kunth, showing a minimum data set to be used as a decision-making tool over the conservation and/or sustainable exploitation of this specie within the Guarapas river lower basin.

Key Words: Guadua, Ecosystem Services, Guarapas Basin, Multi Criteria Analysis.

INTRODUCCIÓN

El Sur del Departamento del Huila presenta pérdida y amenaza de la diversidad biológica, ampliación de la frontera agropecuaria que impacta en el uso y cobertura del suelo y que han 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 (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, 2009), la utilización de maderas para tutorados, actividad que registra un consumo del orden de los 948.840 m³/año para todo el departamento, el desbalance de la oferta del recurso hídrico y 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, en donde la principal afectación se genera por el uso del suelo, lo cual en menos de 7 años ha llevado casi a la extinción de las coberturas boscosas protectoras, prácticas inadecuadas en la producción que deterioran el recurso suelo y ejerce presión sobre los bosques, entre otros aspectos que conllevan al desequilibrio y conflicto del uso de los recursos naturales con énfasis en suelo, agua y bosque (Asamblea Departamental del Huila, 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 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. (Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - 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, sumado a la falta de legislación territorial, tendiente 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, la tasa de erosión; existe disminución y desequilibrio de caudales, y coadyuva a la pérdida de la diversidad biológica (Mendez Pedroza, 2015). Además, existe una disminución en la oferta servicios ecosistémicos, generados por la *Guadua angustifolia* Kunth, en donde Ochoa *et al.* (2017) los clasifica 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, como son los bienes y servicios ecosistémicos de provisión, los cuales son proporcionados por los rodales de guadua como alimento para aves, mamíferos, reptiles, agua, combustible, fibras, recursos genéticos e incluso medicinas naturales; además, los servicios de regulación ecosistémica influyen sobre la calidad del aire, regulación de clima, la regulación del agua, purificación de agua, control de erosión del suelo, control biológico y la mitigación de riesgo; y por último, los servicios de soporte ofrecen la producción primaria, formación del suelo, producción de oxígeno, retención de suelos, producción de oxígeno, polinización, provisión de hábitat, reciclaje de nutrientes etc.

Teniendo en cuenta que la guadua es una de las especies considerada como protectora productora, y que esta ocupa un espacio importante, no medido, del área de la cuenca baja del río guarapas Méndez (2015), y que realiza aportes al medio biofísico, como elementos integrales de

la construcción de viviendas, aporte al suelo entre 2 y 4 ton ha⁻¹ año⁻¹ de biomasa, que constituye entre el 10 y el 14% de la totalidad de material vegetal que se genera en un guadual y que es importante, ya que contribuye a enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo SIGGUADUA (2018); que además realiza importantes funciones en el ecosistema como son la regulación de caudales, disminución de la erosión, retención de sedimentos y 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 desarrolladas y evolucionadas y que tolera 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. El sistema entretejido 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 SIGGUADUA (2018). Además, los aportes más valiosos de este Ecosistema, se debe mencionar su comportamiento como una bomba de almacenamiento de agua, cuyo funcionamiento es el principio de "Vasos Comunicantes", donde 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, el agua para abastecer hasta 150 personas por día (SIGGUADUA, 2018).

Actualmente se cuenta en la región con 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, tendiente a la formulación de la propuesta de un modelo de ordenamiento forestal sostenible productivo para el manejo e industrialización de la guadua, con participación comunitaria. Según Méndez (2015), el inventario de los rodales de guadua en la cuenca, tiene un área total estimada de 418,6 hectáreas de acuerdo al inventario realizado y al análisis estadístico, se puede deducir que existen alrededor de setecientas mil unidades de guadua, distribuidas de la siguiente manera: Guadua en renuevos o rebrotes aproximadamente el 13,3%, guadua verde alrededor del 31,4%, guadua madura en torno al 50,4% y las existencias en guadua sobre madura están 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; y por tal motivo se hizo necesario caracterizar los servicios ecosistémicos de *Guadua angustifolia* Kunth, en la cuenca baja del río Guarapas del Municipio de Pitalito, Huila, realizando por medio de calificación, jerarquización y categorización con el fin de dar a conocer los servicios que nos ofrece la Guadua ante la importancia de esta para la toma de decisiones, para que se presenten más enfoques donde se le dé un manejo adecuado, permitiendo un ámbito sostenible.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Caracterizar los servicios ecosistémicos de *Guadua angustifolia* Kunth, en la cuenca baja del río Guarapas del Municipio de Pitalito, Huila.

1.2 Específicos

Medir el estado actual de composición en los rodales de *Guadua angustifolia* Kunth, en la cuenca baja del río Guarapas del Municipio de Pitalito, Huila.

Determinar la oferta de servicios ecosistémicos generados en los rodales de *Guadua angustifolia* Kunth, mediante consulta con expertos en la parte baja de la cuenca del río Guarapas del Municipio de Pitalito, Huila.

Priorizar los servicios ecosistémicos generados por los rodales de *Guadua angustifolia* Kunth, en la cuenca baja del río Guarapas, Municipio de Pitalito-Huila.

2. MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO

2.1 Origen y distribución de la guadua

La comúnmente denominada guadua es una especie de origen americano, que se encuentra en estado natural en Colombia, Ecuador y Venezuela. Sin embargo, ha sido introducida en varios países de Centro América y del Caribe, e inclusive en Asia, Norte América y Europa. Hasta el momento en Colombia se han registrado dos variedades: *Guadua angustifolia* var. bicolor y *Guadua angustifolia* var. nigra. Las guaduas conocidas como “cebolla”, “macana”, “cotuda” o “castilla” parecen ser ecotipos o formas que responden a condiciones climáticas y edáficas específicas (Londoño, X. 2001).

La *Guadua angustifolia* Kunth se encuentra distribuida a lo largo de la cordillera central y zona céntrica del país, se calcula que existen cerca de 56000 ha de guaduales, en su gran mayoría en forma de bosques naturales. No obstante, Castaño y Moreno (2004), muestran que las áreas naturales y plantadas alcanzan 36181 ha, de las cuales 31286, están en el eje cafetero, Tolima y Valle del Cauca, pudiéndose observar en la anterior figura la distribución potencial de la guadua en América. La información sobre producción de guadua en otros departamentos es fragmentada; según Castaño y Moreno (2004), Antioquia, Huila, Putumayo, Caquetá, Cundinamarca, Cauca y Nariño presentan importantes cubiertas boscosas de guadua, las cuales no disponen de registros de información. En cuanto a Cundinamarca, la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), señala la existencia de 1695 ha y en el Huila, estiman un área actual de 3500 ha.

2.2 Inventarios forestales

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018), un inventario forestal consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada. Permite la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible. Su importancia radica en que sólo es posible adoptar decisiones que se funden en información fiable y sólida, por lo que es necesario un proceso cíclico de recolección de datos, adopción de decisiones y evaluación de los resultados obtenidos.

Además, es un método de recolección y registro de los diferentes árboles forestales que conforman el bosque, por medio de pequeñas parcelas de muestreo en una determinada área (Encinas, 2018).

2.2.1 Importancia de los inventarios.

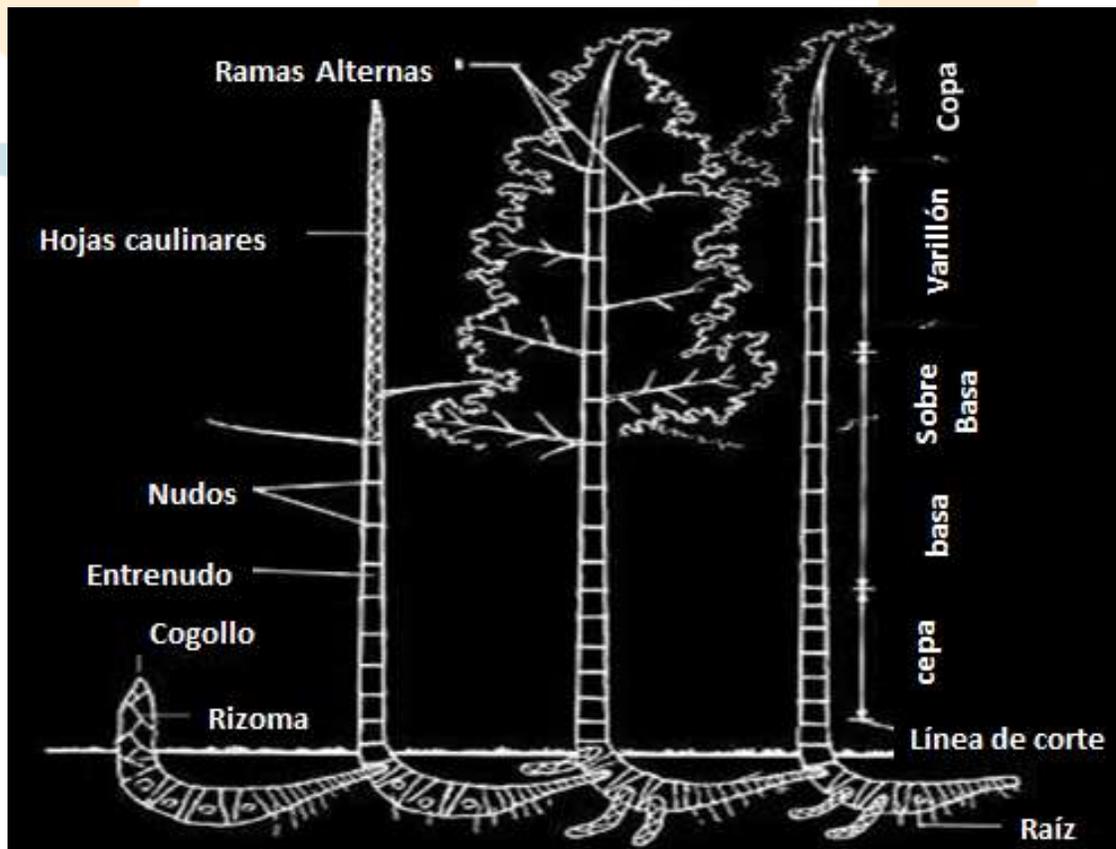
Los inventarios son importantes porque permiten realizar en forma ordenada las operaciones de extracción forestal, ya que conociendo el bosque con anticipación es posible prever su aprovechamiento oportuno y de mayor beneficio económico (Encinas, 2018). Desde el punto de vista de los inventarios de guadua, estos son utilizados principalmente para la obtención de permisos de aprovechamiento por parte de las corporaciones ambientales (CAR), quienes actúan como administradoras de este recurso, al ser considerado como recurso natural, más no forestal. Cada uno de los permisos requeridos, involucra la realización del inventario; sin embargo, este es puntual para cada rodal donde se pretenda realizar la extracción.

En otras condiciones, es necesario conocer el estado de la guadua en el país, para lo cual se han planteado algunos estudios, como los de (Joaquín Ortega & Villarreal Artunduaga, 2014) y

(Kleinn & Morales-Hidalgo, 2006), en donde se reportan las áreas sembradas, las áreas de bosque natural y el estado en las que estas se encuentran, incluyendo las variedades que predominan por sectores de esta especie; de manera que se puedan plantear planes de manejo regionales, y de aprovechamiento de este importante recurso.

2.3 Morfología de la *Guadua angustifolia* Kunth

Ilustración 1. Estructura morfológica de los bambúes



Fuente: (Guadua Bamboo, 2015)

De acuerdo con (SIGGUADUA, 2018) y (Cobos & León, 2007), las Raíces, dependiendo el suelo en que se encuentre, su grosor es de 5 milímetros y alcanza profundidades de hasta 1.50 metros, parte de ellas se profundizan, las demás se extienden en forma horizontal. Los **Rizomas**, a parte de ser el órgano almacenador de nutrientes es el elemento apto para la propagación

sexual. La forma más segura y efectiva para el cultivo de la guadua es por medio de rizomas completos, de uno o más años de edad, que aún no tengan yemas desarrolladas. El **Tallo ó Culmo** tiene forma cilíndrica con entrenudos huecos llamados canutos, separados transversalmente por tabiques o nudos que le dan mayor rigidez, flexibilidad y resistencia. Los tallos están formados por fibras longitudinales, que según su especie se diferencian, en su diámetro, altura y su forma de crecimiento. La altura puede llegar hasta 40 m y el diámetro va de 8 a 18 cm en promedio.

Las **Hojas** son de color verde especial, de forma lanceolada y lisas (angostas y largas), inconfundibles en la distancia y de fácil reconocimiento. Las hojas al caer aportan de biomasa al suelo ($4\text{Kg. / m}^2 \text{ año}^{-1}$) (SIGGUADUA, 2018) y (Cobos & León, 2007), transfiriendo nutrientes al suelo y demás plántulas que las rodean. Existen otras hojas en la guadua denominadas Caulinares, estas cubren el tallo desde su nacimiento hasta su madurez, son de color café y provistas de pelusillas como sistemas de defensa. La **Flor** es muy pequeña, de color violáceo o rosáceo, su color depende del tipo de suelo donde esta plantada, su vida es muy corta dura aproximadamente 48 horas y está ubicada en las partes terminales de las ramas superiores y en el primer tercio de la espiga. Finalmente, su **Semilla** se parece a un grano de arroz, de coloración blancuzca muy clara en su interior y de café muy claro en su exterior de 5 a 8 milímetros de largo y 3 milímetros de espesor.

2.4 Condiciones ambientales para el desarrollo de la guadua

2.4.1 Suelos.

Los suelos propicios para su plantación son los evolucionados a partir de cenizas volcánicas. El horizonte A es profundo de colores oscuros y textura franco-arenosa que descansa sobre un

horizonte C de textura arenosa-franca y color pardo amarillento, son profundos, bien drenados, de fertilidad natural baja a moderada, reacción fuerte a moderadamente ácida. Otros suelos en menos proporción pueden presentar texturas areno-limosas o franco limosas; suelos pesados o arcillosos no son buenos para el desarrollo de la planta. En resumen, suelos ricos en materia orgánica, con buenos drenajes, húmedos, pero no inundables, es donde mejor se comporta la guadua. La guadua requiere suelos con profundidad efectiva desde moderadamente profunda hasta muy profundos. El perfil del suelo ideal es el que presenta texturas gruesas y medias, con apariencia textura liviana a mediano (Salas, 2006).

Desde el punto de vista biológico, se ha determinado una alta actividad microbiana en el suelo cuando esta con guadua; se estima que ocurre una actividad cercana a los 27.000 μg de C/g de suelo seco. En café tecnificado esta actividad no llega a los 15.000. En cuanto a la Meso y micro fauna los guaduales poseen mayor diversidad de organismos que cualquier otro agroecosistema (6.8 individuos en una muestra de suelo de 2355 cc). Por el contenido de Materia orgánica se considera que los suelos de los guaduales y bosque tienen un mayor contenido de materia orgánica que cualquier otro tipo de sistema (11.21%); los más pobres son los agroecosistemas de cítricos con 5.36%. Los altos niveles de materia orgánica, inciden en la disminución de la compactación, la densidad real, y el P.H y Aumenta la porosidad, el contenido de agua gravimétrica, la Capacidad de intercambio catiónica y la actividad de microorganismos en el suelo (SIGGUADUA, 2018).

En cuanto a las características físicas, la densidad aparente en los guaduales y bosques presentan los niveles más bajos de compactación 0.69 gr/cc; más bajos si se le compara con los cafetales tradicionales que es de 0.82 gr/cc. La resistencia a la penetración en los suelos con

guadales, presentan los valores más bajos de resistencia a la penetración para profundidades entre 10 y 20 cms (1.36 K/cm^2). Los suelos menos compactados tienen más espacios porosos para retener un mayor volumen de agua y realizar los intercambios gaseosos, facilitando la conductividad del agua y propiciando un mejor ambiente para el desarrollo de los microorganismos (SIGGUADUA, 2018).

Además otro estudio indica que los suelos que requiere este cultivo pueden ser arena limosos, arcillosos y francos, bien drenados y fértiles, características que encuentra en los resultados de un análisis de suelos. Los sitios ideales para sembrar son las orillas de los ríos y quebradas, aunque también en terrenos pendientes y en los lotes donde haya sido difícil establecer otro cultivo (TIEMPO, 2001).

2.4.2 Clima.

Los cultivos de guadua se desarrollan de manera óptima en las zonas templadas que van desde los 900 hasta los 1.900 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas promedio de entre 20 a 26 grados centígrados, humedad relativa del 80 por ciento y, como mínimo, una precipitación anual de 1.000 milímetros. Particularmente la guadua, ha sobrevivido la sustitución de especies nativas para la implantación del monocultivo de café. Crece en suelos fértiles y sueltos entre los 500 y 1500 metros, con temperaturas entre 17°C y 26°C , precipitaciones de 1200-2500mm/año, 0 y 1700 metros sobre el nivel del mar (Vélez, 2018). A su vez esta especie adquiere una altitud entre los 0 y los 2.000 metros sobre el nivel del mar, pero el óptimo desarrollo se logra entre los 1.000 y los 1.600 m.s.n.m (Ministerio De Comercio, Industria Y Turismo Artesanías de Colombia S.A., 2003).

En precipitaciones inferiores a $1.200 \text{ mm año}^{-1}$, su crecimiento es deficiente, pero se presentan los mejores rodales cuando el rango de precipitación se ubica entre los 2.000 m.m. y

los 2.500 mm año⁻¹. La Humedad Relativa es un factor muy importante en el desarrollo de la especie, la cual varía entre el 75% y el 85%; el Brillo Solar, varía entre 1.800 y 2.000 horas/luz/año, aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/día (Ministerio De Comercio, Industria Y Turismo Artesanías de Colombia S.A., 2003).

2.5 Características de la Cuenca del río guarapas

Según Cam, 2018. La cuenca del río Guarapas cuenta con un área de 705,67 Km², con lo cual se podría clasificar de acuerdo con el tamaño relativo como una cuenca de orden 6, a continuación, se presenta las principales características de la cuenca: el perímetro de la cuenca es de 153,9 Km, su longitud corresponde a 40 Km; el ancho de la cuenca en el sentido ortogonal al eje del cauce principal el cual tienen un ancho de 21,2 Km; el ancho Medio de la cuenca este resultante de dividir el área de la cuenca por su longitud siendo este de 17,6 Km; la longitud máxima (Lm) o recorrido principal de la cuenca, esta distancia entre el punto de desagüe y el punto más alejado de la cuenca siguiendo la dirección de drenaje tiene una longitud máxima de 59,7 Km; la forma de la cuenca que identifican las características de la cuenca como vulnerabilidad a inundaciones y la posible respuesta a un evento de precipitación. POMCH 2, la cuenca del río Guarapas presenta en la su parte alta pendientes altas, mientras que en la parte media y baja de la cuenca se observa una pendiente media y casi uniforme la cuenca del río Guarapas presenta pendientes altas, mientras que en la parte media y baja de la cuenca se observa una pendiente media y casi uniforme. De acuerdo con esto y sin incluir análisis de estado actual de la cobertura del territorio en la cuenca, es de esperar un potencial erosivo relativamente altura media de la cuenca el cual se encontró que la altura media de la cuenca es de 1716,85 msnm; la pendiente media de la cuenca partir de un diagrama de pendientes calculado por medio de un modelo rasterizado con

celdas de 30x30 metros se obtuvo una pendiente media de la cuenca del 12,09%, siendo esta una pendiente bastante alta (Cam, 2018).

2.6 Servicios ecosistémicos (SE)

El concepto de servicios ecosistémicos permite analizar el vínculo que existe entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Estos están definidos como “los beneficios (y ocasionalmente las pérdidas o detrimentos) que las personas obtienen de los ecosistemas”, lo cual incluye los servicios de provisión que son los bienes y productos materiales de los ecosistemas como el alimento, el agua, la madera y las fibras; los servicios de regulación, los cuales son los beneficios resultantes de la (auto) regulación de los procesos ecosistémicos y que pueden afectar el clima, inundaciones, enfermedades, residuos y calidad del agua; los servicios culturales son los beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas como la recreación, valores estéticos y espirituales (Ochoa *et al.*, 2017).

Además, los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques, según el estudio de Balvanera, P. (2012), son los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas, permitiendo hacer más explícita la interdependencia del bienestar humano y el mantenimiento del adecuado funcionamiento de los ecosistemas, debido a su amplia distribución, elevada diversidad y contribución a funciones clave del planeta como la regulación climática e hidrológica que proveen una serie de servicios ecosistémicos críticos el cual estos servicios de suministro, regulación y culturales. Mientras que F.Quetier *et al* (2007), indican que los servicios ecosistémicos, no son beneficios en sí mismos sino propiedades ecológicas que se incorporan en la producción y la distribución de beneficios materiales e inmateriales para los seres humanos. En términos prácticos, los servicios se miden eligiendo propiedades ecológicas relevantes como

indicadores de los servicios ecosistémicos (QUÉTIER, TAPELLA, CONTI, CÁCERES, & DÍAZ, 2007).

2.6.1 Servicios de regulación

Son aquellos que derivan de las funciones clave de los ecosistemas, que ayudan a reducir ciertos impactos locales y globales; por ejemplo, algunos de los “servicios de regulación” proporcionados por los ecosistemas, son: la regulación del clima y del ciclo del agua, el control de la erosión del suelo, la polinización, el mantenimiento de la calidad del aire, el control de las inundaciones y enfermedades de cultivos. A menudo son invisibles y, por consiguiente, en la mayoría de los casos se dan por sentados, cuando se ven dañados, las pérdidas resultantes pueden ser importantes y difíciles de recuperar (FAO, 2018).

De acuerdo con Minambiente (2014), algunas de las funciones ecosistémicas de regulación comprenden la disposición del hábitat para polinizadores naturales, que son aquellas que transportan el polen al lugar adecuado de la planta para que germine o produzca semillas; retención de sedimentos, realizan el control nivel y velocidad del agua; regulación hídrica, realiza una alta capacidad para retener humedad y mantener condiciones de regulación; retención de sedimentos, es lo que se traduce en la importancia de conservar y/o restaurar estas coberturas naturales, con el fin de proteger el suelo de temas de erosión, lo que podría deteriorar la calidad del suelo, disminuir la productividad del mismo y degradar los cuerpos de agua presentes.

Por otro lado, SIGGUADUA, (2018), indica que otro servicio de regulación es el secuestro de Carbono, debido al dinamismo y las altas tasas de renovación que ocurre en los guaduales en el espacio y en el tiempo, estos generan acelerados procesos fotosintéticos que propician el intercambio gaseoso entre carbono atmosférico y oxígeno; gran parte del carbono que es

producto de este intercambio, es asimilado y/o almacenado para luego ser convertido en materia prima o en su defecto almacenado en el suelo. En síntesis, la función que cumple el gradual es eliminar mediante su captura Dióxido de Carbono (CO₂), que se encuentre en exceso en el ambiente y lo traslade a su ciclo biológico, y lo retenga durante determinado periodo de tiempo dentro de su composición estructural sea la horizontal o vertical.

2.6.2 Servicios de provisión

De acuerdo con Ochoa *et al.* (2017), son aquellos referidos a la cantidad de bienes o materias primas que un ecosistema ofrece, como la madera, el agua o los alimentos, entre los cuales se encuentran la provisión hídrica total superficial, la cual ha sido identificada como un servicio fundamental y no reemplazable, tanto para el bienestar humano, como para la producción de alimentos, el desarrollo económico, como también para el mantenimiento de la biodiversidad. Además, la provisión de agua se refiere a la capacidad de almacenar, filtrar y retener aguadores altos y bajos. Otro fundamental es el alimento (origen agricultura), de acuerdo con la especialización realizada para el servicio ecosistémico del alimento se observa una amplia distribución de val provisión hídrica total superficial. Por otro lado, los servicios de provisión son considerados recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen, pueden ser o no renovables (MEA 2005).

2.6.3 Servicios de soporte

Según MEA (2005) y IAvH (2014) son aquellos que soportan la base para la producción de los demás servicios ecosistémicos como la producción de oxígeno, producción de nutrientes y formación del suelo. Además, son el soporte para el reciclaje de nutrientes, recuperación de

nutrientes disponibles para los bosques, producción primaria, generación de biomasa y de la biodiversidad, y los procesos naturales del ecosistema, que garantizan buena parte de los anteriores. A su vez este servicio realiza procesos ecológicos básicos que mantienen y aseguran el mantenimiento adecuado de los ecosistemas, permitiendo los flujos de servicios de provisión, de regulación y culturales (Martínez Rodríguez, Viguera, Donatti, Harvey, & Alpizar, 2017) .

2.6.4 Servicios culturales

Se refieren a la diversidad cultural, sistemas de conocimiento, recreación, belleza escénica, sistemas educativos y científicos, los cuales están estrechamente interconectados y a menudo están relacionados con los servicios de provisión y de regulación) que están relacionados con el tiempo libre, el ocio o aspectos más generales de la cultura, según MEA (2005) y IAvH (2014).

Todos estos beneficios que recibe la sociedad son posibles gracias a la biodiversidad y sus ecosistemas, y de ellos depende el bienestar de las generaciones presentes y futuras en el planeta. Estos beneficios no materiales que las personas obtienen a través del enriquecimiento espiritual, la recreación y la apreciación de la belleza, dependen de las percepciones y los valores colectivos de los humanos acerca de los ecosistemas y de sus componentes. Estos servicios son el resultado de la evolución a lo largo del tiempo y del espacio de la relación entre los seres humanos y la naturaleza. Aunque los servicios culturales no dan beneficios materiales directamente, son importantes para el desarrollo de nuestra vida en sociedad (Martínez *et al.* 2017).

2.7 Caracterización de los servicios ecosistémicos

Franco L. (2010), menciona que es importante estudiar y caracterizar los servicios ecosistémicos porque se permite tener conocimiento de la forma como se generan e interactúan

las diferentes funciones ecológicas; también, porque permite saber dónde se generan, cuál es el sistema biofísico del cual dependen y cuáles son los elementos estructurales, los rasgos funcionales y los procesos que sustentan la generación de SE. Además, se establece el vínculo entre los sistemas sociales y biológicos, para poder integrar los SE de manera explícita y concreta en la gestión. De esta manera, se puede informar a un tomador de decisiones qué es lo que tiene que regular y en dónde, para identificar las estrategias necesarias para evitar trayectorias de cambio indeseable de los sistemas biofísicos, los sistemas sociales y los servicios ecosistémicos, para contribuir a lograr la adaptación de los sistemas biofísicos y sociales ante el cambio ambiental, porque es a través de los SE que se manifiesta gran parte de la vulnerabilidad (Boñón, 2013).

2.8 Categorización de servicios ambientales

Según Martín- López *et al.* (2007), el valor monetario ha sido tradicionalmente conceptualizado desde la economía ambiental bajo el término de valor económico total compuesto por el valor de uso y el de no-uso. El valor de uso implica un beneficio obtenido de manera directa de la biodiversidad, mientras que el valor de no-uso está asociado con la satisfacción personal derivada del conocimiento de que determinadas especies o ecosistemas existen. El valor de uso se compone a su vez del valor de uso directo (directamente relacionado con los servicios de abastecimiento y servicios culturales), el valor de uso indirecto (relacionado con distintos servicios de regulación) y el valor de opción (relacionado con la importancia de mantener un suministro de servicios en el futuro).

Mediante técnicas de análisis multi-criterio se puede llegar a entender e integrar la información obtenida desde estos tres tipos de valor (ecológica, socio-cultural y monetaria), lo

cual resulta esencial para poder tomar decisiones políticas bien informadas y con una sólida base científica.

2.9 Metodología de análisis multicriterio (AMC)

A través de la metodología planteada por Mendoza *et al*, (1999), la cual se aplica para experiencias de pruebas de campo, este análisis multicriterio, es una herramienta de toma de decisiones desarrollada para problemas complejos de criterios múltiples que incluyen aspectos cualitativos y/o cuantitativos. Es una explicación de la diferencia entre un enfoque de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba para seleccionando y evaluando criterios e indicadores (C & I). Esta herramienta útil, requiere ser presentado claramente a los tomadores de decisiones, y adaptado a necesidades particulares. El proceso de incorporación de MCA en el análisis C & I (como una toma de decisiones utiliza las herramientas simples de Clasificación y Calificación

2.9.1 Clasificación y calificación.

Las dos metodologías MCA más simples que se pueden usar en una evaluación C & I son Clasificación y Calificación. La clasificación implica asignar a cada elemento de decisión un rango que refleje su grado de importancia percibido relativo a la decisión que se toma. Los elementos de decisión pueden ordenarse según su rango (primero, segundo etc.) La calificación es similar a la clasificación, excepto que a los elementos de decisión se les asignan 'puntuaciones' entre 0 y 100. Las puntuaciones de todos los elementos que se comparan deben sumarse a 100. Por lo tanto, marcar un elemento alto significa que un elemento diferente debe tener una calificación más baja (Mendoza *et al*, 1999).

2.9.2 Uso de MCA en la evaluación C & I

Según Mendoza *et al*, (1999), algunos de los desafíos involucrados en el uso de C & I para evaluar la sostenibilidad de las áreas forestales son: Los C & I utilizados deben abarcar toda la gama de productos diversos y servicios proporcionados por el bosque, la información utilizada para evaluar la sostenibilidad incluye ambos datos cualitativos y cuantitativos, la evaluación de la sostenibilidad debe involucrar la participación de múltiples grupos de interés, partes interesadas y expertos, la toma de decisiones requiere un acuerdo consensuado entre los varios grupos de interés, que pueden ser difíciles de lograr, el análisis debe ser interactivo y las evaluaciones deben ser informado. El análisis de criterios múltiples proporciona una herramienta adecuada para abordar algunos de estos desafíos involucrado en la evaluación C & I.

Algunos de los C & I más comunes y que pueden aplicar para el estudio de los rodales de la guadua son la Capacidad para acomodar múltiples criterios en el análisis, el MCA puede trabajar con datos mixtos y el análisis no necesita ser datos intensivos, pero permite la incorporación de ambos e información cuantitativa, permite la participación directa de múltiples expertos, intereses grupos y partes interesadas (como fue el caso de los entrevistados expertos en guadua), el análisis es transparente para los participantes, y que el MCA incluye mecanismos para comentarios sobre la consistencia de los juicios realizados.

Las formas específicas en que MCA se puede aplicar a la evaluación C & I son como una forma de facilitar las decisiones de cada individuo / participante con respecto a la importancia de cada Criterio / Indicador, como una forma de evaluar la importancia relativa de cada Criterio / Indicador para seleccionar un conjunto que se considere más significativo, como una forma de 'agregar' todas las evaluaciones hechas por participantes / expertos llegar a una evaluación de "consenso" o grupal de todos los Criterios / Indicadores. Finalmente, en muchas situaciones de

decisión, la capacidad de comunicar y explicar las decisiones y cómo se llegó a ellos es tan importante como las decisiones mismas.

La capacidad de MCA para separar los elementos de decisión y rastrear el proceso de toma de decisiones lo hace ideal para comunicarse la base de todas las decisiones. Tal herramienta es necesaria para alcanzar decisiones colectivas informadas y razonadas con respecto a C & I evaluación (Mendoza *et al.*, 1999).

2.9.3 Formulario de recolección los datos de clasificación y calificación forman el equipo de expertos.

El formulario de respuesta 1B está diseñado para el análisis de Nivel 2 de la Etapa 1. El Nivel 2 obtiene respuestas de los encuestados sobre sus opiniones sobre la importancia de cada criterio relativo al principio, en particular, y la sostenibilidad general del bosque, en general. El propósito de la forma 1B es estimar la importancia relativa o el peso de cada Criterio bajo cada Principio. La codificación de criterios: C & I; se refiere al número de índice de Principio; j se refiere al número de índice de criterio.

Ilustración 2. Jerarquización y calificación

Principle 1 Criterion	Ranking	Rating	Relative Weights/Priorities (To be filled by Analyst)			Remarks
			Ranking (Priority)	Rating (Priority)	Overall (Priority)	
C1.1						
C1.2						
C1.3						
C1.4						
C1.5						
C1.6						

Fuente: Mendoza *et al.*, (1999).

2.9.4 Cálculo del peso relativo.

Una vez que los expertos en el equipo hayan asignado un rango y una calificación a cada elemento de decisión, sus respuestas deben analizarse. El objetivo de este análisis es calcular el peso relativo o la importancia de cada elemento de decisión a partir de una síntesis de las diferentes respuestas proporcionadas.

Paso 1: Después de que el equipo de expertos haya llenado sus formularios, los datos se pueden ingresar en una hoja de cálculo, o una tabla similar a la Tabla 1. Esta tabla contiene datos de campo de un grupo de expertos al que se le preguntó Clasificación (usando Clasificación Regular) y califica cuatro Criterios relevantes para el Principio 2 (Mantenimiento de la integridad de los ecosistemas) de la Plantilla C & I Genérica de CIFOR.

Ilustración 3. Rangos y clasificación de los criterios relevantes para el principio 2

Criterios	Expert 1		Expert 2		Expert 3	
	Rank	Rating	Rank	Rating	Rank	Rating
C2.1	5	20	5	20	8	20
C2.2	8	40	7	35	8	30
C2.3	6	30	6	30	7	25
C2.4	4	10	4	15	6	15

Fuente: Mendoza *et al.*, (1999).

Paso 2: tanto para el Ranking como para el Rating, calcule la suma de los votos del experto para cada Criterio. Esto mostrará el peso total asignado a cada Criterio por estas dos técnicas diferentes. Calcule el total de todos los votos tanto para el Ranking como para el Rating.

Ilustración 4. Suma de votos para cada criterio

Criteria	Sum of Ranking Votes		Sum of Rating Votes	
	Calculation	Ranking	Calculation	Rating
C2.1	5 + 5 + 8	18	20 + 20 + 20	60
C2.2	8 + 7 + 8	23	40 + 35 + 30	105
C2.3	6 + 6 + 7	19	30 + 30 + 25	85
C2.4	4 + 4 + 6	14	10 + 15 + 15	40
Total		74		290

Fuente: Mendoza *et al.*, (1999).

Paso 3: Para combinar los resultados de las técnicas de Clasificación y Calificación en el Paso 2, se debe calcular el peso relativo de cada Criterio para ambas técnicas. El peso relativo de cada Criterio se puede calcular para cada técnica dividiendo su peso real entre el total de todos los pesos reales y multiplicandos por 100.

Ilustración 5. Ponderaciones relativas calculadas para las técnicas de clasificación y calificación

Criteria	Relative Weight		Relative Weight	
	Calculation	Ranking	Calculation	Rating
C2.1	$18 \div 74 \times 100$	24	$60 \div 290 \times 100$	21
C2.2	$23 \div 74 \times 100$	31	$105 \div 290 \times 100$	36
C2.3	$19 \div 74 \times 100$	26	$85 \div 290 \times 100$	29
C2.4	$14 \div 74 \times 100$	19	$40 \div 290 \times 100$	14
Total		100		100

Fuente: Mendoza *et al.*, (1999).

Una vez que se han calculado los pesos relativos para los resultados del Ranking y de la Calificación, se pueden comparar los dos. En este caso, las dos técnicas muestran resultados similares.

Paso 4: Para calcular un peso combinado final para cada Criterio, se pueden promediar los pesos relativos calculados para las técnicas de Clasificación y Calificación.

Ilustración 6. Cálculo del peso combinado para cada criterio

Criteria	Calculation	Combined Weight
C2.1	$(24 + 21) \div 2$	22
C2.2	$(31 + 36) \div 2$	34
C2.3	$(26 + 29) \div 2$	28
C2.4	$(19 + 14) \div 2$	16
Total		100

Fuente: Mendoza *et al.*, (1999).

El cálculo de los pesos combinados de cada criterio muestra que los criterios C2.1, C2.2 y C2.3 se consideran relativamente más importantes que el criterio C2.4. Por lo tanto, puede ser instructivo examinar el Criterio C2.4 para ver si se puede omitir de una mayor consideración en el análisis.

Luego de la evaluación de cada criterio, los indicadores también pueden ser evaluados. Esta evaluación se realiza clasificando o calificando los indicadores según su importancia percibida en relación con los criterios a los que pertenecen (Mendoza *et al.*, 1999).

3. MARCO LEGAL

Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (MINAAMBIENTE, 1974). Determina entre otros aspectos, los derechos y deberes que tienen todos los colombianos con respecto al ambiente. En la nueva Constitución de Colombia generada en 1991, el cuidado al medio ambiente, incluido el hombre, se trata en varios artículos. Como marco legal ambiental se muestran las normas existentes en general que buscan la protección del medio ambiente.

Decreto 1499 de 1977. Artículo 3, textualmente establece que se debe “mantener en zona boscosa dentro del predio las áreas forestales protectoras, entendiéndose por áreas forestales protectoras los nacimientos de fuentes de agua en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos desde su periferia y una faja no inferior a 30 metros de ancho paralela a líneas de mareas máximas, a cada lado de los causes de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua.

Decreto 1791 de octubre 4 de 1996. Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.

Resolución D.G. n°. 186 de 2003. Este reglamenta el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, caña brava y bambúes y se adoptan los términos de referencia para la elaboración de los planes de manejo, de aprovechamiento y los estudios técnicos (CARDER, 2003).

Resolución No. 703, del 2 de mayo de 2003. Este reglamenta el manejo, aprovechamiento y establecimiento de guadua, cañabrava y bambúes y se adoptan los términos de referencia para la

elaboración de los respectivos planes de manejo y aprovechamiento y estudios técnicos (CARDER, 2003).

Ley 1021 de 2006, Ley forestal Artículo 2°. Principios y normas generales. En el desarrollo de los objetivos y estrategias de la política forestal, el Régimen Forestal Nacional se rige por los siguientes principios y normas generales: como el objetivo del manejo integral de los bosques naturales es mantener un nivel sostenible de productividad sus recursos forestales maderables y no maderables y sus servicios ambientales, conservando sustancialmente las calidades originales de sus ecosistemas y de su diversidad biológica (RAMA LEGISLATIVA, 2006).

Resolución 1517 de 2012. Artículo 1 de la ley 99 de 1993, establece dentro de los principios generales ambientales la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada sosteniblemente (MINAMBIENTE, 2012).

Resolución 1740 de 24 de octubre de 2016. Estatuto Forestal del Huila (núcleos forestales de guadua). Establece lineamientos generales de manejo, aprovechamiento Guadales y Bambusales naturales como son Guadales y Bambusales establecidas con fines de protección. La presente resolución será aplicada por las autoridades competentes y los particulares que pretende llevar a cabo actividades de manejo, aprovechamiento y establecimientos de guadales (MINAMBIENTE, 2016).

Decreto Ley 870 de 2017. Por el cual se establece el Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación (CORTE CONSTITUCIONAL, 2017)

expertos productores, concedores y académicos e investigadores de guadua en la región; en donde se muestran las siguientes etapas:

PRIMERA FASE

4.2 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 (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 (2018), INBAR, Kleinn y Morales-Hidalgo (2006), quienes generaron un inventario de la Guadua angustifolia en la región cafetera de Colombia; Londoño *et al* (2010), quienes desarrollaron investigación sobre la Diversidad y estructura genética de la Guadua angustifolia en la eco-región cafetera Colombiana; Camargo *et al* (2010, 2014 y 2015), quienes publicaron un artículo sobre el Manejo sostenible de los bosques de guadua bambú en Colombia, también la planeación de los mismos sobre las fuentes hídricas y calidades de los culmos de guadua; Ospina y Finegan (2004), quienes publicaron sobre la diversidad florística de la Guadua angustifolia en el eje cafetero; Fonseca y Gonzales (2016), quienes empezaron el trabajo con captura de carbono de la guadua en Colombia.

SEGUNDA FASE

4.3 Recolección de información primaria.

4.3.1 *Inventario de Guadua en Pitalito*

Para la determinación de rodales a caracterizar, se realizó un muestreo no probabilístico, el cual, según Ander-Egg (1995), no está basada 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, (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; los cuales 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 (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2005).

Después de 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 a los métodos especificados para cada variable, para lo cual 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 ilustración 8.

Ilustración 8. Toma de datos mediante técnicas in situ y ex situ



Fuente: Autor

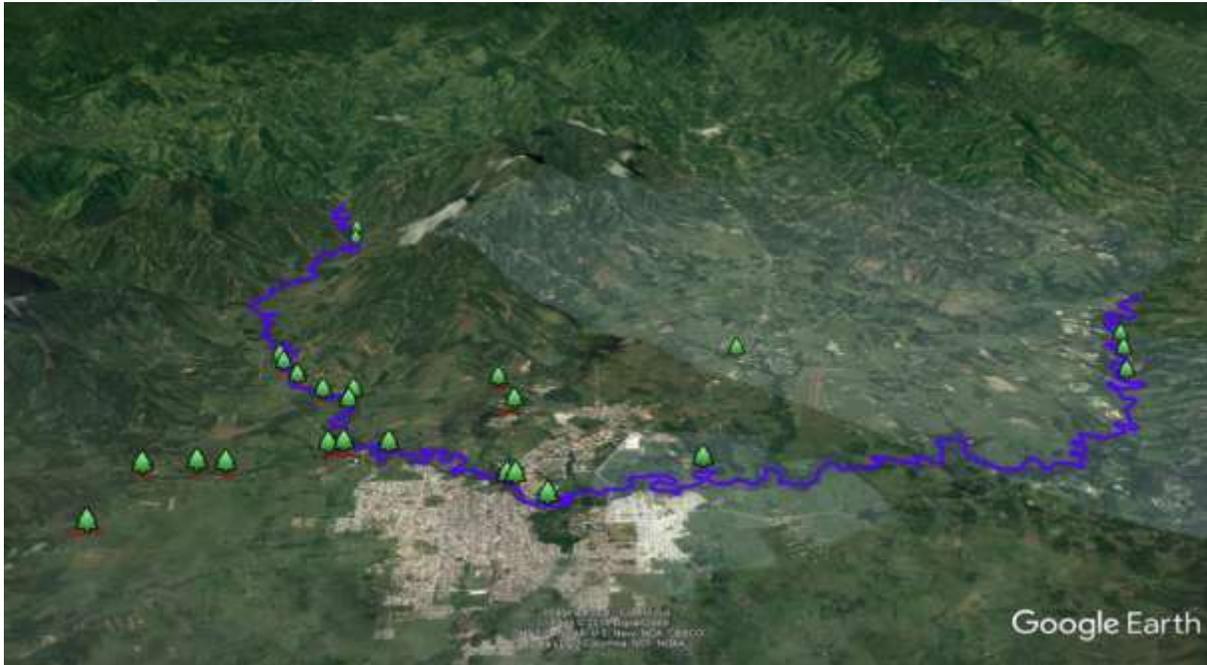
La herramienta QGIS, versión 2.18.12 (Team, 2018), fue implementada para la generación de mapas con la ubicación de los rodales muestreados, lo cual permitió consignar en tablas de atributos, la información consolidada respecto al inventario. Se muestrearon 25 rodales cerca de la fuente hídrica, utilizando 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, Palmarito; se muestrearon algunos rodales cerca de Biorgánicos del Sur y la CAM, como se muestra en las ilustraciones 9 y 10.

Ilustración 9. Zonas de muestreo por parcelas



Fuente: Autor-Qgis

Ilustración 10. Zonas de muestreo tridimensional



Fuente: Autor-Google Earth

4.3.2 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 y/o cuantitativos del problema, en una toma de procesos de decisiones (Mendoza *et al*,1999), a su vez con el ánimo de recolectar información primaria se realizó una consulta con los principales actores institucionales evidenciado en la cadena productiva de la región, como fueron la Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD, Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, Corporación Centro Provincial De Gestión Agroempresarial – AGROSUR, Fundación Reverdecer Laboyano, Fundación Alto Yuma, Corporación Mashiramo, Alcaldía Municipal De Pitalito, 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, Camargo y Romero, 2017), donde se plantearon los servicios ecosistémicos, los cuales fueron clasificados respectivamente en Ecológicos, Sociales y Económicos. A su vez se ordenó dicha información en una base de datos en el programa MS Excel, la cual fue presentada a todos los expertos. Seguidamente en el mismo taller se solicitó nuevamente que identifiquen los servicios ecosistémicos que podrían faltar y que de ellos realizaran una valoración, teniendo en cuenta las observaciones si adicionaban.

4.3.3 Aplicación de metodología de Análisis Multicriterio para consulta a Expertos.

4.3.3.1 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 de acuerdo a 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
<i>Débilmente importante</i>	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.
<i>Menos importante</i>	2	El servicio ecosistémico evaluado, aunque cumple una función, no presenta un mayor impacto positivo significativo.
<i>Moderadamente importante</i>	3	El servicio evaluado cumple una función con una importancia moderada dentro del bosque.
<i>Muy importante</i>	4	El servicio es considerado de gran importancia por las funciones preponderantes que desempeña.
<i>Extremadamente importante</i>	5	Cuando el servicio evaluado es indispensable para el funcionamiento del ecosistema.

Fuente: adaptada de Muñoz et al. (2017)

4.3.3.2 La Calificación

Esta se basó en realizar una calificación de 0-100 (%) para el total de los servicios ecosistémicos ofertados por la *G. angustifolia* Kunth, y previamente jerarquizados, presentados 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).

4.3.3.3 Cálculos de Jerarquización y calificación

Para obtener la jerarquización y 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 por cada técnica dividiendo su peso real entre el total de todos los pesos reales y multiplicándolos por 100. Además, se calculó el peso combinado se promedian los pesos relativos calculados por las técnicas de clasificación y calificación, lo cual fue presentado con un valor final para la priorización planteada.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 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 la margen protectora de la fuente hídrica.

Tabla 2. *Inventario de Guadua cuenca baja del río Guarapas*

NOMBRE DEL RODAL	AREA (ha)	Verde	Madura	Sobremadura	Cortada	Rebote
1-MACAL-SIN NOMBRE	0.9496	70	205	162	134	95
2-ENCANTO-MACAL	1.1956	108	159	311	64	93
3-MACAL-ESMERALDA	1.6470	114	197	268	211	158
4-HOGAR JUVENIL 2	1.3832	71	74	169	139	48
5-HOGAR JUVENIL 1	1.4670	91	97	247	82	69
6-BAÑADERO SANTA ROSA	0.5524	129	117		0	83
7-LEMETRIO VARGAZ	2.9281	194	235	242	0	129
8-ISLA PALESTINA	0.8295	119	145	300	0	109
9-MARENGOS	0.226	262	93	107	0	93
10-ESCUELA PALMARITO	0.6602	154	111	481	0	132
11-FORTUNA PALESTINA	0.3212	129	128	245	0	106
12-PABLITO PINZON	0.9648	110	62	289	70	87
13-HONDA R01 RECREO	0.7129	49	35	101	84	64
14-HONDA MARIA UGENIA	0.8343	49	28	64	61	39
15-TAZAJERAS	5.2753	71	60	301	19	65
16-HONDA MIRYAM	1.1447	45	32	104	96	58
17- VIVELAB	0.4975	65	56	46	4	21
18-VAGUARA	0.3333	76	75	52	5	37
19-MACO-VILLA FATIMA	0.6015	158	140	236	65	112
20-RODAL MESETAS GLADYS	0.5502	95	102	135	23	28
21-RODAL MESETAS ALEJANDRO	0.3884	74	117	68	17	16
22-BIORGANICOS	2.3586	146	104	147	113	23
23-WILSON CUERERA	0.4693	13	16	25	17	11
24-CARLOTA VILLALOBOS	2.2102	258	250	25		100
25-RODAL SERGIO VEGA	2.8169	175	225	34		71

Fuente: Autor

A partir del inventario se calculó la composición por parcela y luego en forma porcentual, como lo indica la Tabla 3, de manera que se encontró guadua sobremadura con la mayor representación, correspondiente al 34,7%, verde del 21,1%, madura del 21,4%, rebrotes del 13,8%, y cortada del 9 %. En cada uno de los casos, se realizó en la misma tabla, una comparación con datos obtenidos por Méndez (2015), con el fin de tener un punto de referencia sobre la información medida. Sin embargo, solamente se encontró coincidencia en el porcentaje de Rebrotos 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 Sobremadura	4,9 %	34,7%
Guadua Cortada	-	9%
Rebrotos	13, 3%	13,8%

Fuente: Autor

De los 25 rodales caracterizados se obtuvo diferencias en la composición de los rodales al momento de comparar con los resultados aportados mediante el estudio de Méndez (2015), lo cual 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 del río Guarapas. 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. Además, se debe aclarar que se obtuvo en cuenta los rodales que se encuentran sobre las zonas protectoras del río Guarapas y algunos de sus efluentes, debido que fue uno de los criterios que se utilizó como límites del mismo.

De acuerdo a los resultados de composición mediante el inventario obtenido en este estudio, se realizó un análisis con otros autores en Colombia, como Londoño (2001) y Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (2009), respecto a la guadua verdes 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 guadua para ser aprovechada como recurso económico, y en la sobremadura se encuentra más alta aun, de acuerdo a 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 algunos referentes como (Joaquín Ortega & Villarreal Artunduaga, 2014), en temas relacionados con el bambú guadua indican que en esta zona es notorio que gran mayoría de hectáreas cubiertas con guadua no son aprovechadas, perdiendo la oportunidad de generar nuevos ingresos y condenando esta especie maderable a la extinción por el no aprovechamiento adecuado, ocasionando con ello un deterioro irreversible en la plantación.

5.2 Categorización de servicios ecosistémicos

A Partir de la consulta secundaria de MEA (2005); IAvH (2014); SIGGUADUA (2018); Vélez (2018); Ochoa (2018); FAO (2018), 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 Ecosistemicos de acuerdo con la evaluación de los ecosistemas del Milenio

Beneficios Ecológicos
<p>H: Regulación de Hábitat (Diversidad de hábitat para la reproducción de especies residentes (refugio permanente) y migratorias (refugio temporal)).</p> <p>RC: Regulación climática (Regulación de la temperatura y humedad; sumideros de carbono)</p> <p>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)</p> <p>RE: Regulación de Control de la erosión y retención de sedimentos(Control de la pérdida de suelo, protección del suelo contra procesos erosivos)</p> <p>RN: Regulación de nutrientes(Almacenamiento y reciclaje de nutrientes; procesamiento de nutrientes; equilibrios geoquímicos, biogeoquímicos)</p> <p>RP: Regulación de Polinización (Provisión de polinizadores para la reproducción de especies)</p>
Beneficios Sociales
<p>SC: S. Culturales de Recreación, deportes y ecoturismo (Variedad de paisajes con oportunidades para el desarrollo de actividades recreacionales, ecoturísticas y deportivas)</p> <p>SBE: S. Culturales de Belleza escénica (Oportunidad para la satisfacción del espíritu a través de los atributos del paisaje)</p> <p>SIA: S. Culturales de Inspiración artística y cultural (Fuente de inspiración para la producción artística y cultural (poemas, canciones, mitos, leyendas, cuentos).</p> <p>SI: S. Culturales de Investigación (Espacios para realizar estudios de carácter científico)</p> <p>SE: S. Culturales de Educación (Espacios para la enseñanza y el aprendizaje)</p> <p>SP: S. Culturales de Patrimonio cultural (Lugares ocupados histórica y culturalmente por pobladores que dejaron un legado cultural)</p>
Beneficios Económicos
<p>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)</p> <p>SNOM: Provisión de productos forestales no maderables(Forrajés, fibras, artesanías, semillas forestales con fines de propagación, abonos y fertilizantes, colorantes, tinturas y resinas)</p> <p>PA: Provisión de agua(Agua potable, agua para riego, agua para procesos industriales)</p> <p>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)</p> <p>SS: Soporte de Formación de suelo (Procesos de alteración del material geológico para la formación de suelo)</p> <p>SN: Soporte de Reciclaje de nutrientes (Recuperación de nutrientes disponibles para los bosques)</p> <p>SB: Soporte de Producción primaria (Generación de biomasa)</p> <p>PO:Provisión de recursos ornamentales (Flores, follajes, musgos y otras plantas que por su singularidad o estética poseen atributos decorativos y ornamentales)</p>

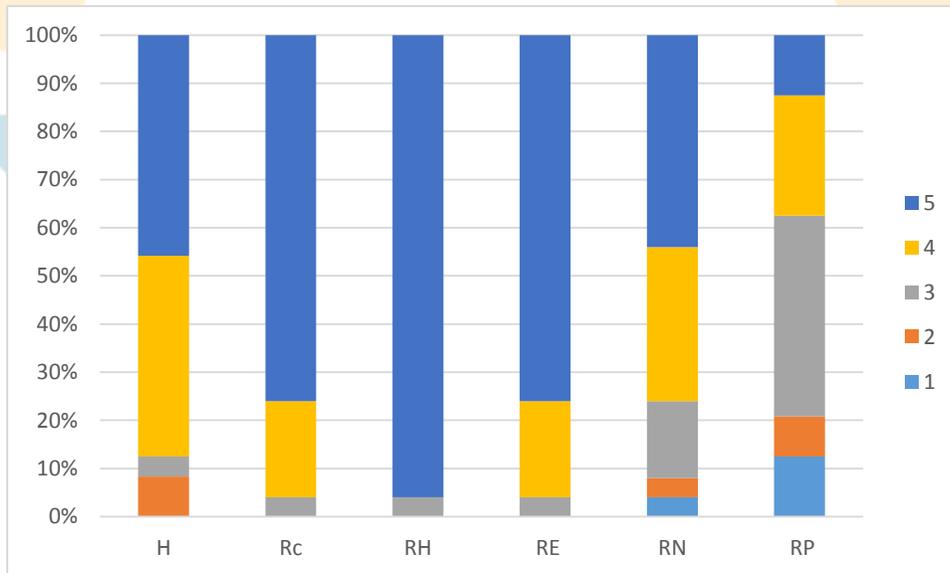
Fuente: Adaptado de Muñoz *et al* (2017)

5.3 Análisis Multicriterio (MCA)

5.3.1 Jerarquización de los SE

De acuerdo a la entrevista realizada a los 25 expertos, se asignó una valoración de 1 a 5 de 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.

Ilustración 11. Resultado de servicios ecosistémicos ecológicos



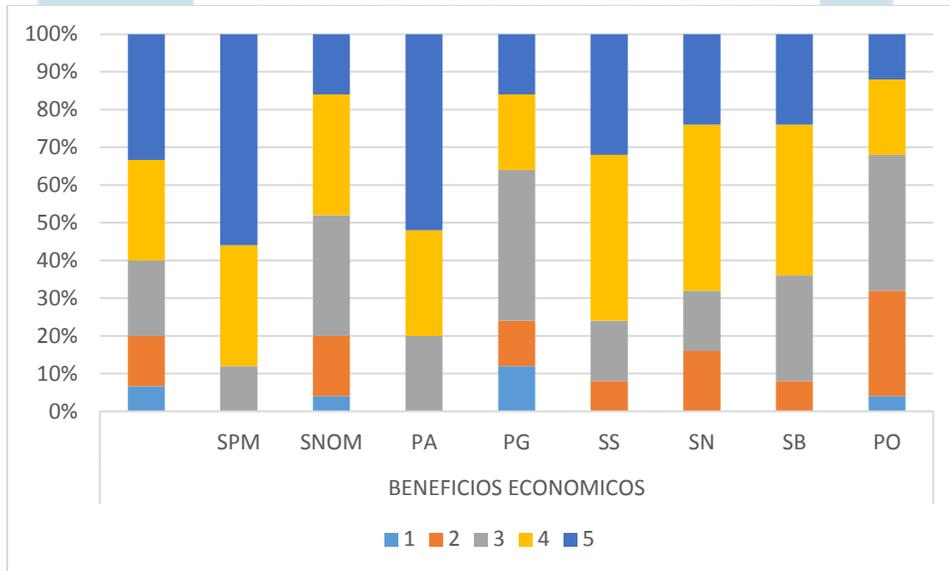
Fuente: Autor

La Ilustración 12, 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, 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 la producción de agua, los productos forestales maderables, los recursos ornamentales y la belleza escénica; de acuerdo a 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, regulación del ciclo hidrológico y la polinización.

Según Valencia, Rodríguez y Arias Castaño (2017), quienes 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 un 2,63 %; Regulación hídrica en un 2,55%; siendo Conservación de la biodiversidad de hábitat-refugio para especies en 2,06%; Captura de CO2 en 1,83%; Regulación de desastres naturales en 1,77%; siendo coherentes estos resultados frente a los conocimientos de los 25 expertos encuestados en temas de sostenibilidad ambiental.

Ilustración 12. Servicios ecosistemicos Económicos



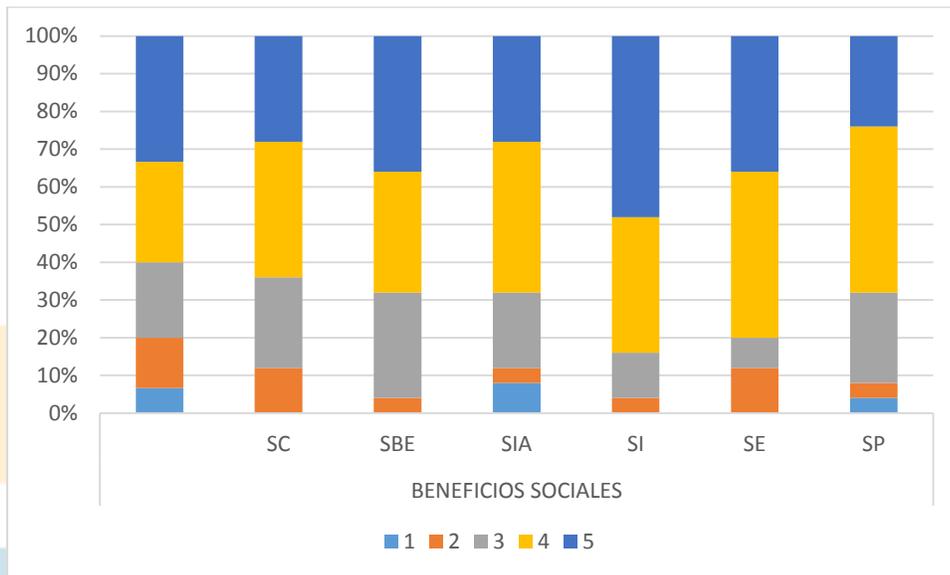
Fuente: Autor

En la ilustración 13, aunque las variaciones fueron poco perceptibles, se presentó mayor importancia en los beneficios económicos **SPM** con un 56%, el servicio **PA** 52 % y el **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, en donde el principal uso 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 sobre-explotación, 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**, puesto 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 **reciclaje de nutrientes** fue de 1,63% y la **formación del suelo** en 1,59%, indicando 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 al tipo de beneficios que brindan, como se evidencia en la ilustración 14.

Ilustración 13. Servicios Ecosistémicos Sociales



Fuente: Autor

De acuerdo a la Ilustración 14, los servicios ecosistémicos sociales de mayor importancia son el **SI** con un 48%, **SE** 36% y el de **SBE** 36%. Sin embargo, el estudio de Muñoz *et al.* (2017), muestra los beneficios sociales de los servicios ecosistémicos, presentando 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%; Belleza escénica en 1,64%, mostrando coherencia con este estudio, según la importancia que indicaron los respectivos expertos, que son más fundamentados en investigación, belleza que genera oportunidad para la satisfacción del espíritu, a través de los atributos del paisaje.

5.3.2 Jerarquización y calificación de los SE

5.3.2.1 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 los siguientes valores.

Tabla 5. Jerarquización y calificación de los servicios ecosistémicos de bosques de Guadua

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

Fuente: Autoría

De acuerdo con la tabla 5, el valor obtenido de la suma de calificación corresponde a 2495, indicando que es de mayor importancia, en cambio la jerarquización fue de 1990, siendo menor el grado de importancia, sin embargo el estudio de Muñoz *et al.* (2017) donde la jerarquización presento 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, sociales y ecológicos mostrando una alta importancia principalmente en los ecológicos y muy poco importante en 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.

5.3.2.2 Peso relativo de jerarquización y calificación

Según los resultados del peso relativo de la Tabla 6, se obtuvo 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	
	Jerarquización	Calificación
<u>Beneficios Ecológicos</u>		
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
<u>Beneficios Sociales</u>		
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
<u>Beneficios Económicos</u>		
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: Autor

Según la tabla anterior los **SE** que tiene mayor peso relativo en los ámbitos Ecológicos 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%; **H** con 5,38% y 5,73%, los del ámbito social que corresponden a ser más importantes son **SI** con un 5,38% y 4,21%; **SE** con un 5,08% y 3,97%; **SBE** con un 5,03% y 3,77%; sin embargo el estudio de Muñoz *et al*, (2017), indica que el de mayor peso relativo son los servicios investigación, educación y patrimonio cultural. Siendo estos resultados coherentes con el presente estudio. En el ámbito Económico según los resultados del estudio 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%; sin embargo, los resultados del estudio de Muñoz *et al*, (2017) mostraron que los más importantes fueron productos forestales no maderables, rigiendo gran diferencias en las respectivas encuestas ya que en este estudio valorizan los más estandarizados en sostenimiento ambiental.

5.3.2.3 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*

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

Fuente: Autor

Según la tabla 7, los SE con mayor peso combinado fueron los de Beneficio Ecológico, tales como: Regulación de ciclo Hidrológico, Regulación climática, regulación de erosión, regulación de nutrientes y el de Hábitat; en el ámbito de 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, 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 de acuerdo a sus roles.

Así como lo relaciona 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 de IAvH (2014), de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, resalta los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, ya sean económicos o culturales. También los servicios de aprovisionamiento como los alimentos, agua potable, leña, fibra, productos químicos biológicos, 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, polinización, son los de mayor alto valor, ya que son importantes para el equilibrio. Los beneficios culturales, por ejemplo: espiritual y religioso, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, ubicación, herencia cultural, presentaron valores medios de importancia, por los expertos.

6. CONCLUSIONES

La caracterización de los rodales de guadua permitió definir su composición actual, especificando cada uno de los estados de desarrollo de la especie, en donde la guadua sobremadura ocupa el 34,7 %, la verde y madura con porcentajes similares del 21,4% y 21,1%, respectivamente; guadas cortadas y rebrotes con el porcentaje más bajo, correspondiente a 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: SE ecológicos, en 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, en donde se encuentran los 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, en donde 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 *Guadua Angustifolia* Kunth, 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.

7. 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 *Guadua angustifolia* Kunth en el departamento.
- Incluir la *Guadua angustifolia* Kunth, 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 *Guadua angustifolia* Kunth, 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 *Guadua angustifolia* Kunth 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 BIBLIOGRÁFICAS

Ander-Egg, E. (1995). *Técnicas de Investigación Social* (Cuarta ed.). Mexico, Mexico.

Asamblea Departamental del Huila. (10 de Junio de 2016). Gobernación del Huila. Obtenido de <http://www.huila.gov.co/>.

Arango-Arango, Á. M., Camargo-García, J. C., & Castaño-Rojas, J. M. (Abril de 2017). *Aproximación al cálculo de la sostenibilidad de bosques de guadua (Guadua angustifolia Kunth.) mediante el uso de análisis energético*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/rt/printFriendly/57478/64815

Boñón, G. H. (2013). *ESTUDIO DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/EE_SE_primera_version_diciembre_2013.pdf

Camargo García, J. C., & Kleinn, C. (Noviembre de 2010). *Curvas de longitud y funciones de volumen para guadua bambu (Guadua angustifolia Kunth) para la región cafetalera de Colombia*. Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-010-0411-2>

Camargo, J. c., Rodríguez, J. A., & Arango, A. M. (s.f.). *Crecimiento y fijación de carbono en una plantación de guadua en la zona cafetera de Colombia*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5987/13.Camargo.pdf>

CARDER. (2 de Mayo de 2003). *RESOLUCIÓN N° 703*. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de <http://corponarino.gov.co/expedientes/tramites/R-0703.pdf>

Castaño, F. Moreno R.D. 2004. *Guadua para todos*. Convenio GTZ-Proyecto Manejo Sostenible de Bosques en Colombia. Bogotá.

Chará, J., Giraldo, L. P., Chará, A. M., & Pedraza, G. X. (Diciembre de 2010). *Beneficios de los corredores ribereños de Guadua angustifolia en la protección de ambientes*. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8443/Beneficios_de_los_corredores_riberenos2.pdf

CORTE CONSTITUCIONAL. (25 de Mayo de 2017). *DECRETO LEY 870 DE 2017* . Recuperado el 26 de Agosto de 2018, de

https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2017/10/decreto_ley-870_pago_servicios_ambientales_2017.pdf

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM. (2009). POMCH Rio Guarapas. Recuperado el Diciembre de 2017, de <http://www.cam.gov.co/recurso-hidrico/pomch/category/81-rio-guarapas.html>

Dane, J. H. (2002). *Methods of soil analysis physical methods*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=sibe01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=024741>

Encinas, G. C. (2018). *Importancia y Aplicaciones del inventario forestal*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3033/Technical/TFL-SPD-030-12-R1-M-Manual-Practico-InventarioForestal.pdf

FAO. (2018). *Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS)*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-inventory/basic-knowledge/es/>

FAO. 2018. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulating-services/es/>

Fonseca-González, W., & Roja - Vargas, M. (2016). *Acumulación y predicción de biomasa y carbono en plantaciones de bambú en Costa Rica*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420831>

Gentry, A. H. (1988). *La riqueza de especies arbóreas de los bosques superiores amazónicos*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.pnas.org/content/85/1/156.short>

Herrera, P. B. (2012). *ARTÍCULO II. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PRIORITARIOS (SEP)*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11554/7293>

Hernández Londoño, A., Montoya Arango, J. A., & Camargo García, J. C. (2015). *Análisis del ciclo de vida aplicado a la fase de extracción de guadua, en el Eje Cafetero colombiano*. Recuperado el 26 de Agosto de 2018, de <http://bco.catie.ac.cr/portal-revistas/index.php/RRNA/article/view/33>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2014). *Simposio "Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos"*. Obtenido de <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/actualidad/item/472-simposio-valoracion-biodiversidad?highlight=YTozMDp7aTowO3M6MTM6ImJpb2RpdmVyc2lkYWQjO2k6MTtzOjE0OiJiaW9kaXZlcnNpZGFkYjI7aToyO3M6MTU6ImJpb2RpdmVyc2lkYWQnLiI7aTozO3M6MzoibG9zIjtpOjQ7czoxMjoiY29uY2Vw>

- Jaime Eduardo Muñoz Florez, X. L. (2010). *Diversidad y estructura genética de Guadua angustifolia en la Ecorregión Cafetera colombiana*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de <http://bco.catie.ac.cr/portal-revistas/index.php/RRNA/article/view/89>
- Joaquín Ortega, F., & Villarreal Artunduaga, J. R. (2014). *CARACTERIZACIÓN FORESTAL Y PRODUCTIVA DE LA GUADUA (Guadua angustifolia Kunth), EN LOS MUNICIPIOS DE SALADOBLANCO Y TIMANA AL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/8620/1/12240404.pdf>
- Kent, M. a. (1995). *Vegetation description and analysis. A practical approach*. John Wiley & Sons. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xHnXf0wHdgQC&oi=fnd&pg=PT9&dq=Kent,+M.+and+Coker,+P.,+1995+%E2%80%93+Vegetation+description+and+analysis.+A+practical+approach.+John+Wiley+%26+Sons.&ots=HU3EZi_D2Y&sig=FWpE5iRyPRMVGbRR49vevqvjjIQ#v=onepage&q&f=fa
- Kleinn, C., & Morales-Hidalgo, D. (Octubre de 2006). *An inventory of Guadua (Guadua angustifolia) bamboo in the Coffee Region of Colombia*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-006-0129-3>
- Londoño, X. (2001). Sociedad colombiana del bambú. Presentado en el I Seminario Bamboo 2001, 8-10 Agosto, Guayaquil, Ecuador.
- Martin-Lopez, B.-L. (2007). *Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional*. Recuperado el 26 de Agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54016308>
- Méndez Pedroza, N. M. (Diciembre de 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. Ávila, España. Obtenido de <http://ucav.odilotk.es/opac?id=00045859>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING Biodiversity Synthesis*. Recuperado el 26 de Agosto de 2018, de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- MINAAMBIENTE. (1974). *DECRETO 2811 DEL 18 DE DICIEMBRE DE 1974*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf

- MINAMBIENTE. (31 de Agosto de 2012). *Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistematicos*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos#documentos>
- MINAMBIENTE. (24 de Octubre de 2016). *Resolución 1740* . Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/50-resolucion-1740.pdf>
- Ministerio De Comercio, Industria Y Turismo Artesanías de Colombia S.A. (2003). *NFORME DE PARCELA DEMOSTRATIVA CONDUCENTE AL REPOBLAMIENTO DE LA GUADUA UTILIZADA EN LA ELABORACION DE ARTESANIAS EN EL EJE CAFETRO*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.artesantiasdecolombia.com.co/propiedadintelectual/comunidades/artesantias-colombia-guadua-eje-cafetero.pdf>
- Muñoz.L.J., C. R. (Diciembre de 2017). *Beneficios de los bosques de guadua como una aproximación a la valoración de servicios ecosistémicos desde la “Jerarquización y Calificación”*. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/66603>
- ORTEGA, F. O., & VILLARREAL ARTUNDUAGA, J. R. (2014). *CARACTERIZACIÓN FORESTAL Y PRODUCTIVA DE LA GUADUA (Guadua angustifolia Kunth), EN LOS MUNICIPIOS DE SALADOBLANCO Y TIMANA AL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/8620/1/12240404.pdf>
- Ospina, R., & Finegan, B. (2004). *Variabilidad florística y estructural de los bosques dominados por Guadua angustifolia en el eje cafetero colombiano*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://bco.catie.ac.cr/portal-revistas/index.php/RRNA/article/view/347>
- QGIS. (s.f.). *QGIS Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://www.qgis.org/es/site/>
- QUÉTIER, F., TAPPELLA, E., CONTI, G., CÁCERES, D., & DÍAZ, S. (Diciembre de 2007). *Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/html/539/53908503/>
- RAMA LEGISLATIVA. (20 de Abril de 2006). *Ley 1021 de 2006*. Recuperado el 24 de Agosto de 2018, de https://www.arlsura.com/images/stories/ambiental/interes_gral/ley_1021_2006.pdf

Stefan Schmidt, A. M. (03 de Marzo de 2016). *Uncertainty of Monetary Valued Ecosystem Services – Value Transfer Functions for Global Mapping*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0148524>

SIGGUADUA. (2018). *BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LA GUADUA EN COLOMBIA (Guadua angustifolia Kunth)*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de http://www.sigguadua.gov.co/sites/default/files/archivos/bienes_y_servicios_guadua.pdf

TIEMPO, J. C. (10 de Febrero de 2001). *SIEMBRE GUADUA Y COSECHE BENEFICIOS*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2018, de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-633775>

Valencia-E.J., R. P.-M.-R. (18 de Julio de 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*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/downloads/Lunazul45_3.pdf

Velez, S. (2018). “*Símbolo y búsqueda de lo primitivo*”. Obtenido de LA GUADUA ANGUSTIFOLIA “El Bambú Colombiano”: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf