



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD EN
COMPENSACIONES FORESTALES: CÁLCULO DE
SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y DIVERSIDAD**

Autor(es)

Brayan Alexander Giraldo Garcés

Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería
Medellín, Colombia
2021



Estudio de la efectividad en compensaciones forestales: Cálculo de servicios
ecosistémicos y diversidad

Brayan Alexander Giraldo Garcés

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para
optar al título de:

Ingeniero Ambiental

Asesores (a):

Zorayda Restrepo Correa – Ingeniera forestal.

Daniela Builes Salazar – Ingeniera ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Madelin, Colombia
2021.

ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD EN COMPENSACIONES FORESTALES: CÁLCULO DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS Y DIVERSIDAD.

Resumen

Colombia, es un país que ha mostrado mediante sus leyes su inclinación hacia la protección de sus recursos naturales, las falencias institucionales del sector y la falta de conocimiento por parte de algunos usuarios de los recursos naturales han causado que su aprovechamiento no se haga de una forma responsable, poniendo en riesgo tanto su conservación como su protección. En Colombia existe una normatividad ambiental extensa y diversa en cuanto a los bosques y la flora silvestre que en ocasiones es desconocida en el momento de ejecutar cualquier actividad y/o proyectos que implican un impacto negativo sobre el medio ambiente. Con el desarrollo de este estudio se busca ilustrar la efectividad de las compensaciones forestales exigidas por la autoridad ambiental en los procesos de aprovechamiento forestal, identificando las falencias de estas compensaciones en ámbitos de captura de carbono y diversidad, para esto se realizaron mediciones dasométricas de la compensación ambiental del proyecto NATIVO AGUA y mediante la ecuación (1) convertimos estos datos en términos de biomasa la cual se compara con la biomasa total de los individuos arbóreos aprovechados para la construcción del proyecto. Como resultado de este estudio se puede concluir que las compensaciones ambientales no están siendo eficaces en cuanto a la captura de carbono por lo que es muy importante al momento de realizar una compensación forestal definir un hábitat adecuado de acuerdo a los requerimientos de los tipos de especies a sembrar.

Introducción

Los bosques brindan muchos beneficios intangibles para la vida, como la protección de las cuencas hidrográficas, la regulación del clima local y global, el ciclo de los nutrientes, la detención de la erosión del suelo, entre otros (Ninan KN & Makoto Inoue, 2014). Los países de Latinoamérica abarcan recursos forestales de gran importancia, los cuales contribuyen tanto al desarrollo de la sociedad como al bienestar de la misma. Dicho desarrollo y bienestar se exhibe en distintos puntos de vista, ya sea desde el punto de vista ecológico (fuente de diversidad biológica, protección de fuentes hídricas, refugio para la vida silvestre, entre otros), hasta el punto de vista socioeconómico (generación de ingresos a través del empleo, abarcando necesidades básicas de las comunidades rurales) (FAO, 2013).

Las presiones de las actividades antrópicas que llevan a la fragmentación, pérdida y degradación de los bosques (FAO,2015) ya han causado una gran y acelerada disminución y homogeneización de la biodiversidad, En conjunto, estas tendencias en la cobertura y el estado de los bosques son una preocupación importante, no solo por las implicaciones para la conservación de la biodiversidad, sino también

porque los bosques proveen una amplia gama de servicios ecosistémicos de importancia crítica (Brockhoff & Castagnyrol, 2017).

El aprovechamiento forestal aumenta cada vez más a causa del aumento de la población y la expansión urbana lo que hace necesario cada vez talar más árboles. Los ecosistemas forestales han estado ligados a una dinámica continua entre la deforestación y la forestación. Evaluar los efectos de estos procesos sobre la biodiversidad podría ser fundamental para la planificación de la conservación, las decisiones de gestión después de grandes perturbaciones son esenciales para la velocidad y dirección de la regeneración del ecosistema (Vânia et al., 2010). "Los proyectos de compensación son muy variables y dependen de numerosas suposiciones, la mayoría de las cuales son susceptibles de sesgo y errores de medición" (Malmsheimer et al. 2011; Oliver 2013). Por lo que se hace necesario evaluar que tan eficientes son las compensaciones ambientales que exige la autoridad ambiental después de un aprovechamiento forestal.

Objetivos

Objetivo general

Validar las compensaciones forestales establecidos por la autoridad ambiental en términos de diversidad y servicios ecosistémicos, necesario para identificar, si estas compensaciones realmente están cumpliendo con los objetivos por los cuales fueron planteados y establecer unas medidas y recomendaciones a este tipo de compensaciones.

Objetivos específicos

- Realizar los cálculos de servicios ecosistémicos de captura de carbono.
- Realizar métricas de diversidad.
- Identificar si las especies requeridas por la autoridad ambiental son acordes con la diversidad, estructura y dinámica de los ecosistemas andinos.

Marco Teórico

Servicios ecosistémicos y diversidad

- Aunque la identificación deliberada del tipo de bienes y servicios que las personas obtienen de la naturaleza (por ejemplo, caza, alimento, materiales de construcción, medicinas y otros) no es nueva, ha recibido una atención cada vez más grande en los últimos años bajo el lema de "servicios de la naturaleza" o "servicios de los ecosistemas"; sin embargo, el concepto sigue siendo multiforme y se usa con una amplia variedad de otros términos, como

servicios ecológicos, paisajísticos o ambientales (Lamarque et al., 2011). Estas discrepancias léxicas, de hecho, son el resultado de diferentes formas de entender el concepto, lo que podría confundir su uso en la conservación de la naturaleza o el uso sostenible de los recursos. Este concepto no solo se ha utilizado ampliamente para llamar la atención sobre la importancia de los beneficios que las personas reciben de la biodiversidad y los ecosistemas, sino que también se ha convertido en un concepto útil para enmarcar el estudio de las relaciones entre la naturaleza, incluidas las especies, los ecosistemas completos y los medios de vida de las comunidades que lo utilizan o se benefician de él (Lamarque et al., 2011). Los estudios de diversidad biológica y multifuncionalidad del ecosistema han hallado que se necesita más diversidad de especies para proporcionar funciones múltiples porque diferentes especies promueven funciones diferentes en los ecosistemas (Forest et al., 2011).

Compensaciones forestales

La compensación ambiental es considerada una herramienta para contrarrestar las problemáticas socioambientales, mejorar la equidad de la conservación y fomentar el desarrollo sostenible. La complejidad de los sistemas socioecológicos pueden determinar de qué manera las compensaciones se interpretan de forma local para producir resultado (Natasha Pauli, 2019). Estas compensaciones están apareciendo como un método cada vez más usado para alcanzar beneficios ambientales, con políticas de compensación que se están presentando en una gran cantidad de países. Existen seis puntos clave para realizar compensaciones: "(1) equivalencia de los impactos del proyecto con las ganancias de compensación; (2) ubicación de la compensación relativa al sitio del impacto; (3) "adicionalidad" (una nueva contribución a la conservación) y tipos aceptables de compensaciones; (4) calendario de impactos del proyecto versus beneficios compensados; (5) duración de la compensación y cumplimiento; y (6) ratios de reemplazo de "moneda" y mitigación" (Bruce, McKenney & Kiesecker, 2010).

Sistema Local de Áreas Protegidas Envigado (SILAPE)

Según el acuerdo N°009 16 DE MARZO DE 2016, por el cual se adopta y reglamenta el Sistema de áreas Protegidas de Envigado, en su artículo primero define El SISTEMA LOCAL DE AREAS PROTEGIDAS DEL MUNICIPIO DE ENVIGADO (SILAPE), como el conjunto de áreas públicas y privadas de interés ecosistémico para el Municipio. Los actores sociales e institucionales y las estrategias e instrumentos de gestión para la protección y conservación de los ecosistemas estratégicos y las áreas protegidas en beneficio del desarrollo local y regional.

Así mismo según este acuerdo, el objetivo general del SILAPE es contribuir en la identificación, conservación, gestión y debido manejo de los ecosistemas estratégicos y las áreas protegidas en jurisdicción del municipio, articulando dichas acciones a escalas de gestión departamental, regional y nacional que fortalezcan la sostenibilidad del territorio y la oferta de servicios ecosistémicos indispensables para el bienestar humano, mediante el logro efectivo de los objetivos de conservación que se establecen en este sistema y su contribución al logro de los objetivos nacionales contemplados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

Aprovechamiento forestal

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015, se establecen los tipos de aprovechamiento, las actividades asociadas al aprovechamiento forestal y, en términos generales, los requerimientos para lograr el aprovechamiento forestal, tanto en bosques naturales como en plantaciones forestales. Este decreto consagra el aprovechamiento forestal como “la extracción de productos de un bosque y comprende desde la obtención hasta el momento de su transformación”. Este mismo decreto define un árbol aislado como aquel que no hace parte de un bosque natural.

Respecto al aprovechamiento forestal en el Área Metropolitana en el Valle de Aburrá, se deben tener en cuenta los documentos que regulan dicho tema, estos son:

- **Acuerdo Metropolitano No 19 de 2017:** “Por el cual se adoptan lineamientos y determinaciones en torno a la gestión del espacio público verde urbano, se crea el Fondo Verde Metropolitano y se reglamenta la reposición por tala autorizada de árboles en el área urbana del Valle de Aburrá.”
- **Resolución Metropolitana No 002247 de 2018:** “Por medio de la cual se adopta el modelo que establece la Unidad de Valor Ecológico – UVE – para el arbolado urbano, y se toman otras determinaciones.”
- **Resolución Metropolitana No 002248 de 2018:** “Por la cual se conforma el Fondo Verde metropolitano y se adoptan los lineamientos para su administración y funcionamiento.”
- **Resolución Metropolitana No 003677 de 2018:** “Por medio de la cual se establecen condiciones adicionales para los trámites de aprovechamiento forestal adelantados ante el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.”

Metodología

En lo que concierne a la primera fase (investigación) se realizó una revisión bibliográfica respecto al aprovechamiento forestal y su normatividad, servicios ecosistémicos y rasgos funcionales. Posteriormente, se seleccionó un proyecto constructivo llamado "NATIVO AGUA" en el municipio de Envigado en el cual se realizó un aprovechamiento forestal de treinta (30) individuos arbóreos de diferentes especies los cuales obstaculizaban la construcción de dicho proyecto. Por la tala de estos treinta (30) individuos el proyecto debía reponer novecientos (900) individuos arbóreos según la Resolución Metropolitana 10-000208 del 13 de febrero de 2017 como medida de compensación. Estos individuos fueron sembrados en una zona de SILAPE (sistema local de áreas protegidas de Envigado) autorizada por el AMVA (Área Metropolitana del Valle de Aburra) en la vereda del Vallano municipio de Envigado.

Para la correcta realización de este estudio se tomaron tres (3) inventarios forestales en los que se tuvieron en cuenta rasgos funcionales tales como el DAP (diámetro a la altura del pecho), altura y densidad de la madera: El primer inventario fue el presentado ante la autoridad ambiental el cual contiene los treinta (30) árboles que se presentaron para aprovechar, el segundo inventario se realizó en un vivero en el municipio de Envigado en el cual se tomaron las medidas de DAP y Altura a las especies de árboles que fueron autorizadas como compensación de este aprovechamiento forestal con el fin de saber que tan eficaz es la compensación en termino de servicios ecosistémicos y diversidad, partiendo de sus medidas dendrométricas en el momento en que se realiza la siembra, el tercer inventario forestal se realizó en la vereda del Vallano en el municipio de Envigado en donde se tomaron las medidas dendrométricas de 294 de los 900 árboles luego de 2 años de haber sido sembrados y se escaló el cálculo de la biomasa para los 294 árboles medidos en campo a los 900 árboles sembrados como compensación, esto en pro de conocer la evolución de estas especies en el lugar de siembra y mirar que tan eficaz ha sido esta compensación en términos de servicios ecosistémicos y diversidad a través del tiempo.

La Biomasa total de cada uno de los inventarios se halló mediante la ecuación 1. Que es una ecuación construida mediante modelos de regresión lineal en el artículo de (Zapata et al., 2015).

$$B = \exp(\beta_0 + \beta_1 \ln(\text{DAP}) + \beta_3 (\rho)) \quad (1)$$

Dónde,

B: Biomasa total

DAP: Diámetro a la altura de pecho

ρ : Densidad de la madera

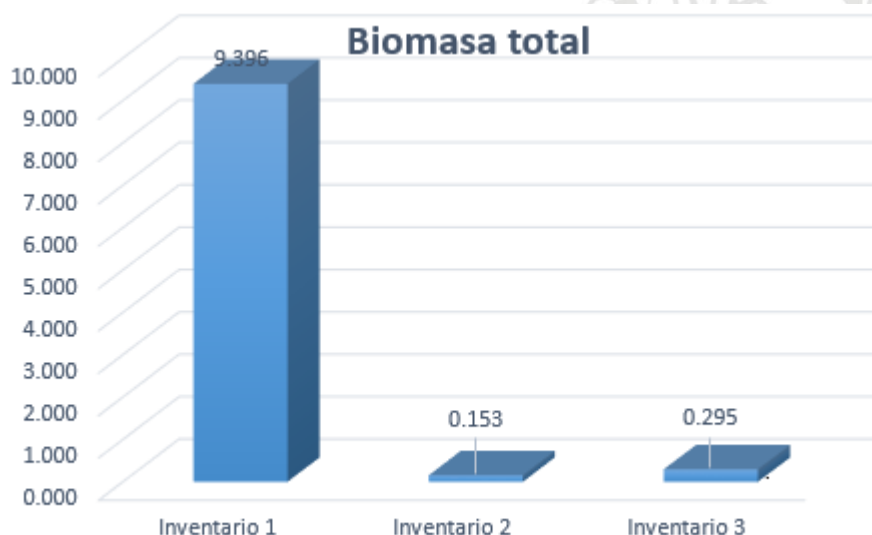
$\beta_0, \beta_1, \beta_3$: Parámetros de regresión

Resultados y análisis

Al identificar y evaluar la compensación del proyecto "NATIVO AGUA" ubicada en la vereda el Vallano del municipio de Envigado, encontramos algunas especies como *Quercus humboldtii* (Roble), *Cecropia peltata* (Yarumo), *Inga edulis* (Guamo), *Psidium guajava* (Guayabo) que han tenido un buen desarrollo en el lugar donde fueron sembrados, pero también se encontró que otras especies como *Clusia multiflora* (Chagualo), *Myrsine coriácea* (Espadero), *Persea caerulea* (Aguacatillo), *Myrcianthes leucoxylla* (Arrayan) no han presentado un buen crecimiento debido a las condiciones de vida del lugar en donde fueron sembrados, este análisis se basa en las medidas dasométricas que se realizaron a estas especies en la zona.

Según los cálculos de Biomasa total acumulada arrojada para cada uno de los inventarios: Inventario 1 (una biomasa total de 9.396 kg), Inventario 2 (una biomasa total de 0.153 kg) y el Inventario 3 (una biomasa total de 0.295 kg). Como se ilustra en la Figura (1) las compensaciones ambientales no están siendo eficaces en cuanto a la captura de carbono tanto en el momento de la siembra como lo representa la biomasa total calculada para el Inventario 2, ni para los 294 árboles inventariados después de 2 años de su siembra como lo ilustra la biomasa total calculada en el Inventario 3. También es importante resaltar, que los árboles talados para la construcción del proyecto NATIVO AGUA se encontraban en la zona urbana del municipio de Envigado por lo que representaban un papel importante en cuanto a la captura de material particulado ya que tenían interacción directa con las emisiones del parque automotor y de las construcciones urbanísticas del municipio, mientras que los arboles sembrados como compensación forestal se encuentran en la zona rural del municipio en la cual se nota considerablemente una disminución en el flujo del parque automotor y en construcciones urbanísticas.

Figura (1) Biomasa total acumulada para cada inventario.



Por otro lado, la riqueza de diversidad de las especies presenta una disminución en la compensación forestal, ya que los 30 árboles talados estaban representados por 25 especies distribuidas en 24 géneros y 14 familias, mientras que los 900 árboles sembrados como medida de compensación están representados por 12 especies distribuidas en 12 géneros y 10 familias como se ilustra en la tabla (1).

Tabla 1. Diversidad de especies

	Genero	Familia	Especie	Nombre común
Especies arbóreas aprovechadas	<i>Spondias</i>	Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo
	<i>Syagrus</i>	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palma de azúcar
	<i>Azadirachta</i>	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Neem
	<i>Albizia</i>	Fabaceae	<i>Albizia saman</i>	Saman
	<i>Hyophorbe</i>	Arecaceae	<i>Hyophorbe verschaffeltii</i>	Palma huso
	<i>Persea</i>	Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo
	<i>Zanthoxylum</i>	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Tachuelo
	<i>Persea</i>	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate
	<i>Schinus</i>	Anarcadiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Falso pimienta
	<i>Swietenia</i>	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba
	<i>Leucaena</i>	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena
	<i>Calliandra</i>	Fabaceae	<i>Calliandra pittieri</i>	Carbonero
	<i>Bunchosia</i>	Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i>	Confite
	<i>Jacaranda</i>	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Gualanday
	<i>Fraxinus</i>	Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	Urapan
	<i>Pachira</i>	Malvaceae	<i>Pachira speciosa</i>	Cataño
	<i>Syzygium</i>	Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i>	Pero de agua
	<i>Mangifera</i>	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango
	<i>Caesalpinia</i>	Fabaceae	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Acacia amarilla
	<i>Anarcadium</i>	Anarcadiaceae	<i>Anarcadium excelsum</i>	Caracoli
	<i>Lafoensia</i>	Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacan de manizales
	<i>Trema</i>	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Zurrumbo
	<i>Cedrela</i>	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
	<i>Inga</i>	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guamo
<i>Juglans</i>	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	
Especies	<i>Persea</i>	Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo

arbóreas compensación	<i>Myrcianthes</i>	<i>Myrtaceae</i>	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	Arrayan
	<i>Cedrela</i>	<i>Meliaceae</i>	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
	<i>Clusia</i>	<i>Clusiaceae</i>	<i>Clusia multiflora</i>	Chagualo
	<i>Podocarpus</i>	<i>Podocarpaceae</i>	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Chaquiro
	<i>Alchornea</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Alchornea triplinervia</i>	Escobo
	<i>Myrsine</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Myrsine coriácea</i>	Espadero
	<i>Inga</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Inga edulis</i>	Guamo
	<i>Psidium</i>	<i>Myrtaceae</i>	<i>Psidium guineense</i>	Guayabo
	<i>Licaria</i>	<i>Lauraceae</i>	<i>Licaria limbosa</i>	Laurel amarillo
	<i>Quercus</i>	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus humboldtii</i>	Roble
	<i>Cecropia</i>	<i>Urticaceae</i>	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo

La composición de especies encontrada en este estudio corresponde con la flora nativa de la región andina por lo que las especies de árboles aceptadas por la autoridad ambiental para la compensación forestal, son especies que van acorde con la estructura y la dinámica de los ecosistemas andinos, sin embargo, el desarrollo de cada especie varía según sus necesidades de luz y de recursos, por lo que garantizar una zona de vida propicia para cada especie facilitaría la reposición de los servicios del ecosistema en relación a las interacciones que tienen lugar entre los diversos usos de la tierra (Cortés et al., 2020).

También se consideró importante analizar la biomasa que tenían las especies taladas que se encontraban en el inventario 1 y que es ilustrada en la Figura (3) y compararla con la biomasa actual de las especies sembradas luego de 2 años la cual es ilustrada en la Figura (2), como se puede observar en la Figura (3) las especies que más biomasa tenían acumulada son *Persea caerulea* (Aguacatillo) y *Anarcadium excelsum* (Caracoli) y las especies que menos biomasa tenían acumulada son *Mangifera indica* (Mango) y *Trema micrantha* (Zurrumbo). Por otro lado, como se observa en la Figura (2) las especies sembradas que más biomasa acumulada tienen en la actualidad son *Quercus humboldtii* (Roble) y *Cecropia peltata* (Yarumo) y las que menos biomasa acumulada tienen son *Inga edulis* (Guamo) y *Persea caerulea* (Aguacatillo).

Figura (2) Promedio biomasa por especie para el inventario 3

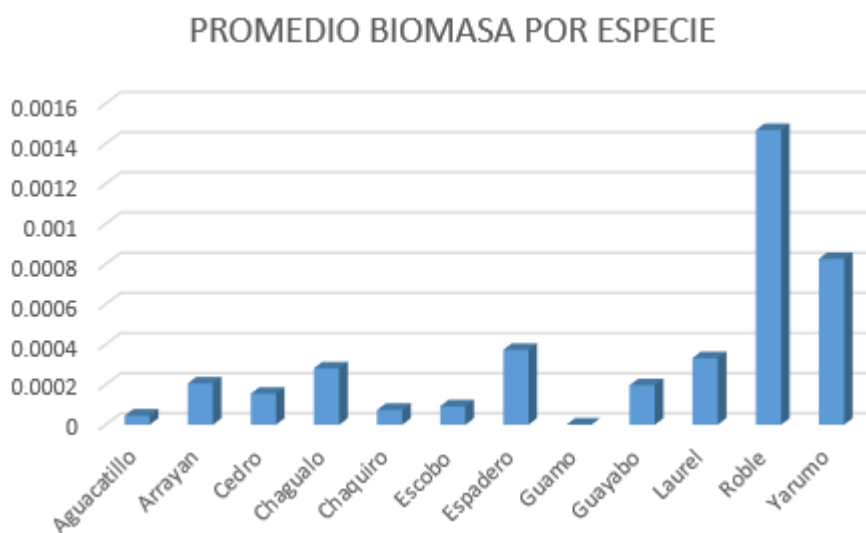
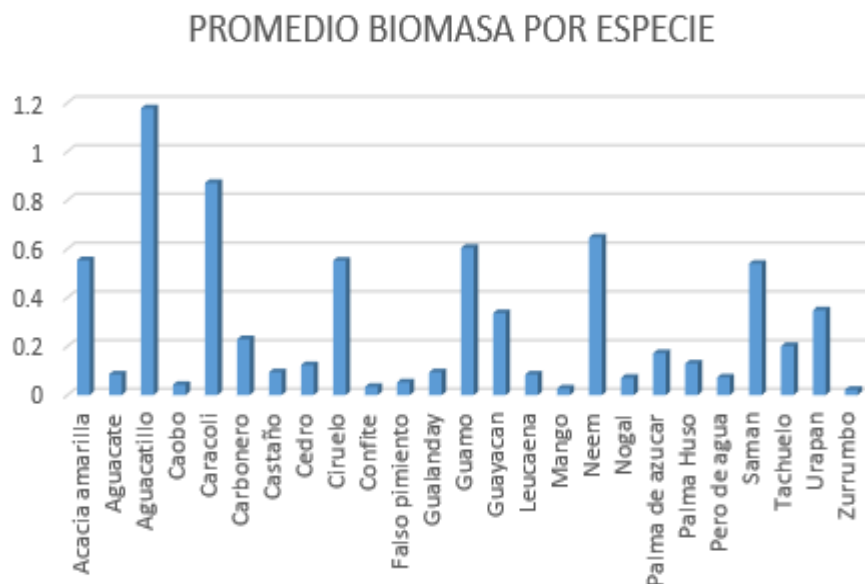


Figura (3) Promedio biomasa por especie para el inventario 1



Conclusiones

- El aprovechamiento forestal de árbol aislado para el desarrollo de proyectos urbanos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, es una actividad que se debe llevar a cabo de forma constante debido a la expansión urbana que se presenta hoy en día, por ende, es de gran importancia que el aprovechamiento del recurso forestal se realice con los más altos criterios técnicos, garantizando así la conservación y el manejo apropiado de estos recursos.
- Se logró identificar que existen las falencias en cuanto al balance de los servicios ecosistémicos y la diversidad de especies en las compensaciones forestales.
- Aunque las proporciones exigidas por la autoridad ambiental para compensar un árbol talado son grandes, estas no logran igualar los servicios ecosistémicos prestados por este individuo arbóreo en un corto-medio periodo de tiempo.
- La expansión de proyectos urbanísticos es muy importante debido al alto crecimiento poblacional, por lo que se requiere el aprovechamiento de los recursos de una manera sostenible, sin embargo, se debe velar por la conservación de los individuos arbóreos en la medida de lo posible ya que igualar los servicios ecosistémicos que estos árboles maduros prestan son difíciles de alcanzar en cortos-medios periodos de tiempo.

Referencias Bibliográficas

- (1) Brockerhoff, E.G., Barbaro, L., Castagneyrol, B. et al. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodivers Conserv* 26, 3005–3035 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2>
- (2) Gracie Verde Selva, Natasha Pauli, Milena Kiatkoski Kim & Julian Clifton. Can environmental compensation contribute to socially equitable conservation? The case of an ecological fiscal transfer in the Brazilian Atlantic forest. Sept 2019, Pages 931-948. <https://doi.org/10.1080/13549839.2019.1663800>
- (3) Isbell, F., Calcagno, V., Héctor, A. et al. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature* 477, 199–202 (2011). <https://doi.org/10.1038/nature10282>.
- (4) KN Ninan y Makoto Inoue. Valuing forest ecosystem services: case study of a forest reserve in Japan. August 2014, Pages 245–268. <https://doi.org/10.4337/9781781955161.00023>.
- (5) Laura Isabel Zapata, Zorayda Restrepo Correa, Brayan Steven Duque, Juan Carlos Andres Rodriguez, Esteban Alvarez Davila. Cuantificación directa de los servicios ecosistémicos de mejoramiento de la calidad del aire por el arbolado urbano en la ciudad de Medellín. Octubre 2015.
- (6)) Lorena Cortés-Ballén, Shirley Camacho-Ballesteros, Mauricio Matoma-Cardona. Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). March 2020. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>
- (7) McKenney, B.A., Kiesecker, J.M. Policy Development for Biodiversity Offsets: A Review of Offset Frameworks. *Environmental Management* 45, 165–176 (2010). <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9396-3>.
- (8) ORG, F. (2013). Estado de la información forestal en Colombia. Depósito de documentos de la Fao.
- (9) Pénélope Lamarque, Fabien Quétier, Sandra Lavorel. The diversity of the ecosystem services concept and its implications for their assessment and management Implications de la diversité des définitions du concept de service des écosystèmes pour leur quantification et pour son application à la gestion. *Volume 334*, May 2011, Pages 441-449. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.11.007>.

(10) Thomas Ranius, Aino Hämäläinen, Gustaf Egnell, Bengt Olsson, Karin Eklöf, Johan Stendahl, Jörgen Rudolphi, Anna Sténs, Adam Felton. The effects of logging residue extraction for energy on ecosystem services and biodiversity: A synthesis. Volume 209, March 2018, Pages 409-425.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.048>.

(11) Vânia M.Proença, Henrique M.Pereira, João Guilherme, Luís Vicente. Plant and bird diversity in natural forests and in native and exotic plantations in NW Portugal. Volume 36, March 2010, Pages 219-226.
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.01.002>

