



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Valoración integral de los servicios ecosistémicos asociados al bosque seco tropical en el municipio de Chaguaní (Cundinamarca) para una sostenibilidad incluyente

Edith Amalia Cubillos Cubillos

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales
Bogotá, Colombia
2020

Valoración integral de los servicios ecosistémicos asociados al bosque seco tropical en el municipio de Chaguaní (Cundinamarca) para una sostenibilidad incluyente

Edith Amalia Cubillos Cubillos

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Ph.D. Alexander Rincón Ruiz

Línea de Investigación:

Economía y Ambiente

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales

Bogotá, Colombia

2020

“Quien planta árboles está al lado de la eternidad. Nuestra codicia legítima de más bosques es la búsqueda de una humanidad más humana”

Joaquín Araújo

Resumen

Con el fin de contribuir a la gestión sostenible territorial del bosque seco tropical (BST) del municipio de Chaguaní – Cundinamarca, ecosistema que se encuentra actualmente amenazado por la actividad ganadera y que ha perdido la mayoría de su vegetación natural. Se realizó la valoración integral para el servicio ecosistémico (SE) priorizado por la comunidad de almacenamiento y secuestro de Carbono por medio de encuestas semiestructuradas y el software inVEST. La valoración ecológica mostró niveles muy bajos en las coberturas naturales del SE con un valor 3,35 Ton/ha. La valoración económica presentó un valor estimado de \$26.543.000 del secuestro de Carbono, este valor es muy bajo a lo reportado en otras áreas de BST, reflejando una pérdida económica para el servicio. La valoración social evidenció que la mayoría de la comunidad percibe una importancia alta del SE, pero este se encuentra en amenaza por la pérdida de vegetación y desconocimiento de la funcionalidad del BST. La relación de trade-offs entre SE, evidencia que se favorece o incrementa los servicios de abastecimiento causando el deterioro de los servicios de regulación y culturales. Los resultados en el presente trabajo demuestran la necesidad de implementar estrategias de recuperación y conservación del BST para garantizar sus SE, trabajar con la comunidad para generar conocimiento y empoderamiento del territorio, y de esta manera asegurar una gestión integral del ecosistema.

Palabras clave: Bosque seco tropical, servicio ecosistémico, valoración integral, Carbono, sistema socio - ecológico

Abstract

With the purpose of contribute to the sustainable territorial management of the tropical dry forest (TDF) of the municipality of Chaguaní - Cundinamarca, an ecosystem that is currently threatened by cattle activity and has lost most of its natural vegetation. The integral valuation for the ecosystem service (ES) prioritized by the community of Carbon Storage and Sequestration was carried out by means of semi-structured surveys and the inVEST software. The ecological valuation showed very low levels in the natural covers of SE with a value of 3.35 Ton/ha. The economic valuation presented an estimated value of \$26,543,000 of carbon sequestration, this value is very low compared to what was reported in other areas of TDF, reflecting an economic loss for the service. The social valuation showed that the majority of the community perceives a high importance of the SE, but it is threatened by the loss of vegetation and lack of knowledge about the functionality of the TDF. The trade-offs relationship between ES shows that it favors or increases supply services, causing the deterioration of regulatory and cultural services. The results of this work demonstrate the need to implement recovery and conservation strategies for the BST to guarantee its ES, to work with the community to generate knowledge and empowerment of the territory and thus ensure an integrated management of the ecosystem.

Keywords: tropical dry forest, ecosystem service, integral valuation, Carbon, socio-ecological system

Contenido

Resumen	IV
Lista de figuras.....	VIII
Lista de tablas	IX
Lista de fotografías	X
Introducción	1
1. Marco Teórico.....	5
1.1 Sistemas socioecológicos	5
1.2 Servicios ecosistémicos (SE)	7
1.3 Conceptualización de la valoración integral.....	10
2. Contexto del Bosque seco tropical en Colombia.....	16
3. Metodología.....	23
3.1 Caracterización del SSE e identificación de SE.....	23
3.2 Valoración integral del servicio ecosistémico priorizado	24
3.2.1 Valoración sociocultural	25
3.2.2 Valoración ecológica y económica.....	26
3.3 Análisis de trade-offs y conflictos.....	29
3.4 Escenarios y estrategias de conservación, protección y recuperación del BST	29
4. Resultados y análisis	34
4.1 Caracterización del SSE Bosque Seco Tropical del municipio de Chaguaní ..	34
4.1.1 Localización y delimitación	34
4.1.2 Identificación de SE	38
4.1.3 Análisis de actores.....	45
4.1.4 Trayectoria socio – ecológica y caracterización del SSE	47
4.2 Valoración Integral del almacenamiento y secuestro de Carbono y su relación	
con otros SE	51
4.2.1 Valoración social.....	51
4.2.2 Valoración ecológica.....	52
4.2.3 Valoración económica.....	68
4.2.4 Análisis de trade-offs y conflictos.....	70
4.2.5 Análisis de escenarios	73

4.3	Acciones para la conservación, manejo y uso del bosque seco tropical.....	77
5.	Conclusiones.....	81
A.	Anexo. Entrevista semi- estructurada para la caracterización del BST	83
B.	Anexo. Priorización de servicios ecosistémicos	84
C.	Anexo. Entrevista semi- estructurada para la valoración social del SE priorizado.....	85
	Bibliografía	86

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1. Sistema socioecológico.....	7
Figura 1-2. Avances en la evaluación y valoración de servicios ecosistémicos.....	11
Figura 1-3. Usos del enfoque sobre servicios ecosistémicos para la toma de decisiones en la gestión del territorio.....	14
Figura 2-1. Distribución de ecosistemas secos en Colombia según IDEAM 2015.....	22
Figura 3-1. Escenarios de futuro.....	32
Figura 4-1. Ubicación área de estudio - BST en el municipio de Chaguaní.....	36
Figura 4-2. Coberturas asociadas al BST en la vereda Puerto Chaguaní.....	37
Figura 4-3. SE reconocidos por los actores relacionados con el BST.....	39
Figura 4-4. Importancia de los servicios ecosistémicos del BST percibidos por la comunidad.....	44
Figura 4-5. Percepción de tendencia de los servicios ecosistémicos del BST.....	45
Figura 4-6. Red general de actores presentes en el BST del municipio de Chaguaní.....	47
Figura 4-7. Importancia del servicio ecosistémico secuestro y almacenamiento de Carbono del BST percibido por la comunidad.....	53
Figura 4-8. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono para el BST.....	55
Figura 4-9. Escenario actual de almacenamiento de Carbono para las coberturas del BST.....	57
Figura 4-10. Escenario futuro de almacenamiento de Carbono para las coberturas del BST.....	59
Figura 4-11. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono superficial para el BST.....	61
Figura 4-12. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono subterráneo para el BST.....	63
Figura 4-13. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono muerto para el BST.....	64
Figura 4-14. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono del suelo para el BST.....	66
Figura 4-15. Depósitos totales de Carbono para el área de estudio de BST.....	67
Figura 4-16. Valor económico de Carbono secuestrado para el BST.....	69
Figura 4-17. Identificación de trade-offs del sistema ganadero en el BST.....	71
Figura 4-18. Interdependencia del servicio ecosistémico secuestro y almacenamiento de Carbono con otros servicios.....	72
Figura 4-19. Escenarios elegidos por la comunidad de la vereda Puerto Chaguaní.....	75

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1. Servicios ecosistémicos que ofrece el bosque seco tropical.	19
Tabla 3-1. Datos requeridos para la valoración en la herramienta InVEST.	28
Tabla 3-2. Diseño de escenarios para el Bosque seco tropical.	34
Tabla 4-1. Leyes y Normas que incidieron en la transformación del territorio de BST ..	49
Tabla 4-2. Matriz de sumideros de carbono (ton C/ha/año).....	54
Tabla 4-3. Ton/ha de Carbono total para el escenario actual del BST.....	56
Tabla 4-4. Ton/ha de Carbono total para el escenario futuro del BST	58
Tabla 4-5. Ton/ha de Carbono aéreo del BST.....	60
Tabla 4-6. Ton/ha de Carbono subterráneo del BST.....	62
Tabla 4-7. Ton/ha de Carbono muerto del BST.....	64
Tabla 4-8. Ton/ha de Carbono del suelo del BST.....	65

Lista de fotografías

	Pág.
Fotografía 4-1. Bosque seco tropical en el municipio de Chaguaní	35
Fotografía 4-2. Coberturas del BST en la vereda Puerto Chaguaní.	38
Fotografía 4-3. Especies de flora en el BST de la vereda de Puerto Chaguaní.	40
Fotografía 4-4. Aves del BST en la vereda de Puerto Chaguaní.	41
Fotografía 4-5. Ardilla (<i>Sciurus granatensis</i>).	41
Fotografía 4-6. Reptiles del BST de la vereda Puerto Chaguaní.	42
Fotografía 4-7. Afectación vial y ganadera al BST.....	73

Introducción

Los bosques secos de Colombia se encuentran en un estado crítico de fragmentación y deterioro, por ende, su biodiversidad corre peligro inminente de desaparecer (Pizano et al., 2014). La expansión de conflictos socioambientales y los niveles de deterioro por actividades antrópicas como agricultura, ganadería y turismo, son una amenaza para el suministro y flujo continuo de sus servicios ecosistémicos (SE) como diversidad genética, retención de sedimentos y nutrientes, regulación del clima, control de la erosión, ecoturismo, recursos forestales, forrajes, recursos agrícolas, hábitat de fauna y flora, servicios espirituales, recreativos, entre otros. En este contexto la evaluación del estado y tendencias de estos servicios, así como el análisis de los conflictos, permite a usuarios y tomadores de decisiones el desarrollo de procesos incluyentes de gestión integral territorial.

La integralidad se refiere a la inclusión de características biofísicas y culturales del valor y no solo desde el punto de vista monetario, que den cuenta de la multifuncionalidad de un ecosistema, con el fin de hacer más completa la valoración como herramienta para la gestión del territorio, lo cual aumentara en beneficios para las comunidades locales y para la sociedad en general (Rincón Ruíz et al., 2014). Esta necesidad de valorar los ecosistemas y sus servicios de forma integral incluyendo dimensiones ecológicas, socioculturales y económicas evidencia la importancia de los sistemas socioecológicos y la identificación de sus conflictos, para contribuir a cambios en la percepción de valor y conocimiento que tienen los actores involucrados con los ecosistemas y permita la incorporación de las relaciones sociedad - naturaleza en los procesos de conservación y protección de los remanentes de bosque seco tropical (BST).

Así, la estrecha interdependencia que existe entre el bienestar humano y la biodiversidad y servicios ecosistémicos que provee la naturaleza ha obligado a ampliar el enfoque de las evaluaciones y valoraciones ambientales como herramientas para la gestión del territorio (Martínez Alier, 2011). La urgencia y la importancia de integrar los diversos valores de la naturaleza en nuestras decisiones y acciones de gestión de la tierra son

más importante que nunca. Impulsados por la indignación pública y la presión de las ONG en relación con el cambio climático, los desastres mineros, la destrucción, y degradación cada vez más rápida de la naturaleza, varios gobiernos y empresas privadas han comenzado a reconocer los desafíos de la sostenibilidad y están buscando soluciones (Jacobs et al., 2016). La valoración implica la necesidad de considerar a múltiples actores sociales que articulan diferentes valores y utilizan diferentes lenguajes de valores, así como diferentes niveles de organización social, desde individuos, comunidades y sociedades más grandes (Gómez-Baggethun et al., 2014). La valoración integral reconoce explícitamente diferentes formas de percibir la importancia de la naturaleza y distingue el valor de la naturaleza misma (valores 'intrínsecos') para fomentar relaciones deseables entre las personas y la naturaleza (valores relacionales) y la importancia de los beneficios de la naturaleza para los humanos (valores instrumentales) (Chan et al., 2016; Díaz, Demissew, Joly, Lonsdale, & Larigauderie, 2015; IPBES, 2016). La valoración integrada apunta explícitamente a incluir los múltiples valores y visiones del mundo en un marco coherente y operativo que apunte al impacto social y no (sólo) académico (Gómez-Baggethun et al., 2014, Gómez-Baggethun et al., 2016; Kelemen et al., 2015, Barton et al., 2016; IPBES, 2015).

De esta forma, la valoración integral se vale del concepto de sistema socio-ecológico para entender las interacciones entre el sistema social y el natural, describiendo cada uno de los elementos que lo componen, cómo el ser humano se beneficia de la naturaleza por medio de los servicios ecosistémicos, al mismo tiempo que interviene el sistema natural mediante el establecimiento de políticas, la producción y el consumo, la aplicación de sistemas de conocimiento, las apropiaciones de sus entornos, y la existencia de distintas formas de gobernanza. Todo esto bajo un enfoque que reconoce la multiplicidad de equilibrios, la diversidad de escalas (local, nacional e internacional) y los impulsores de cambio del sistema, para lograr formas de resiliencia, a través de la gestión adaptativa, que permitan responder de manera eficaz a las perturbaciones y aprovechar las nuevas oportunidades, sin perder de vista el uso sostenible y la conservación de los recursos naturales (Vargas-Morales et al., 2013).

Actualmente en Colombia hay cerca 705,000 hectáreas de bosques secos, lo que representa tan solo un 7.9% de las 8.9 millones de hectáreas con potencial para soportar bosque seco. Este ecosistema existe en seis regiones biogeográficas diferentes: el valle

del río Patía en el sur del valle geográfico del Cauca, valle del río Cauca, alto y medio valle del río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe, y la Orinoquía. Queda menos del 4% de la cobertura original de BST maduro en el país. Otro 5% corresponde a lo que se puede denominar remanentes de BST con algún grado de intervención, lo cual quiere decir que más del 90% de los bosques secos del país han sido talados (Pizano et al., 2014). Más del 60% de estas tierras deforestadas se encuentra actualmente bajo usos agrícolas o ganaderos, lo preocupante es que más del 70% de estas tierras presenta degradación y erosión, y más del 65% desertificación. Los conflictos y la degradación asociados a la desertificación redundan a su vez en problemas sociales y económicos, ya que la probabilidad de sostener sistemas productivos bajo coberturas de áreas en desertificación y sobre-explotación es muy baja (Pizano et al., 2014). Para lograr su conservación y gestión integral se debe pensar en el 92% restante y abordar el BST como un territorio en el que coexisten múltiples actores (García & González - M., 2019). En este sentido, el bosque seco está entre los ecosistemas más amenazados del país y por esto tiene la prioridad de conservación y de restauración más alta en Colombia (Etter et al., 2017). Es de gran importancia no sólo desde el punto de vista ecológico sino también socioeconómico, por sus múltiples funciones, valores y atributos, los cuales son esenciales para la comunidad en su conjunto. Entre los SE que provee el BST, Balvanera et al., 2011 han identificado: alimentos (de la agricultura y la ganadería), madera, productos forestales no maderables, biocombustibles y germoplasma como contribuciones clave a la humanidad, control de la erosión y la regulación de la fertilidad del suelo, calidad del agua, regulación de clima. Teniendo en cuenta lo anterior y que el área de BST del municipio de Chaguaní (Cundinamarca), es un ecosistema fragmentado con pocas coberturas naturales, amenazadas por la tala para la actividad ganadera y que se han realizado pocos estudios; se propone el presente trabajo para aplicar el enfoque de servicios ecosistémicos con el objetivo principal de valorar integralmente un servicio ecosistémico priorizado asociado al bosque seco tropical de este municipio como herramienta y estrategia para una gestión sostenible del territorio y que los actores involucrados participen en su recuperación y conservación, para lo cual se traza los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y caracterizar los servicios ecosistémicos del bosque seco tropical del municipio de Chaguaní.

- Priorizar y valorar los servicios ecosistémicos del bosque seco tropical del municipio de Chaguaní.
- Formular acciones para la conservación, manejo y uso del bosque seco tropical del municipio de Chaguaní

El presente documento se orienta en el proceso de la VIBSE (Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos), la cual es una propuesta conceptual y metodológica que reconoce el valor de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad para soportar la toma de decisiones, concibe el territorio como un sistema socioecológico, en el que no solo interesan los componentes sociales o ecológicos individuales, también la importancia de las interacciones entre estos. Parte del reconocimiento del contexto local, los actores asociados y la inclusión de diferentes lenguajes de valoración, el entendimiento de trade-offs y sinergias asociados a los servicios ecosistémicos (Rincón Ruíz et al., 2014). El cual está compuesto por las siguientes secciones: en primer lugar, se expone las bases teóricas que soportan y orientan el desarrollo de la investigación. En segundo lugar, se presenta la ruta metodológica dada por la VIBSE empleada para el desarrollo de la investigación, la cual inicia con la caracterización del ecosistema de BST de la vereda de Puerto Chaguaní, luego se identifican los SE para este BST y con los SE identificados la comunidad en un taller y a través de encuestas semiestructuradas priorizan un SE en cuanto a importancia y presencia en el ecosistema; con el SE priorizado se realiza posteriormente la valoración integral. En tercer lugar, se muestran los resultados y análisis, los cuales comienzan con la caracterización y trayectoria socioecológica del área de estudio, análisis de actores, seguido de la valoración integral del servicio priorizado de secuestro y almacenamiento de Carbono, dicho servicio al estar relacionado directamente con la biomasa funciona como un servicio tipo sombrilla para el análisis y conservación de otros SE. En la última sección se analizan los trade-offs y escenarios a la luz de esta priorización para formular medidas de recuperación y conservación del bosque hacia una gestión sustentable e incluyente, finalmente se hacen las conclusiones y recomendaciones producto del proceso.

1. Marco Teórico

1.1 Sistemas socioecológicos

La visión integrada de “ser humano en la naturaleza”, en la que los ecosistemas están integrados con la sociedad humana, la formula el Centro de Resiliencia de Estocolmo. Plantea que en la gestión de los recursos naturales no se trata de las cuestiones solo ecológicas, ni solo sociales, sino de múltiples elementos integrados. Estos sistemas en los que múltiples componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos, tecnológicos y otros, están interactuando, se denominan como Sistemas Socio-Ecológicos (Alliance, 2007)

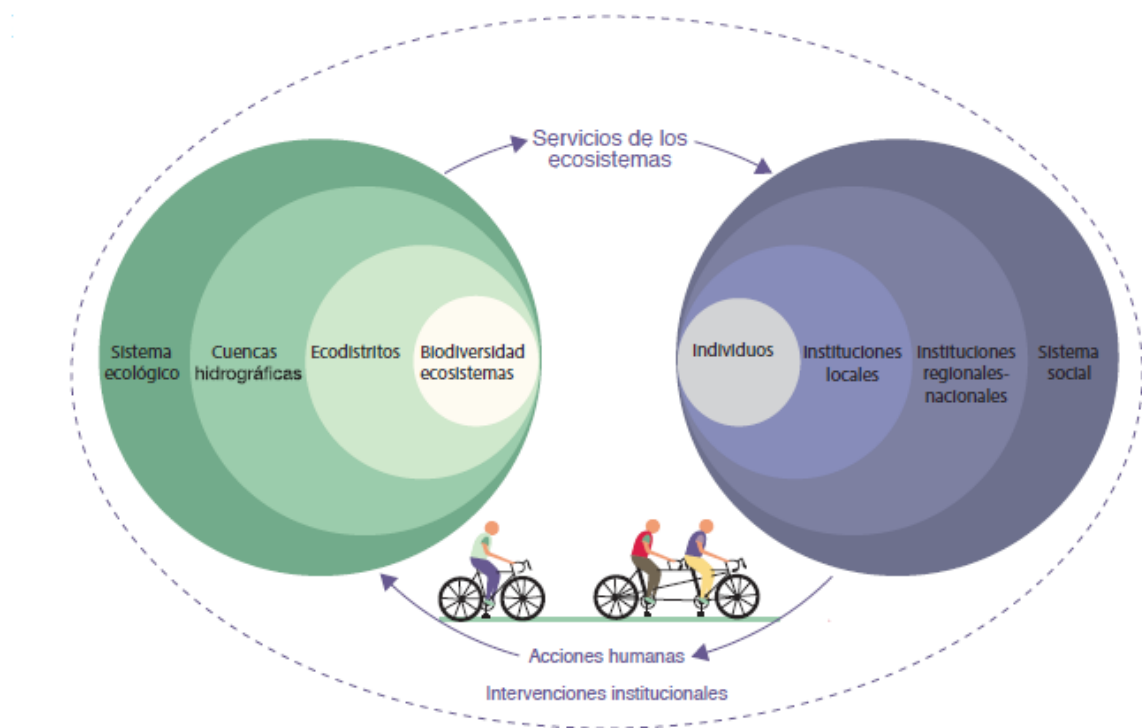
Un sistema socioecológico (SSE), es un sistema en el cual las acciones antrópicas en el sistema natural no se entienden solo como alteraciones sino como la configuración de un sistema nuevo con propiedades emergentes de auto organización y adaptación. Sus variables constitutivas no son solamente “biofísicas”, o “sociales”, sino el resultado de las interacciones y el acoplamiento entre estas (Martín-López et al., 2012). Sistemas complejos adaptativos conformados por las interacciones entre los ecosistemas y la gente; el componente ecológico se refiere a los ecosistemas, entendidos como comunidades autorreguladas de especies, que interactúan entre ellas y el medio físico; el componente social incluye a los habitantes y usuarios de los servicios de estos ecosistemas, su distribución en el territorio, las organizaciones e instituciones que lo conforman y las actividades que realizan. Ambos componentes establecen formas recíprocas de accionar y lógicas de funcionamiento independientes (Berkes & Folke, 1998). Los sistemas socioecológicos se basan en la perspectiva del ser humano en la naturaleza, donde se considera que las sociedades humanas están embebidas en los límites que impone la ecosfera y han co-evolucionado con las dinámicas de los sistemas ecológicos, donde los sistemas humanos y los ecosistemas se han ido moldeando y adaptando conjuntamente, convirtiéndose en un sistema integrado de humanos en la naturaleza (Martín-López et al., 2012).

Los estudios de SSE, en contraste con los de ecosistemas o sociedades, son aquellos en los cuales la definición de la pregunta de investigación reconoce el hecho de que las comunidades humanas dependen de los recursos naturales y los modifican a través de sus acciones. Las relaciones y las retroalimentaciones de la acción humana al ambiente, y viceversa, son donde reside el corazón de la teoría de los SSE y representa su dominio primario (Cumming 2011).

Los sistemas socio-ecológicos tienen las siguientes características: se centran en las interacciones entre el sistema ecológico y el sistema social, donde este último se beneficia de los servicios suministrados por el ecosistema y desarrolla intervenciones que modifican directa o indirectamente el funcionamiento y estructura del ecosistema; son sistemas adaptativos, auto-organizativos ya que los componentes sociales y ecológicos están interactuando y re-organizándose continuamente; están jerárquicamente organizados ya que los diferentes componentes sociales y ecológicos interactúan jerárquicamente en diferentes escalas espacio-temporales, desde la escala global a la local (Martín-López et al., 2012); son sistemas complejos, en donde se reconoce la incertidumbre intrínseca del sistema y de sus dinámicas no lineales; cada sistema socio-ecológico tiene diferente nivel de resiliencia, esto es la capacidad de absorber las perturbaciones, manteniendo su estructura, funcionamiento y dinámica (integridad ecológica) sin cambiar a un estado no deseado (Liu et al., 2007). Esto refleja que ambos sistemas social y el ecológico, están conectados y se relacionan de forma continua (Figura 1-1).

El entendimiento de la complejidad ambiental desde los SSE radica en que es posible reconocer los procesos biofísicos y socioeconómicos de los que depende el sistema para funcionar, otorgando flexibilidad y dinamismo al análisis. En la identificación y delimitación de los SSE, los componentes de los ecosistemas interactúan con los componentes del sistema social en diferentes escalas espaciotemporales (Ostrom, 2009). Desde este enfoque, para alcanzar la sostenibilidad socio-ecológica se deberá garantizar un acceso justo y equitativo a los servicios ecosistémicos con el fin de minimizar los conflictos ecológico-distributivos actuales y promover la justicia social, en aras de una mayor equidad intra e intergeneracional (Lara Díaz, 2017).

Figura 1-1. Sistema socioecológico.



Fuente: Rincón-Ruíz, basada en Martín-López et al. 2009

1.2 Servicios ecosistémicos (SE)

Entre las variadas interrelaciones existentes en el SSE, existe una evolución en el concepto de servicios ecosistémicos (SE), entre los cuales se encuentra: contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano (De Groot, Wilson, & Boumans, 2002), beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas (MEA, 2005), los componentes de los ecosistemas utilizados (activa y pasivamente) para producir bienestar humano (Fisher, Turner, & Morling, 2009), contribuciones o beneficios positivos, y ocasionalmente contribuciones negativas, pérdidas o perjuicios, que las personas obtienen de la naturaleza (Pascual et al., 2017).

Las características de las sociedades, de los ecosistemas y en general de los territorios, varían fuertemente alrededor del mundo, motivo por el cual los servicios ecosistémicos y los beneficios que estos generan, dependen de las características de los usuarios y de cómo una sociedad en particular percibe su bienestar. Esto hace que los factores

constituyentes del bienestar sean dependientes de la percepción de las personas y de cada situación en particular, lo cual es un reflejo de las variaciones geográficas, culturales y ecológicas locales (MEA, 2005).

Los SE están sustentados en un conjunto de funciones ecosistémicas “capaces de transformar el capital natural en beneficios potenciales para los individuos y sociedades humanas” (Latterra et al., 2015). Es importante y necesario el mantenimiento de ecosistemas y procesos ecológicos saludables y en equilibrio para la prestación de servicios ambientales y el funcionamiento de economías locales, regionales y nacionales. Es de suma importancia que los tomadores de decisión entiendan este vínculo para así realizar una planificación integral del territorio, que permita mantener el suministro y provisión de estos beneficios, para el mantenimiento de comunidades prósperas (TEEB 2010). En este proceso los SE son considerados un instrumento idóneo para unir ciencia y toma de decisiones, unir múltiples disciplinas y actores (nace como un concepto interdisciplinario y transdisciplinario), se consolida bajo una nueva idea y concepto más integral en La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) que favorece la inclusión del conocimiento local e indígena (Díaz, Demissew, Carabias, et al., 2015; Pascual et al., 2017).

La IPBES propone un marco para avanzar en la comprensión de la relación entre los sistemas sociales y naturales, por lo cual el concepto de servicios ecosistémicos ha sido analizado y reevaluado. Este marco propone cambiar el concepto de “servicios ecosistémicos” por “beneficios de la naturaleza para la gente”, para así seguir incluyendo como base de análisis los beneficios que los ecosistemas generan, pero sin restringirlos a una visión utilitarista, mercadeable u occidental de la biodiversidad y de sus funciones. Para ello, según el marco conceptual IPBES (Díaz et al., 2015), este concepto engloba los avances realizados incluyendo los servicios ecosistémicos y todos los demás beneficios que la humanidad obtiene de la naturaleza. En otras palabras, el concepto de “beneficios de la naturaleza” puede verse como una nueva y más incluyente versión del concepto de “servicios ecosistémicos”, razón por la cual, los avances y desarrollos generados hasta el momento por la ciencia, en temas asociados con los servicios ecosistémicos, son claramente pertinentes y deben ser tenidos en cuenta, a la hora de realizar investigación sobre beneficios de la naturaleza.

El marco conceptual de la IPBES (Díaz et al., 2015; Pascual et al., 2017b) clasifica estos beneficios en dos categorías:

- Beneficios naturales o intrínsecos: beneficios generados por la naturaleza que, para ser generados, requieren una mínima o nula intervención de la sociedad.
- Beneficios antropogénicos: beneficios que son coproducidos por la acción de la naturaleza y de la sociedad. Estos beneficios pueden incluir valores instrumentales (como alimentos, energía, materiales) o valores relacionales (como identidad cultural o cohesión social).

El nuevo concepto de beneficios o contribuciones de la naturaleza para las personas equivale al de “servicios ecosistémicos” desde una mirada más técnica y la de “regalos de la naturaleza” desde una visión de la comunidades locales (Díaz y col, 2015; 2018).

En este trabajo, el concepto de servicios ecosistémicos y contribuciones de la naturaleza para la gente serán tomados de manera indistinta, dado que el concepto de contribuciones de la naturaleza es reciente y la información para el país está presentada como servicios ecosistémicos. De tal forma que se consideran tres tipos de servicios:

- Provisión: como aquellos bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas (alimentos, fibras, maderas, leña, recursos genéticos y carbón);
- Regulación: como los beneficios resultantes de la (auto) regulación de los procesos ecosistémicos (mantenimiento de la calidad del aire, regulación del clima y control de la erosión);
- Culturales: como aquellos bienes no materiales obtenidos de los ecosistemas (enriquecimiento espiritual, belleza escénica, inspiración artística e intelectual, recreación) (Rincón-Ruiz et al. 2014).

Por tanto, el enfoque de los servicios ecosistémicos (SE) enfatiza las relaciones entre la biodiversidad, los ecosistemas y sus contribuciones a las personas (Díaz y otros, 2018; MEA, 2005) Los múltiples valores se articulan a través de un proceso específico del contexto que tiene en cuenta las cosmovisiones, los aspectos socio-ecológicos y sus interacciones, relaciones de poder y el propio proceso de valoración (Arias-Arévalo et al., 2018; Jacobs et al., 2016; Rincón-Ruiz et al., 2015).

1.3 Conceptualización de la valoración integral

En el marco de los ejercicios valorativos, la valoración monetaria ha sido fundamental en la realización de evaluaciones de impacto ambiental, así como para la contabilidad ambiental para el diseño de instrumentos económicos, en decisiones asociadas con la gestión territorial, gestión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en contextos de alta complejidad. Esta valoración por sí sola no es suficiente, inclusive puede llevar a políticas erradas que finalmente, van en detrimento del bienestar humano y la sostenibilidad ecológica. No todos los beneficios de conservar la diversidad biológica recaen en quienes incurren en los costos de conservarla, ni todos los costos de destruirla afectan a quienes se benefician con reducirla (Allanson & Swanson, 1996).

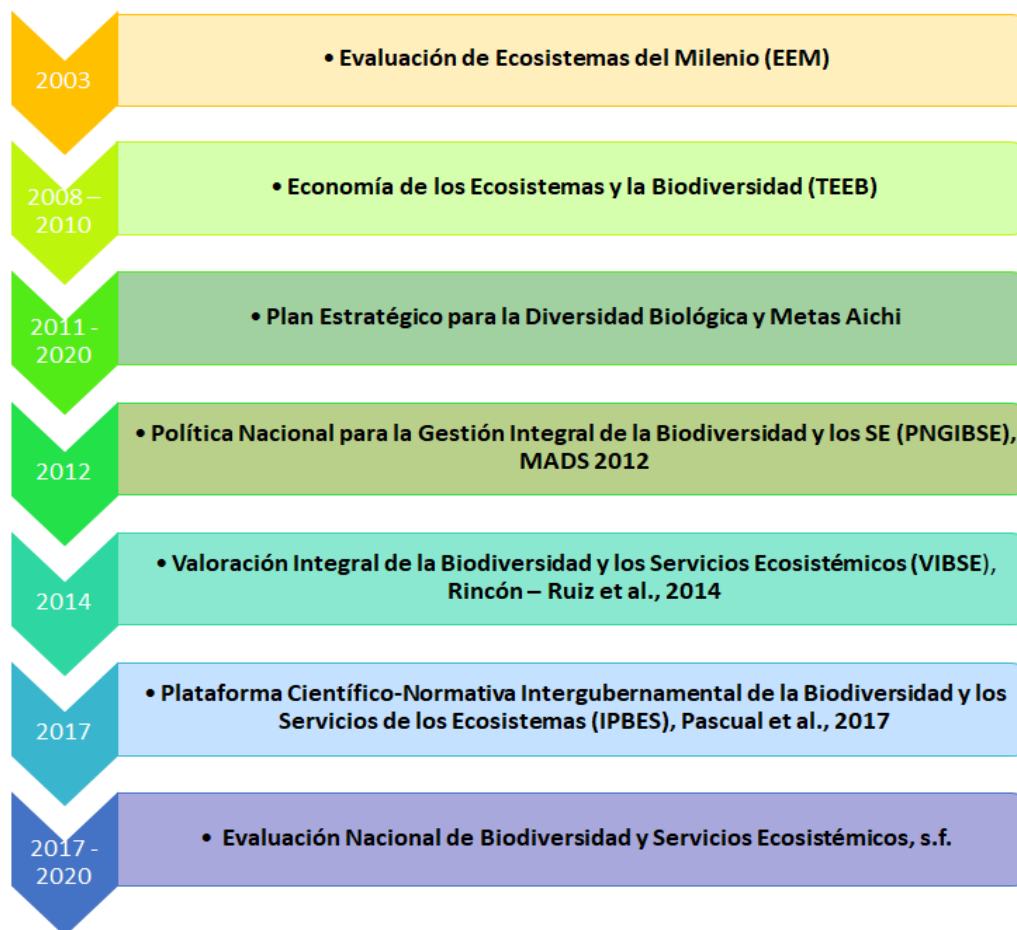
La teoría de la decisión multicriterio introduce otra perspectiva de la evaluación, al incluir un conjunto de técnicas orientadas a evaluar procesos de toma de decisiones o problemas de decisión social que se caracterizan por los conflictos que se presentan entre individuos y grupos diversos que poseen criterios contradictorios entre sí. Es una herramienta que ayuda a entender la naturaleza de esos conflictos y plantea los medios para llegar a soluciones compromiso (Munda, 2004).

A finales del siglo XX se impulsó el concepto y discusiones sobre servicios ecosistémicos y biodiversidad, a nivel mundial y nacional se han generado iniciativas que marcan el precedente del enfoque de los SE (*Figura 1-2*), como la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM 2003), con el fin de evaluar el cambio y deterioro de los ecosistemas, definir la tipología de los SE e inclusión de trade offs y escenarios para la toma de decisiones. EEM define valoración como el proceso de expresar valor a un bien o servicio particular en términos que pueda ser contabilizado, generalmente en términos monetarios, pero también a través de métodos de otras disciplinas como la sociología y la ecología.

La iniciativa “La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad”, conocida como el TEEB por sus siglas en inglés, se centró en el tema de la valoración de los servicios ecosistémicos como tal y señaló la necesidad de tener en cuenta valores ecológicos, sociales y monetarios en ejercicios de este tipo (Rincón Ruíz et al., 2014). Impulsando iniciativas conceptuales y metodológicas para vincular aspectos ecológicos y socioculturales a la valoración de la biodiversidad y de los SE, capaces de integrar o

considerar distintos sistemas y lenguajes de valoración. Un proceso de valoración integral de la biodiversidad y los SE debe incluir tres dimensiones de valor: biofísico o ecológico, sociocultural y monetario (TEEB 2010b).

Figura 1-2. Avances en la evaluación y valoración de servicios ecosistémicos.



Fuente: Elaboración propia

El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las metas de Aichi, el plan busca dar pauta e inspirar acciones tanto a escalas globales, como nacionales y regionales que permitan detener la pérdida de biodiversidad con el propósito de garantizar la variedad de vida sobre el planeta y el bienestar humano. De modo más específico, las metas de Aichi incluyen, en su primer objetivo, dos fines en los que se determina la importancia del posicionamiento del valor de la biodiversidad en la sociedad

en general y para la toma de decisiones. Así mismo, con la creación del Panel Intergubernamental de la Biodiversidad y los Servicios de los Ecosistemas (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES) se ha ido articulando la información sobre los servicios ecosistémicos en los procesos de toma de decisiones (Rincón Ruíz et al., 2014).

En Colombia, se desarrolla la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (MADS 2012), la cual plantea la necesidad de hacer una valoración integral, retoma elementos de las iniciativas globales anteriormente mencionadas y aporta algunos innovadores, como la mirada del territorio desde un enfoque socioecológico, la integración de los sectores y del conjunto de la sociedad en la gestión de la biodiversidad y la importancia de la valoración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, entre otros, con el fin de abordar la gestión del territorio desde lo nacional a lo local y viceversa. Además, aporta un marco estratégico en el que pueden operar iniciativas, enfoques y retos de valoración integral como fundamento de nuevos modelos de gestión integral del territorio. El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt publicó en 2014 el texto “Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales y metodológicos (VIBSE)” (Rincón-Ruiz et al., 2014).

La VIBSE busca contribuir a la gestión territorial a través de la “integración” de los diferentes dominios de valor de la biodiversidad, los SE, el reconocimiento de las asimetrías (trade-offs), sinergias en el acceso y manejo de dichos servicios. Esta sería la fase previa a la formalización de escenarios plausibles y concretos, enfocados en procesos de gestión adaptativa que conlleven a sistemas socioecológicos más resilientes a los impulsores de cambio global. Sin embargo, su contribución a la economía nacional y su compromiso en la seguridad alimentaria, dan facultades de corresponsabilidad en la conservación de la biodiversidad y uso sostenible de los servicios ecosistémicos (Alonso et al., 2015).

De acuerdo con (Latterra, Jobbágy, & Paruelo, 2011) la valoración ecológica o biofísica parte de la capacidad intrínseca de un ecosistema para proporcionar diferentes tipos de servicios ecosistémicos, puede ser analizada por medio del reconocimiento, la cuantificación y la integración de un conjunto de variables biofísicas que los soportan de

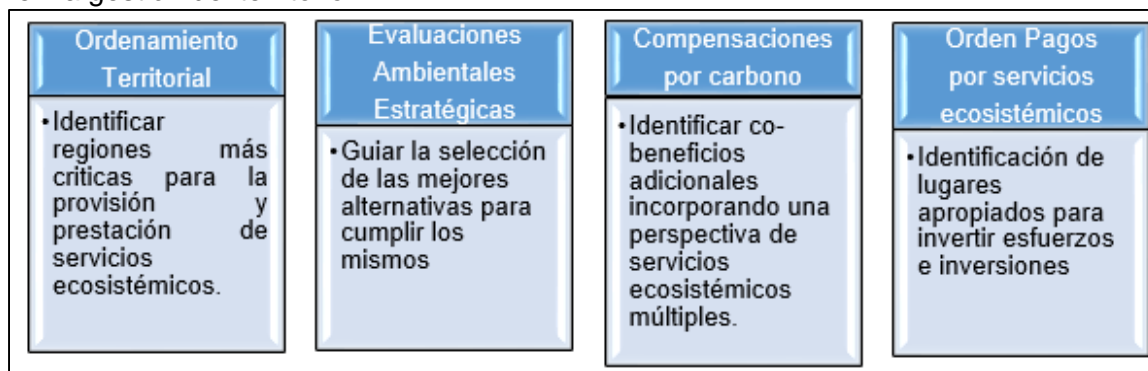
forma independiente de la valoración de la sociedad. Los SE son altamente dependientes de su ubicación geográfica, por esto el análisis espacial y su interpretación es fundamental como parte de este ejercicio de valoración (Boyd, 2011). La espacialización de servicios ecosistémicos intenta representar atributos del territorio y de los ecosistemas y que al analizarse dan cuenta de funciones ecosistémicas y por ende la prestación de ciertos servicios. Esta dimensión es independiente de las preferencias sociales (Martín-López et al., 2012)

La valoración social o sociocultural refleja la importancia de los servicios ecosistémicos para las personas, como individuos o como grupos, reflejada en el bienestar humano que está conectado a los ecosistemas, a nivel material e inmaterial pero esa importancia no es expresada en términos monetarios (Díaz, Demissew, Carabias, et al., 2015; MEA, 2005). La importancia relativa o “valor” de un tipo de SE para la sociedad (valor social) depende del nivel de conciencia o percepción de la sociedad sobre la capacidad relativa de ese SE para satisfacer sus necesidades. En el SSE, existe una red de elementos simbólicos y materiales que giran en torno a la percepción y el uso de los ecosistemas por parte de los diversos actores relacionados y que se traduce, en un lenguaje de valoración anclado a la importancia, los significados, los usos y las percepciones de los SE (Chiesura & De Groot, 2003). Además, esta valoración refleja de manera cualitativa la relación entre los sistemas sociales y ecológicos, desde la interacción con los diferentes conocimientos que se tienen en un sistema social acerca del entorno ambiental con el que se relaciona, cómo este ha sido afectado por cambios en el entorno, recabando así información sobre la “memoria socio-ecológica” (Folke, Hahn, Olsson, & Norberg, 2005; Nykvist & von Heland, 2014; Olsson et al., 2006; UrquizaGómez & Cadenas, 2015).

La valoración económica explora los beneficios que los individuos y la sociedad reciben los ecosistemas. En este orden de ideas, como lo afirma (Costanza et al., 1997) dado que la economía mundial depende de los ecosistemas ya que ellos son el soporte de la vida, el valor económico total de la naturaleza y los servicios que provee puede ser equivalente a la economía mundial. Pero más allá de esto, las valoraciones económicas pueden arrojar elementos para la toma de decisiones racionales de política pública sobre el uso, manejo y conservación de los ecosistemas (CORANTIOQUIA, 2000).

Valorar los servicios ecosistémicos ayuda a tomar decisiones informadas sobre distintos aspectos como se muestran en la Figura 1-3.

Figura 1-3. Usos del enfoque sobre servicios ecosistémicos para la toma de decisiones en la gestión del territorio.



Fuente: Pacha, 2014

La inclusión integral requiere que los actores del territorio sean protagonistas del proceso de valoración; es la necesidad de que el lenguaje de la valoración salga del mundo endógeno de los papers académicos y la experticia disciplinar. Incluir en la valoración una integración explícita de valores sociales y ecológicos, estos últimos asociados a la capacidad de los ecosistemas de proporcionarse sus sustentos y regenerarse. No se trata solo de indicadores monetarios, sino de indicadores biofísicos cuantificables que dan cuenta de la importancia y el valor de los servicios ecosistémicos. En estas situaciones se requiere de una inclusión complementaria, más allá de la integración y la suma simple.

La valoración inclusiva de las contribuciones de la naturaleza a las personas (PNC) en la toma de decisiones dada por la IPBES conceptualiza valores múltiples en relación con tres ejes principales: (i) la naturaleza, (ii) los beneficios de la naturaleza para las personas y (iii) una buena calidad de vida. Su objetivo es aumentar la conciencia de la diversidad y complejidad de sus tipos de valores asociados, cómo conceptualizarlos y proporcionar enfoques de valoración como insumos para el diseño y la aplicación de las herramientas de apoyo a las políticas (Pascual et al., 2017). Incluye los siguientes pasos: (i) identificar el propósito principal del ejercicio de valoración; (ii) determinar el alcance del proceso de valoración que servirá para este propósito; (iii) realizar el estudio de valoración real o revisar los estudios disponibles de acuerdo con los criterios de alcance; (iv) sintetizar,

ampliar e integrar los diversos valores; (v) comunicar los resultados para la adopción de políticas a través de herramientas de apoyo a las políticas; y finalmente (vi) revisar todo el proceso. El paso (iv) puede incluir herramientas de apoyo a la toma de decisiones transparentes, participativas e inclusivas con múltiples criterios y métodos de valoración integrales para permitir sinergias y complementariedades entre enfoques de valoración alternativos, es decir, biofísicos, culturales, económicos, basados en la salud y sociales, así como la diversidad de métodos disponibles para cada uno de estos enfoques. Estas herramientas integradoras y de transición se utilizarían idealmente para ayudar a estructurar la información culturalmente determinada sobre los valores que poseen una diversidad de actores involucrados en el proceso de valoración. Se considera que esta es una condición esencial y necesaria para alcanzar los objetivos políticos intersectoriales que conducen a objetivos de sostenibilidad interrelacionados, incluidos los objetivos de desarrollo sostenible asociados a los objetivos económicos, medioambientales, sociales, incluidos los de salud y educación, mediante el uso de las herramientas y metodologías de apoyo a las políticas adecuadas (IPBES, 2016).

A partir de la comprensión del proceso de valoración integral es posible lograr una concertación entre visiones diversas de la gestión territorial y una evaluación de escenarios que se origina del trabajo de unos actores informados y empoderados. Los análisis de escenarios toman especial relevancia, toda vez que permiten la inclusión de valores en disputa, la participación de los diferentes actores y una fundamentación técnica que guíe la discusión hacia la adecuada gestión y uso del territorio (Rincón-Ruiz, 2018).

Actualmente se encuentra en proceso la Evaluación Nacional de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, bajo los lineamientos de la IPBES esta evaluación pretende dar información indispensable sobre el estado, tendencias de la biodiversidad y SE asociados a los ecosistemas, impulsores de cambio, los impactos de políticas y sistemas de gobernanza sobre las contribuciones de la naturaleza. Con el fin de ofrecer insumos adecuados para una gestión sostenible del territorio.

2. Contexto del Bosque seco tropical en Colombia

Los bosques secos tropicales se caracterizan por su marcada estacionalidad de largos períodos del año con escasez de agua (4 a 6 meses), evapotranspiración potencial que supera a la precipitación, una temperatura anual promedio igual o mayor a 17°C y una precipitación anual entre 250 a 2000 mm. Estos bosques se caracterizan por una alta diversidad biológica pero especialmente por un elevado número de endemismos, formas de vida y de grupos funcionales. (Linares Palomino, Oliveira Filho, & Toby Pennington, 2011)

Se estima 1.048.700 km² de BST distribuidos en tres regiones tropicales del mundo, más de la mitad del área forestal (54,2%) está localizada dentro de América del Sur, mientras que el área restante está dividida casi por igual entre América del Norte y Central (12,5%), África (13,1%) y Eurasia (16,4%), con una proporción relativamente pequeña (3,8%) dentro de Australasia y el Sudeste Asiático (Miles et al, 2006). De los 519,597 km² en América, América Central y Norte ocupa 203,884 km² (39%), sur América contiene 268,875 km² (51%), las islas caribes comprende 46,839 km² lo que representa 9%. Así los bosques secos están lejos de estar distribuidos uniformemente a través del continente. En tierras continentales, México tiene la mayor cantidad de bosque seco tropical dentro de sus límites, que comprende 38% de todos los bosques secos tropicales. Bolivia y Brasil también albergan grandes porciones (25% y 17%, respectivamente) y le siguen Colombia y Venezuela con menores porcentajes (6,5% y 6,2% respectivamente) de bosque (Portillo-Quintero & Sánchez-Azofeifa, 2010).

Según Mendoza (como se citó en Ulloa Delgado, 2016) en Colombia más del 98% de la cobertura prístina de los bosques secos a subhúmedos ha desaparecido, quedando algunos enclaves aislados en medio de formaciones de los mismos tipos de bosque, pero secundarios en una escala serial evolutiva. Este ecosistema existe en seis regiones biogeográficas diferentes: el valle del río Patía en el sur del valle geográfico del Cauca,

el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander y Norte de Santander, la costa Caribe, y la Orinoquía. Queda menos del 4% de la cobertura original de BST maduro en el país. Otro 5% corresponde a lo que se puede denominar remanentes de BST con algún grado de intervención, lo cual quiere decir que más del 90% de los bosques secos del país han sido talados. Más del 60% de estas tierras deforestadas se encuentra actualmente bajo usos agrícolas o ganaderos y lo preocupante es que más del 70% de estas tierras presenta degradación, erosión y más del 65% desertificación. Los conflictos y la degradación asociados a la desertificación redundan a su vez en problemas sociales y económicos, ya que la probabilidad de sostener sistemas productivos bajo coberturas de áreas en desertificación y sobre-explotación es muy baja. Actualmente en Colombia hay cerca 705,000 ha de bosques secos, lo que representa tan solo un 7.9% de las 8.9 millones de hectáreas con potencial para soportar bosque seco; para el valle del Magdalena en los departamentos de Huila, Tolima, Cundinamarca y un pequeño sector al oriente del departamento de Caldas hay un área de aproximadamente 130,000 ha (Pizano et al., 2014).

El municipio de Chaguaní (Cundinamarca) pertenece a la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena, en esta cuenca la zona de vida de BST presenta una distribución potencial de 124.407 hectáreas, es decir el 56,2 % de extensión total de la cuenca, pero solo una pequeña extensión de este ecosistema presenta vegetación natural con áreas de pastos y cultivos (36.126,93 hectáreas), la cual fue declarada área protegida mediante la categoría de Distrito Regional de Manejo Integrado. Esta categoría fue adoptada mediante el Acuerdo No. 20 del 17 de julio de 2018, por el que se acuerda declarar, delimitar, reservar y alindar el Distrito Regional de Manejo Integrado Bosque Seco de la Vertiente Oriental del río Magdalena, localizado en los municipios de Nariño, Guataquí, Beltrán, Jerusalén, Pulí y San Juan de Río seco. Dicha declaratoria tiene como objetivo “garantizar la oferta bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano, correspondientes a fauna, flora, paisajes y recurso hídrico, que ofrece el bioma de bosque seco tropical”. Adicionalmente, mediante este acuerdo se dictan las normas para la administración y manejo sostenible de esta área protegida (CAR, 2018).

Entre los SE que provee el BST, Balvanera et al., 2011 han identificado alimentos (de la agricultura y la ganadería), madera, productos forestales no maderables, biocombustibles y germoplasma como contribuciones clave a la humanidad, control de

la erosión del suelo y la regulación de la fertilidad del suelo, mejora de la calidad del agua, almacenamiento de carbono y el control de emisiones de carbono y clima. (Linares Palomino, Oliveira Filho, & Toby Pennington, 2011) indicaron que los BST sudamericanos son importantes depósitos de carbono por encima y por debajo de la tierra y ayudan a la protección del suelo y el agua. Maass et al., 2005 identificaron el agua dulce, bienes de pastoreo y agricultura, preservación de la biodiversidad, regulación del clima, mantenimiento de la fertilidad del suelo, control de las inundaciones y belleza escénica como contribuciones clave.

Tabla 2-1. Servicios ecosistémicos que ofrece el bosque seco tropical.

SERVICIO	DESCRIPCION
REGULACION	
Secuestro y almacenamiento de Carbono	Los Bosques representan un importante reservorio y sumidero de carbono.
La regulación hídrica	Influencia de sistemas naturales en la regulación de los flujos hídricos en la superficie de la tierra como mantenimiento, drenaje, amortiguación, regulación de caudales y suministro.
Regulación del clima	Fuente y sumidero de gases de efecto de invernadero; a nivel local y regional influye sobre la temperatura y otros procesos climáticos.
Protección del suelo	Provisión de un entorno físico y cultural para el hombre y sus actividades; la producción de biomasa (alimentos, etc.) y de materias primas; el almacenamiento, el filtrado y la transformación de elementos nutritivos, sustancias y agua; el apoyo al desarrollo de la biodiversidad (hábitats, especies, etc.); la constitución de sumideros de carbono, y la conservación del patrimonio geológico y arqueológico.
Polinización y dispersión de semillas	Las coberturas naturales y semi naturales del bosque son hábitat para las poblaciones de especies que

	realizan la polinización y dispersión de semillas como son los grupos de insectos (abejas y abejorros), murciélagos y otros.
PROVISION	
Provisión de agua	Se refiere a la infiltración, retención y almacenamiento de agua en ríos, lagos y acuíferos, donde la infiltración se realiza principalmente por la cubierta vegetal y el suelo.
Provisión de alimento	Se relaciona con las propiedades físico químicas que el ecosistema provee para que la producción de café, caña panelera, maíz, frutales y plátano, sean viables y se puedan obtener de manera continua. Provisión de madera está asociada al beneficio que la comunidad obtiene por ciertas especies de flora para ser utilizadas como madera, postes, leña, carbón, madera para cercas y construcciones. Especies como las ceibas (<i>Ceiba sp</i> , <i>Hura sp</i> , <i>Pachira sp</i>), los robles (<i>Handroanthus sp</i>), cedro (<i>Cedrela odorata</i>), los guayacanes (<i>Bulnesia sp</i>), el ébano (<i>Caesalpinia sp</i>), caracolí (<i>Anacardium excelsu</i>) y el carrito (<i>Aspidosperma polyneuron</i>).
Provisión de recursos no maderables del bosque	Entre estos se encuentra resinas, tinturas, fibras, aceites, miel, lianas, plantas medicinales, etc, para uso farmacéutico, científico e industrial. Diversidad de fauna y flora.
CULTURALES	
Educación	Investigación y desarrollo de diferentes servicios educativos en el campo de las ciencias naturales y sociales.
Espirituales	Fuente de inspiración; muchas religiones vinculan valores espirituales y religiosos a aspectos de los ecosistemas de bosque.
Belleza escénica	Variedad de paisajes

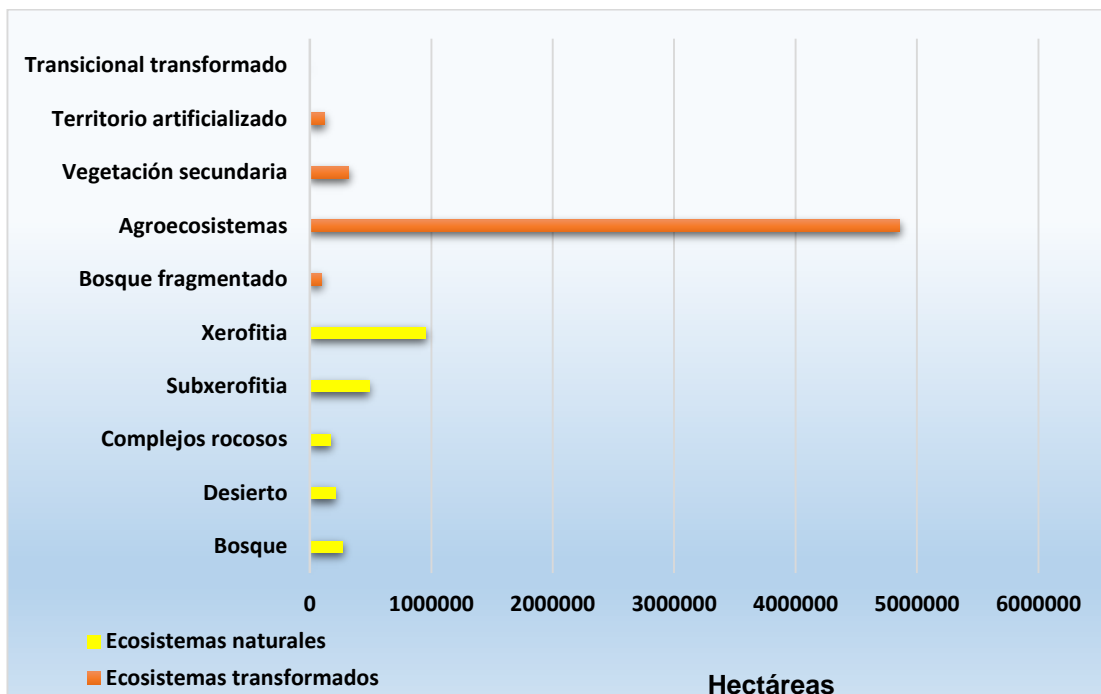
Ecoturismo	Ofrece realizar actividades como avistamiento de fauna y flora, caminatas ecológicas y recreación.
-------------------	--

Fuente: MEA, 2005, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John Von Neumann", 2012, De Groot et al., 2002

Como sistema socio ecológico, el BST y la oferta de sus SE están fuertemente amenazados y en deterioro por las actividades antrópicas que desde hace décadas han ido cambiando el uso del suelo a través de la tala excesiva y quemas de las áreas naturales y conservadas para la ganadería y agricultura sin un adecuado manejo, esto ha generado conflictos entre los SE para obtener ganancia de unos y pérdida de otros. Esto es evidente en el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000 del año 2015, el cual presenta una cifra total para el gran bioma zonobioma althernohigrico tropical de 7.501.286 hectáreas, de las cuales 2.102.069 hectáreas son ecosistemas naturales y 5.399.216 hectáreas son ecosistemas transformados. Para los ecosistemas naturales (Figura 2-1) se encuentra un área de bosque con 273.654 hectáreas, desierto con 209.349 hectáreas, complejos rocosos con 171.490 hectáreas, subxerofitia con 489.953 hectáreas y xerofitia con 957.638 hectáreas y denominados ecosistemas transformados este el bosque fragmentado con 101.246 hectáreas, agroecosistemas con 4.856.648 hectáreas, vegetación secundaria con 318.214 hectáreas, territorio artificializado con 122.086 hectáreas y Transicional transformado con 800,56 hectáreas. Demostrando que actualmente los agroecosistemas ocupan el 64.74% del área potencial de bosque seco, dichas áreas están destinadas a usos relacionados con cultivos de arroz, caña, café, palma, mosaicos de cultivos y espacios naturales, mosaico de cultivos y pastos, mosaico de pastos y espacios naturales y el área mayor de estos agroecosistemas está asociada a la ganadería con 3.360.529 hectáreas.

De acuerdo a la Lista Roja de Ecosistemas (LRE) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), los ecosistemas que se encuentran en peligro crítico (CR) son los del bioma de bosque seco tropical y desierto tropical, los ecosistemas secos intrazonales de los Andes, los ecosistemas húmedos y las áreas de bosque húmedo tropical del piedemonte de los Llanos Orientales (Etter et al, 2018).

Figura 2-1. Distribución de ecosistemas secos en Colombia según IDEAM 2015.



Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, 2015

A pesar de que el BST es considerado un ecosistema estratégico, son muy pocas las figuras de protección a nivel nacional que existen, adicional a su alto nivel de fragmentación y deterioro, por lo cual en los últimos años el Instituto Alexander von Humboldt en asocio con varias universidades e instituciones ha liderado estrategias de monitoreo e investigación para aumentar el conocimiento de su ecología, funcionalidad y sus servicios. Aunque la mayoría de estudios se han centrado inicialmente en la caracterización de fauna y flora en puntos de evaluación de los departamentos de Guajira, Bolivar, César, Huila, Tolima y Valle del Cauca. Adicional se ha vinculado con redes internacionales como Tropi-Dry para investigar la ecología, dimensiones humanas y espaciales para analizar factores de degradación y recuperación, otra red Dryflor para mejorar el conocimiento de la flora y propiciar la conservación del BST.

En 2014 se consolidó la Red BST-Col, cuyo objetivo ha sido generar información sólida, que nutra los instrumentos de planificación para la toma de decisiones y la gestión

integral de este ecosistema. Desde entonces, a lo largo y ancho del territorio de BST en el país, se han establecido múltiples plataformas para el monitoreo de la biodiversidad de este ecosistema; las cuales han servido de insumo para posicionar una agenda de investigación académica en Colombia (Pizano et al., 2014; Pizano, González-M, Hernández-Jaramillo, & García, 2017). Entre 2018 y 2019 grupos académicos, gubernamentales, ONG y comunidades locales de diferentes regiones del país – articulados por la Red BST-Col y acompañados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible han venido formulando el Programa Nacional para la Gestión Integral del Bosque Seco en Colombia (PNGIBST). Esta iniciativa sentará las bases para la gestión del conocimiento, la preservación, la restauración y el uso sostenible de este ecosistema en los próximos 10 años (2020-2030) (García & González - M., 2019).

Los estudios sobre identificación, caracterización y valoración de servicios ecosistémicos de BST para Colombia son muy escasos y solo se han evaluado unos pocos en áreas específicas de la región Magdalena – Cauca y Tolima, cuenca alta del río Ranchería, el Quimbo en el departamento del Huila, la región biogeográfica del norte del cañón del río Cauca, entre las cordilleras Central y Occidental, bosques secos del Dagua en Valle del Cauca y la región Caribe.

El Instituto Humboldt, en asocio con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), realizó un estudio piloto de VIBSE en el norte del departamento del Tolima con el objetivo de identificar áreas prioritarias para la conservación y sustentar estrategias de ordenamiento territorial que fomenten la sostenibilidad, analizando los servicios de calidad de hábitat y almacenamiento de Carbono (García & González - M., 2019).

3. Metodología

Para el esquema metodológico de la valoración integral de los servicios ecosistémicos asociados al bosque seco tropical en el municipio de Chaguaní (Cundinamarca), se llevó a cabo la aplicación de los aspectos conceptuales establecidos dentro de la apuesta metodológica de la Valoración Integral de la biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos - VIBSE para la gestión del territorio (Rincón Ruíz et al., 2014):

3.1 Caracterización del SSE e identificación de SE

En cuanto a la caracterización del SSE, este constituye un momento de diagnóstico, pero también de análisis, busca una comprensión amplia del territorio desde la perspectiva socioecológica como insumo fundamental para la selección y aplicación de métodos de valoración ecológica, social y económica (Rincón Ruíz et al., 2014). Se realizaron recorridos en la zona de estudio (vereda Puerto Chaguaní) con el fin de obtener información acerca del contexto del área y la identificación de actores clave por su tiempo de permanencia en el área. Con la encuesta que se realizó (Anexo A) se hizo visible las percepciones que tienen los actores sobre el BST, sus problemáticas, usos y transformaciones. En un taller de socialización, se hicieron 10 encuestas en un espacio corto brindado por los integrantes del consejo de la cuenca de río Seco y otros directos al Magdalena (el cual se compone por 19 actores, según la Resolución 509 de 2013), dichos consejeros participaron en la formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca, debido a esto, ya tenían conocimientos previos relacionados con el ecosistema de BST y sus SE, por tanto para responder la encuesta, solo fue necesario contextualizar a los asistentes del taller en cuanto al área de estudio y los objetivos del mismo. Otras 10 encuestas se realizaron directamente en el recorrido por la zona de estudio con los actores que viven en el BST, dicho bosque se ubica únicamente en la vereda Puerto Chaguaní del municipio de Chaguaní. Adicional se incorporó información de los talleres realizados con la comunidad en el proceso de formulación del POMCA del río Seco y otros directos al Magdalena.

Para la fase inicial, se identificaron los SE que provee el BST del municipio de Chaguaní con información secundaria, se explicó a la comunidad con una breve charla e imágenes sobre el ecosistema de BST y sus SE en el espacio dado por los integrantes del consejo de cuenca en un taller de socialización y entrevistas con los diferentes actores presentes en el territorio, como pescadores, alcaldía municipal, universidades, juntas de acción comunal, consejo de cuenca, campesinos, ganaderos.

3.2 Valoración integral del servicio ecosistémico priorizado

La valoración integral reúne y relaciona información biológica, ecológica, socio-cultural y económica con el fin de apoyar la toma de decisiones para la gestión de un territorio, de tal forma que esa gestión procure el bienestar de las poblaciones de ese territorio, pero sujeto a la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos. Esta noción aborda los sistemas naturales bajo la existencia de múltiples equilibrios y en una escala dinámica de tiempo y espacio (Folke, 2006).

Los ecosistemas forestales proveen de manera simultánea, dinámica y compleja una gran diversidad de SE (alimentos, madera, regulación climática, calidad del aire, agua, recreación, entre otros) (Bennett, Peterson, & Gordon, 2009). Lo cual permite que al evaluar un servicio priorizado, se esté dando una aproximación del estado de otros servicios que ofrece en este caso el BST.

La priorización es necesaria porque ayuda a reducir la complejidad, el tiempo y el costo de la evaluación. En la mayoría de los casos, será imposible (y no será necesario) considerar todos y cada uno de los servicios ecosistémicos (Kosmus, Renner, & Ullrich, 2012).

Para la priorización del SE, a partir de la información obtenida en la identificación y socializaciones previas del POMCA se realizó un listado de SE (Anexo B), con el cual la comunidad identificó según su percepción y experiencia los SE presentes del BST y su nivel de importancia. Cada uno de los participantes a talleres en el POMCA, taller con el consejo de cuenca y los entrevistados de la vereda de Puerto Chaguaní a través de una encuesta (Anexo B) realizaron una votación por el SE más importante para ellos y que para la comunidad se encuentra en el BST. Con un total de 30 encuestas y de acuerdo a dicha importancia, se tomó como SE priorizado para el proceso de valoración integral

el de mayor votación y relevancia a elección por la comunidad, correspondiente al SE de secuestro y almacenamiento de Carbono, dicho servicio al estar relacionado directamente con la vegetación funciona como un servicio tipo sombrilla para el análisis y conservación de otros servicios.

Uno de los aspectos más poderosos del enfoque de SE es que apunta a enfocar los procesos de toma de decisión e investigación en lo que importa para las personas y aunque lo que importa para las personas es indiscutiblemente complejo de medir desde las aristas científicas o políticas, los beneficios culturales proporcionados por los ecosistemas son claramente valorables por el público general (Chan et al., 2012).

3.2.1 Valoración sociocultural

A través de 20 entrevistas y encuestas semiestructuradas (Anexo C) realizadas individualmente con los participantes que viven en la vereda y quienes tienen relación con ella pero que viven en el pueblo de Chaguaní, dieron su percepción en cuanto al SE priorizado y su relación con otros servicios identificados producto del funcionamiento del ecosistema de BST. Se facilitó la discusión sobre cómo puede ser el estado o cambio del servicio en un escenario tendencial a 20 años, identificando este servicio y su relación con otros servicios, si se presenta aumento, disminución o si permanecerían estables. Finalmente, se discutió con los participantes sobre las implicaciones de estas tendencias en los servicios ecosistémicos y sobre el bienestar de las comunidades locales.

Análisis de actores asociados al SE priorizado: Se utilizó una entrevista y encuesta semiestructurada (Anexo A) enfocada a profundizar en las características específicas de las personas entrevistadas, como es su relación con otros actores y el nivel de influencia que tienen frente a la gestión del SE. Toda la información recolectada se sistematizó en una matriz de análisis, representando sus conexiones en una red de relacionamiento e influencia, utilizando del software UCINET.

Interacciones de los actores relacionadas con servicios ecosistémicos: Se identificaron los conflictos ambientales asociados al SE con apoyo de la revisión de información secundaria de la zona, identificando las principales problemáticas y los posibles conflictos existentes. De igual forma se recolecta información primaria por medio de la encuesta semiestructurada (Anexo A), para el análisis de conflictos y problemáticas.

3.2.2 Valoración ecológica y económica

Para la valoración ecológica y económica del SE priorizado por la comunidad “secuestro y almacenamiento de Carbono”, se utilizó el software InVEST (acrónimo en inglés de Valuación Integral de Servicios Ecosistémicos y Compensaciones) es un software de modelado a gran y pequeña escala empleado para simular las variaciones en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, diseñado por el Proyecto Capital Natural (2012). Dicho software consiste en un conjunto de modelos utilizados para mapear, medir y valorar los bienes y servicios de la naturaleza; la herramienta incluye actualmente 16 modelos adaptados a condiciones terrestres, de agua dulce y ecosistemas marinos. Los modelos de InVEST están fundamentados en funciones de producción, según la teoría económica, relacionan los insumos o combinación de insumos (recursos naturales) con los productos obtenidos (servicios ecosistémicos), utilizando una tecnología dada (calidad y características del capital natural). Es preciso aclarar que este es el fundamento de los modelos de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento o regulación, los de soporte y culturales tienen fundamentos conceptuales distintos únicos para cada caso. Los modelos son espacialmente explícitos por lo cual incorporan información geográfica, biofísica, usos y coberturas del suelo y ubicación de poblaciones y amenazas, entre otros (Cárdenas, 2016). La aplicación de la herramienta InVEST para la valoración de servicios ecosistémicos ha sido aceptada por parte de los tomadores de decisión y técnicos como una herramienta flexible, relativamente sencilla aplicación, asequible y con capacidad para mostrar resultados visuales de fácil comprensión (Pacha, 2014).

- **Valoración ecológica**

Esta herramienta se utilizó para la valoración del SE priorizado por la comunidad “secuestro y almacenamiento de Carbono”, puesto que los requerimientos de información son sencillos y pueden ser suplidos con facilidad los faltantes. El modelo de secuestro y almacenamiento de Carbono, forma parte de la serie de modelos dentro del paquete InVEST. Por lo cual se recopiló la información (Tabla 3-1) en cuanto a coberturas y sumideros de Carbono para cada una de ellas, dicha información fue integrada al

programa de forma intuitiva. Las capas de cobertura vegetal a escala 1:25.000 se obtuvieron a través de la Corporación Autónoma Regional (CAR) del POMCA de río Seco y otros directos al Magdalena y mediante el programa ArcGIS 10.5 se convirtieron en formato raster y así mismo este programa permitió la visualización de los resultados de la herramienta InVEST.

Tabla 3-1. Datos requeridos para la valoración en la herramienta InVEST.

Valoración	Datos requeridos	Variables	Formato
Valoración ecológica	Mapa de coberturas actual	Cobertura del año base (2016)	Raster
	Sumidero de Carbono	lucode: Nombre del tipo de cobertura	.csv
		c_above: Carbono sobre el suelo (Mg/ha)	.csv
		c_below: Carbono bajo el suelo (Mg/ha)	.csv
		c_soil: Carbono en el suelo (Mg/ha)	.csv
	c_dead: Carbono materia muerta (Mg/ha)	.csv	
Mapa de cobertura futura	Cobertura del año futuro (2028)	Raster	
Valoración económica	Datos económicos	Valor del secuestro de la tonelada de carbono (\$/Ton)	Valor
		Tasa de descuento de mercado (%)	Valor

Fuente: Sharp et al., 2018

El modelo utilizó mapas de cobertura del suelo y datos sobre el almacenamiento de carbono en cuatro reservorios o depósitos: biomasa superficial, biomasa subterránea, el suelo y biomasa muerta. El almacenamiento funciona adicionando los valores de carbono almacenado en dichos reservorios para cada tipo de cobertura y como resultado refleja espacialmente el almacenamiento total en toneladas de carbono por píxel.

El secuestro de carbono implica la utilización de mapas de coberturas en dos tiempos distintos (año 2016 – 2028), así el modelo compara el cambio en las coberturas en ambos escenarios y calcula cuánto carbono almacenado se libera o se fija.

▪ Valoración económica

Para la obtención del valor económico (Tabla 3-1), el modelo permitió calcular el valor económico del carbono secuestrado entre los dos escenarios (2016 – 2028) mediante la aplicación de la ecuación presentada a continuación. Esta ecuación incorporada en el programa, evaluó las variables en el tiempo para obtener resultados monetarios [Sharp et al., 2018].

$$value_seq_x = V \frac{sequest_x}{yr_fut - yr_cur} \sum_{t=0}^{yr_fut-yr_cur-1} \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^t \left(1 + \frac{c}{100}\right)^t}$$

Donde:

- value_seq_x: Valor del secuestro del carbono (USD).
- Yr_fut: año futuro (2028).
- Yr_cur: año base o actual (2016).
- V: Valor de una tonelada de carbono secuestrado (USD / tonelada).
- sequest_x: Carbono total secuestrado (tonelada).
- r: Tasa de descuento del mercado de carbono (%).
- c: Tasa anual de cambio del precio del carbono en el mercado (%).

El valor de secuestro de carbono es el precio dado en moneda por tonelada métrica de carbono elemental, la estimación del precio se calculó a partir de un promedio ponderado (6,40 US), utilizando las cantidades totales de dióxido de carbono equivalente transadas (CO₂e) como ponderador según la información registrada en los reportes anuales de Forest Trends para el periodo 2008 – 2016.

La tasa de descuento del mercado de carbono es un valor porcentual entero que refleja la preferencia de la sociedad por los beneficios inmediatos sobre los beneficios futuros, para este caso según lo establecido por Correa, 2008 se utilizó la tasa de descuento del 8% decreciente en el tiempo para la evaluación de proyectos en Colombia cuyos beneficios y costos se extienden en un horizonte de largo plazo.

La tasa anual de cambio del precio del carbono en el mercado corresponde a la variación del precio del carbono como reflejo del impacto de las emisiones liberadas a la atmósfera

y los efectos de estos en el clima. Para el desarrollo de este trabajo, se asumió la tasa del 0% que es la sugerida por Capital Natural, puesto que el modelo la ha sugerido como una opción favorable para la valoración de este servicio.

La ecuación determinó el valor de la diferencia de carbono total entre las coberturas iniciales y la futura (yr_{cur} y yr_{fut}), es decir comparó dos puntos de análisis; a este valor se lo denomina $sequestx$. Las variables económicas (r y c) permitieron representar los cambios que podría enfrentar el precio de la tonelada de carbono en el período de simulación. Esto en conjunto con el V y $sequestx$ se obtuvo el Valor Presente Neto del carbono secuestrado (VPN).

3.3 Análisis de trade-offs y conflictos

A través de una matriz en Excel y con el propósito de hacer visibles los conflictos por el uso y acceso a los servicios ecosistémicos, el análisis de trade-offs como una herramienta aportó la interpretación de estos conflictos e integración de las diferentes formas de percepción dadas por la diversidad de actores. Donde cada actor proporcionó su percepción y relación positiva o negativa entre servicios ecosistémicos. Se analizó la interdependencia de servicios ecosistémicos con otros servicios, como resultado del análisis de la información primaria, en particular la percepción de los actores. En este caso, el ejercicio muestra en un gráfico tipo tela de araña la calificación de la dependencia y el grado de influencia que existe entre los diferentes servicios ecosistémicos (1: baja, 2: media, 3: alta).

3.4 Escenarios y estrategias de conservación, protección y recuperación del BST

Dada la complejidad e interacción de los procesos naturales y sociales, se hizo necesaria la construcción de escenarios futuros que permitan delimitar rangos de impactos y las

consecuencias positivas o negativas sobre diferentes componentes ecosistémicos y sistemas económicos.

El análisis de escenarios en el contexto de la evaluación de sistemas socioecológicos (SSE) proporciona un enfoque que permite reflexionar de una manera estructurada sobre las posibles implicaciones de diferentes decisiones que se toman sobre el territorio (Ash et al., 2010 & Thompson et al., 2012). Los escenarios son particularmente útiles para evaluar el desarrollo futuro de sistemas complejos e inciertos (Alcamo, 2001) como es el caso de los sistemas socioecológicos, posibilitando la toma de decisiones para una gestión integral del territorio.

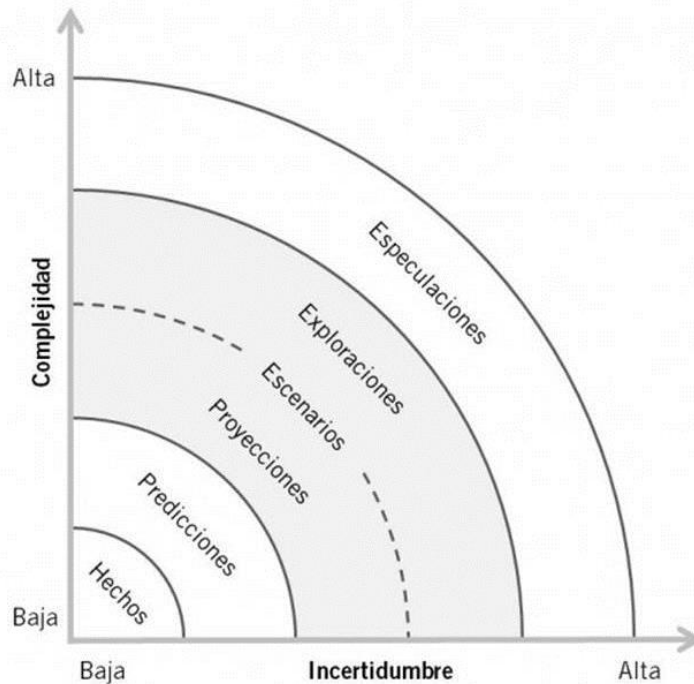
Para el diseño de escenarios se siguieron los métodos desarrollados por Rincón, Lara, & Tique, 2017 y Castro et al., 2018, teniendo en cuenta como límite temporal un periodo de 12 años, con respecto al límite espacial fue considerado el área de la vereda Puerto Chaguaní donde se halla el BST. El propósito es encontrar escenarios posibles según la percepción de los actores que viven en la vereda, esto como un paso inicial para identificar puntos, estrategias y acciones a seguir en la gestión del territorio a partir del diálogo con la comunidad y así poder realizar escenarios más legítimos.

La ciencia postnormal emerge en décadas recientes como una alternativa para el manejo público que propone complementar la búsqueda de conocimiento a través del empirismo mediante la inclusión de entendimientos basados en la cotidianeidad y la interpretación subjetiva de fenómenos naturales, trascendiendo la compartimentación asociada con la tradición científica de la modernidad. Además exige que el saber proveniente de la biología de conservación sea integrado con aquel que proviene del contacto cotidiano con la biodiversidad, información genéricamente denominada conocimiento ecológico local. Se trata de una valoración explícita del conocimiento ecológico local y su transformación en insumo de sabiduría igualitaria en el debate público sobre la gobernanza ambiental y la gestión de los recursos vivos del planeta (Zalles, 2017). La idea de plantear escenarios “posibles” para los actores locales es a largo plazo plantear la construcción de transiciones y procesos.

Los escenarios exploran una gama de cambios futuros plausibles (Figura 3-1) y usualmente enfatizan que los escenarios no son ni predicciones, ni previsiones, ni

intentos de mostrar las estimaciones más probables de las tendencias futuras. Ayuda a incorporar la incertidumbre en los sistemas complejos (Henrichs et al., 2010).

Figura 3-1. Escenarios de futuro



Fuente: (Henrichs et al., 2010)

El BST de la vereda Puerto Chaguaní es un sistema complejo que ha sido marcado en las últimas décadas por la transformación y el cambio. Al igual que en otros SSE como el de Doñana en 2012, se implementó un análisis desde escenarios participativos. El proyecto Doñana adopta el análisis participativo de la planificación de escenarios de futuro como herramienta para gestionar la incertidumbre de un sistema socioecológico propio de nuestra época, marcado por el proceso emergente del Cambio Global (Palomo, Martín-López, López-Santiago, & Montes, 2012).

Las identidades colectivas no son creadas, no son fruto de la voluntad individual: no pueden ser «inventadas» por nadie, sino que son construidas socialmente, son resultado de procesos históricos específicos a través de los que se van estableciendo tupidas y profundas redes de relaciones sociales, económicas y afectivas entre las personas y los grupos que conviven y comparten un territorio (Escalera, 2013). Parte de la

transformación del SSE se debe a que sus habitantes son de otras regiones del país y por el conflicto armado de años atrás llegaron al territorio de Chaguaní como única opción de vida, por lo cual no tienen una identidad con el territorio. Esto sumado a la desconfianza de los habitantes hacia las entidades públicas y privadas hace difícil realizar talleres que agrupe a toda la comunidad.

A partir de lo anterior, se identificaron tres factores determinantes desde el concepto de sostenibilidad¹ que permitieron diseñar los siguientes escenarios cualitativamente:

- Sostenibilidad económica: este factor considera la implementación de las actividades productivas en el territorio y que cada una de las dinámicas que se presentan respecto al uso del suelo sean ambientalmente responsables.
- Sostenibilidad ecológica: administración eficiente y racional de los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos, manteniendo en equilibrio el sistema socioecológico y capacidad de resiliencia.
- Sostenibilidad social (Inclusión y gobernanza): garantizar que las actividades humanas se puedan desarrollar de tal modo que no se destruyan a sí mismas y a las que afectan, esto traducido en perdurabilidad de las mismas y sus estilos de vida a largo plazo. Es necesario que exista apropiación de los actores locales hacia el territorio y cooperación entre ellos frente al uso y manejo de los recursos naturales.

Para la calificación de estos factores se escogió ausencia (0) y presencia (1) para cada una de las dimensiones, se explicó en detalle y de forma visual cada dimensión para aclarar las dudas por parte del entrevistado. Con la ayuda de la Tabla 3-2, de forma individual el entrevistado eligió de acuerdo a su percepción un escenario actual, un escenario deseado o ideal y otro tendencial.

¹ Promover y asumir que los recursos naturales no son una fuente inagotable o infinita y es necesario su protección, mantenimiento y uso racional, permitiendo un desarrollo de las comunidades para alcanzar niveles satisfactorios de bienestar y calidad de vida sin degradar el medio ambiente.

Tabla 3-2. Diseño de escenarios para el Bosque seco tropical.

	Sostenibilidad ecológica	Sostenibilidad social	Sostenibilidad económica
Escenario 1	1	1	1
Escenario 2	1	1	0
Escenario 3	1	0	0
Escenario 4	1	0	1
Escenario 5	0	1	1
Escenario 6	0	0	1
Escenario 7	0	1	0
Escenario 8	0	0	0

Al permitir el trabajo conjunto de los diferentes actores locales, los escenarios permiten crear un foro completo para la discusión sobre la gestión territorial y reducen la distancia existente entre la comunidad científica, los gestores y la población local (Huss, 1988; MEA, 2005). Escenarios locales creados de forma participativa se han centrado en la búsqueda del consenso entre actores locales (Dialogue et al., 2007).

De acuerdo al análisis de escenarios elegidos por la comunidad se propuso diferentes estrategias de conservación, protección y recuperación para el bosque seco tropical del municipio de Chaguaní, dichas estrategias son dadas desde la percepción de los habitantes de la zona y otras sugeridas por experiencia publicada de habitantes de otras regiones de BST del país, las cuales se deben articular entre las entidades gubernamentales y locales.

4. Resultados y análisis

4.1 Caracterización del SSE Bosque Seco Tropical del municipio de Chaguaní

4.1.1 Localización y delimitación

El municipio de Chaguaní (Figura 4-1), pertenece a la cuenca del río Seco y otros directos al Magdalena en el departamento de Cundinamarca, limita al norte con el municipio de Guaduas, al Oriente con Vianí, al sur con San Juan de Rioseco y al occidente con San Juan de Rioseco y el río Magdalena que lo separa del departamento del Tolima. Tiene una extensión superficial de 17.202 hectáreas dividida en 15 veredas. Con una población aproximada de 3.960 habitantes, de los cuales el mayor porcentaje de sus habitantes se encuentra en el área rural con un 81% y en el área urbana el 19%. Con una altura promedio de 1200 msnm, temperatura promedio de 23.2°C, precipitación media entre 1500 – 2000 mm anual. Este municipio presenta dos grandes biomas, bosque húmedo tropical (BHT) y bosque seco tropical (BST) como se observa en la Fotografía 4-1.

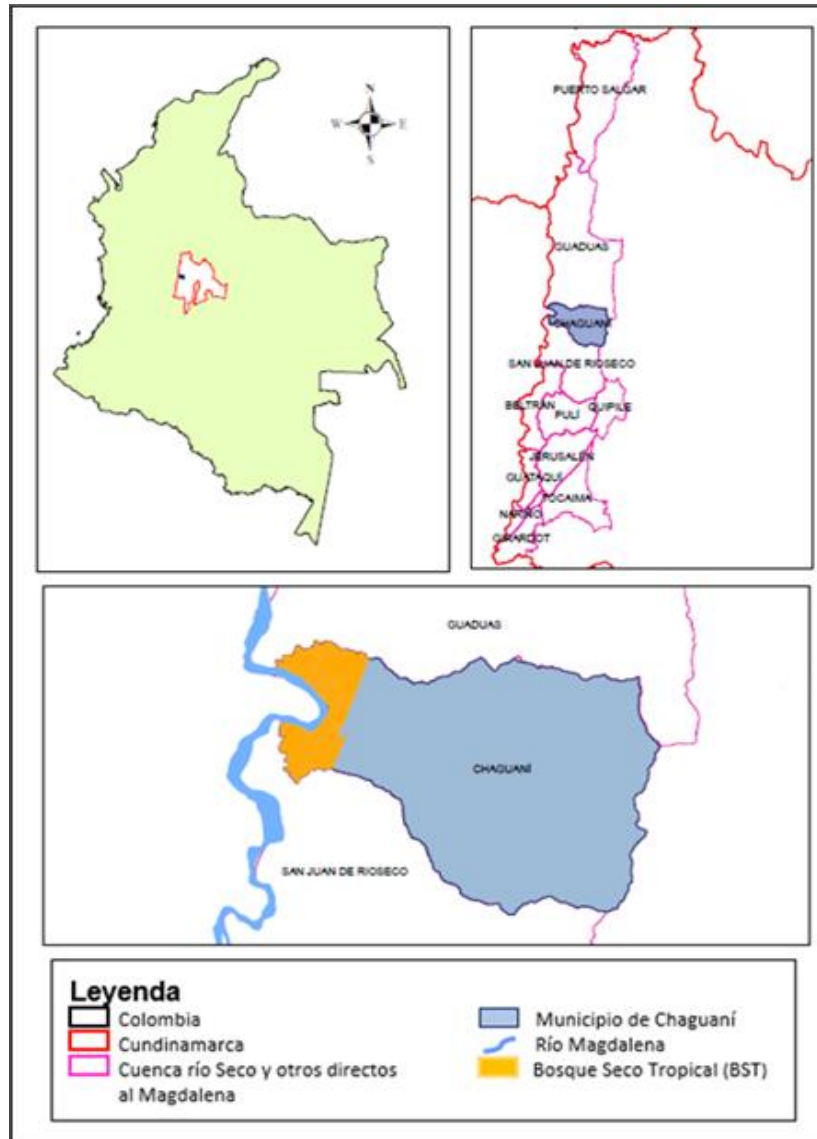
Fotografía 4-1. Bosque seco tropical en el municipio de Chaguaní



Fuente: autora

El área de estudio de este trabajo se ubica en la vereda de Puerto Chaguaní, dónde se encuentra el bioma de BST con un área potencial para este bioma de 1.774 hectáreas.

Figura 4-1. Ubicación área de estudio - BST en el municipio de Chaguaní.

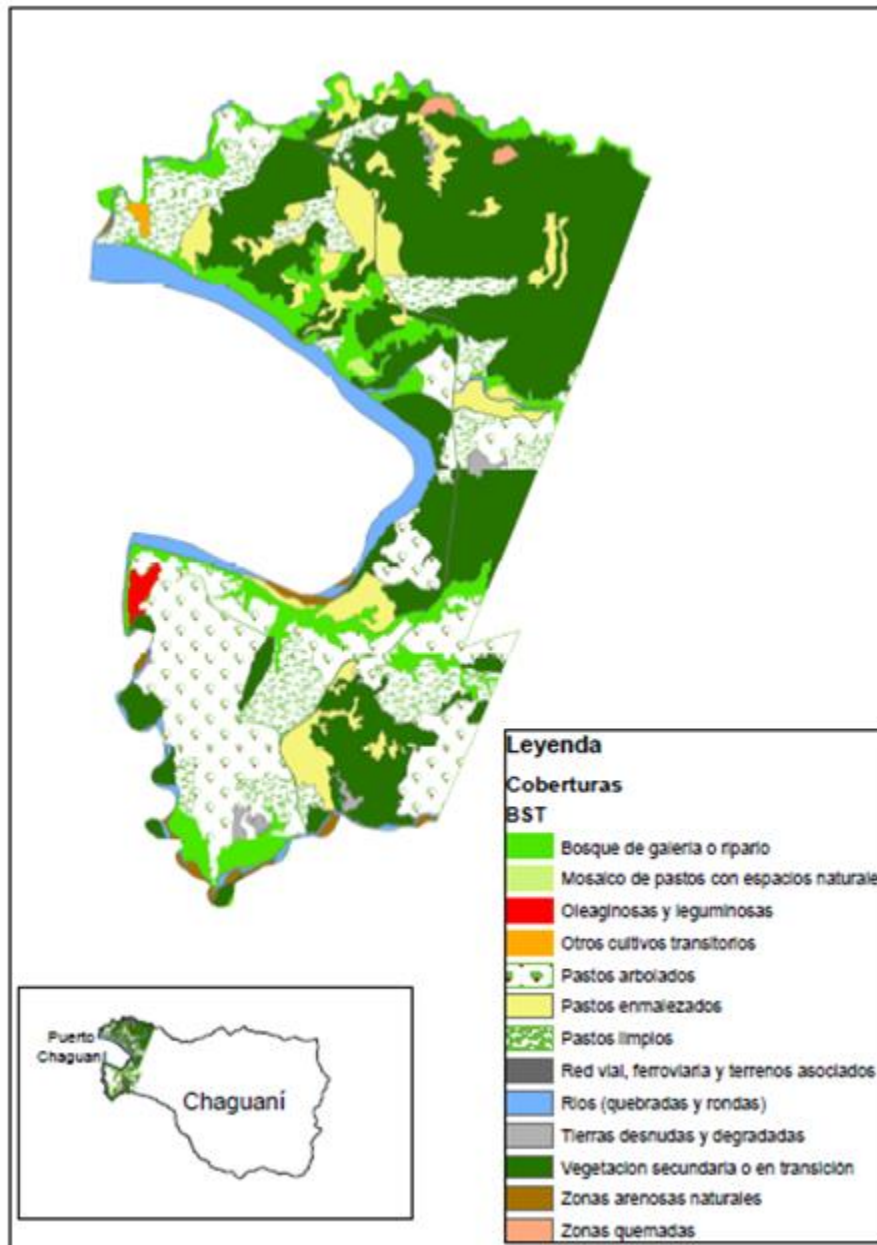


Fuente: elaboración propia

En la vereda Puerto Chaguaní, dónde se ubica el área potencial de BST, se encuentra identificadas 13 coberturas (Figura 4-2) de acuerdo a la cartografía CAR – 2019, escala 1:25.000, bosque de galería, vegetación secundaria, mosaico de pastos con espacios naturales, oleaginosas y leguminosas, otros cultivos transitorios, pastos arbolados,

pastos limpios, pastos enmalezados, red vial, ríos, tierras desnudas, zonas arenosas naturales y zonas quemadas.

Figura 4-2. Coberturas asociadas al BST en la vereda Puerto Chaguani.



Fuente: Elaboración propia a partir de CAR, 2019

Las coberturas con el potencial de ofrecer mayor cantidad de SE son la vegetación secundaria que se encuentra con 682 hectáreas, bosque de galería con 187 hectáreas,

mosaico de pastos con espacios naturales con 2.70 hectáreas, ya que estas coberturas por sus características naturales ofrecen refugio a fauna, alimento, regulación de clima, polinización, control de la erosión, ecoturismo.

Fotografía 4-2. Coberturas del BST en la vereda Puerto Chaguaní.



Fuente: autora

De acuerdo a la información suministrada por el POMCA del río Seco y otros directos al Magdalena; el indicador de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; este indicador se estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio (Márquez, 2002). El área de BST de la vereda Puerto Chaguaní se encuentra en la categoría de No transformado o escasamente transformado y corresponde en su mayor área a la vegetación secundaria o en transición. Esta vegetación de transición es la que ha colonizado las áreas en deterioro o abandonadas que se presentan en la región, entre otras, debido a que esta región se vio afectada por el conflicto armado interno que se presentó en el país en la década anterior, lo cual conllevó al detrimento de las actividades agropecuarias y al abandono de grandes extensiones de tierra, esto, permitió la recuperación de la vegetación a través de la colonización de especies pioneras que conectaron parches aislados. Es por esto que esta cobertura se encuentra con un índice de vegetación remanente que indica su buen estado (CAR, 2019).

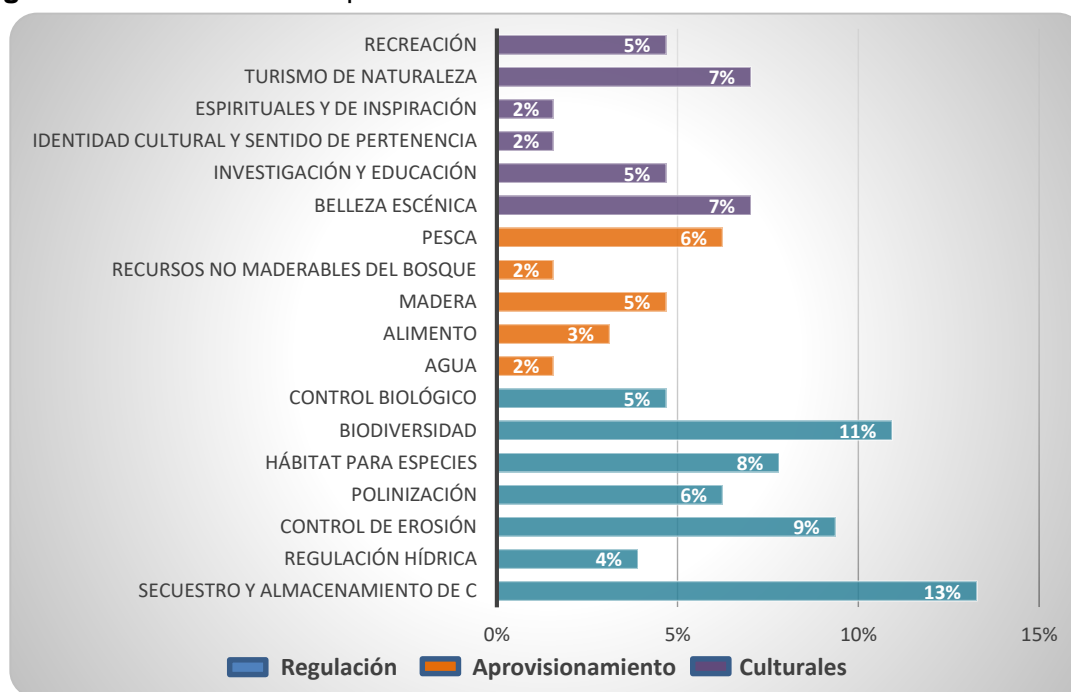
El índice de fragmentación denota la división de un hábitat, antes continuo, en parches aislados que difieren en forma y tamaño (McGarigal & McComb, 1999). El grado de

fragmentación o aislamiento de las coberturas naturales en la vereda es su gran mayoría moderada, significa que hay una distribución general de áreas y actividades antropizadas en toda la región en gran parte por la ganadería y éstas generan una importante presión sobre las áreas naturales en todo el territorio. Al norte de la vereda se presenta poca fragmentación, al encontrarse un parche grande de vegetación secundaria y ser el área más conservada de la vereda. Dado que la interrupción de la continuidad de la cobertura vegetal influye directamente en la disponibilidad de hábitat, crea una barrera que afecta la dispersión de fauna y puede a aislar o dividir la vegetación lo que dificulta procesos como la migración, el intercambio y la interacción de especies terrestres. De igual manera, la remoción de cobertura reduce la disponibilidad de fuentes de alimento y refugio para la fauna silvestre terrestre y aérea propia de la región.

4.1.2 Identificación de SE

Como resultado de las encuestas y entrevistas individuales a la comunidad (pescadores, ganaderos, amas de casa, agricultores, presidentes de juntas de acción comunal, Umata) que se encuentra en el municipio, se identificaron 18 servicios distintos asociados al BST (Figura 4-3).

Figura 4-3. SE reconocidos por los actores relacionados con el BST



Fuente: Elaboración propia

El SE que se considera más importante para la comunidad, es el servicio de secuestro y almacenamiento de Carbono con un 13%, seguido por biodiversidad con 11%, control de erosión con 9% y hábitat para especies con 8%, estos servicios pertenecen al grupo de servicios de regulación y los reconocen porque aún se sienten beneficiados, aunque en pequeña escala. Entre algunos de ellos:

- Biodiversidad

En las coberturas naturales del BST, se encuentra una diversidad alta en fauna y flora, entre las especies de flora (Fotografía 4-3) se destacan las especies fabáceas como acacia (*Acacia decurrens*), carbonero (*Albizia carbonaria*), igüá (*Albizia guachapele*), guayacán (*Centrolobium paraense*), algarrobo (*Hymenaea courbaril*), siete cueros (*Machaerium capote*), pela (*Vachellia farnesiana*); entre las cactáceas conocidas como cactus *Cereus hexagonus*, *Epiphyllum phyllanthus*, *Opuntia pittieri*, *Pseudorhipsalis ramulosa*, *Ferocactus sp*, cactus triangular (*Hylocereus undatus*), bola espinosa (*Melocactus curvispinus*) y lágrimas de San Pedro (*Rhipsalis baccifera*). Algunas de las bromeliáceas presentes son puya (*Puya floccosa*), quiche (*Tillandsia elongata*) y las barbas de viejo (*Tillandsia usneoides*); además se presentan especies que pueden aportar color como las aráceas entre ellas los anturios (*Anthurium sp*) y el balazo (*Monstera adansonii*).

Fotografía 4-3. Especies de flora en el BST de la vereda de Puerto Chaguaní.



Ferocactus sp



Acanthocerus sp

Fuente: Autora

Entre las especies de fauna que se observan en el área de estudio se encuentran aves como gavilán caminero (*Buteo magnirostris*), amazilia ciáneo (*Amazilia cyanifrons*), garrapatero piquiliso (*Crotophaga ani*), garrapatero grande (*Crotophaga major*), garrapatero piquiestriado (*Crotophaga sulcirostris*), cuco ardilla (*Piaya cayana*), tres pies (*Tapera naevia*), Cernícalo americano (*Falco sparverius*), pigua (*Milvago chimachima*), porphyrio martinicus (polla azul), perdiz común (*Colinus cristatus*), guacharaca (*Ortalis columbiana*), chilacoa colinegra (*Aramides cajanea*), saltarín barbiblanco (*Manacus manacus*), hormiguero pechinegro (*Formicivora grisea*), batara barrado (*Thamnophilus doliatus*), eufonía frentinegra (*Euphonia concinna*), eufonía gorgiamarilla (*Euphonia laniirostris*), piranga roja (*Piranga rubra*), toche pico de plata (*Ramphocelus dimidiatus*).

Fotografía 4-4. Aves del BST en la vereda de Puerto Chaguani.



Porphyrio martinicus (polla azul)



Tapera naevia (tres pies)

Fotografía 4-5. Ardilla (*Sciurus granatensis*).



Fuente: Autora

Mamíferos como zorro (*Cerdocyon thous*), mapuro (*Conepatus semistriatus*), comadreja (*Mustela frenata*), cusumbo (*Nasua nasua*), perro de monte (*Potos flavus*), zorra patona (*Procyon cancrivorus*), armadillo negro, gurre (*Dasypus novemcinctus*), martejo (*Caluromys derbianus*), runcho o chucha (*Didelphis sp*), conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), Perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*), ardilla (*Sciurus granatensis*).

Reptiles como la tortuga morrocoy (*Chelonoidis carbonarius*), pasarrayos (*Basiliscus galeritus*), salamaqueja (*Hemidactylus frenatus*), pequeño camaleón (*Anolis auratus*), pequeño camaleón (*Anolis tolimensis*), iguana (*Iguana iguana*), lagarto lobo común (*Ameiva ameiva*), lobo (*Ameiva bifrontata*), lobito (*Cnemidophorus lemniscatus*), boa (*Boa constrictor*), culebra cabuya o bejuquillo (*Imantodes cenchoa*), falsa coral (*Lampropeltis triangulum*), bejuca (*Leptophis ahaetulla*), guardacaminos (*Liophis lineatus*), toche, tигра (*Spilotes pullatus*), rabo de ají o coral (*Micrurus mipartitus*), cascabel (*Crotalus durissus*). Anfibios como rana torpedo (*Rheobates palmatus*), sapito granuloso (*Rhinella humboldti*), sapo hoja (*Rhinella margaritifera*), sapo (*Rhinella marina*), rana (*Craugastor raniformis*), rana venenosa (*Dendrobates truncatus*), rana platanera (*Boana pugnax*), rana platanera (*Boana xerophyla*), Sapito verrugoso (*Engystomops pustulosus*), rana picuda (*Leptodactylus fuscus*), rana (*Leptodactylus insularum*), entre otros.

Fotografía 4-6. Reptiles del BST de la vereda Puerto Chaguaní.



Chelonoidis carbonarius (tortuga morrocoy)



Basiliscus basiliscus (pasarrayos)

Fuente: Autora

- Control de erosión

Las raíces permiten a las plantas sujetarse al suelo y adquirir el agua y nutrientes necesarios para realizar sus funciones vitales, en primera instancia; al mismo tiempo, desempeñan una función ecológica importante porque su estructura forma una especie de malla que protege la tierra, evitando que se desprenda ante los elementos que la golpean; adicionalmente, al adherirse a las partículas del suelo, lo mantienen unido como si tuviese una especie de pegamento y, por último, absorben el exceso de agua que al acumularse debilita el terreno haciendo que se desprenda, como en el caso de las pendientes inclinadas. Todavía algo mejor: entre mayor es la cantidad de raíces a lo largo y a lo ancho, más protegido queda el suelo porque más grande es la malla que lo cubre. De ahí que se diga que las raíces son retenedoras de suelos. Su importancia es tal que, aun cuando se eliminen los vegetales que cubren un suelo, sus raíces enterradas pueden mantenerlo sujeto durante meses o incluso años, mientras permanezcan dentro de aquél sin desintegrarse (Braham et al., 2012).

- Belleza escénica

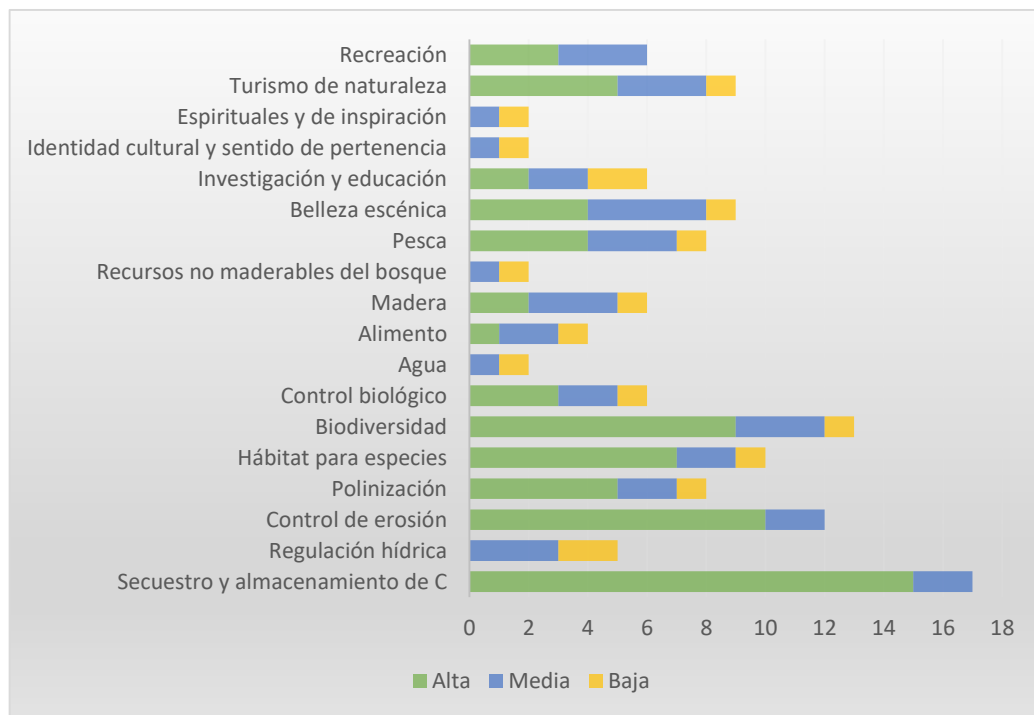
La belleza escénica es otro de los servicios que prestan los bosques secos, ofrecen disfrute y distracción a nacionales y extranjeros, lo anterior hace que este ecosistema se constituya en un atractivo para el turismo recreativo. El ecosistema forestal se ha convertido en los últimos años en uno de los centros de atracción con mayor potencial para la actividad turística, sobre la base de las características que presenta la demanda de sus servicios. El servicio ambiental de belleza escénica no es cuantificable, por lo tanto, no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio.

- Hábitat para especies

Según (Groot et al, 2002) el servicio ecosistémico de “hábitat para especies”, contribuye a la conservación in situ de la biodiversidad biológica y de los procesos evolutivos; ya que, cuenta con la capacidad de proveer hábitat con las condiciones adecuadas para que las especies animales, vegetales y microbianas puedan desarrollarse y subsistir.

En la identificación de los SE con nivel de importancia alta (Figura 4-4) elegidos por la comunidad del municipio de Chaguaní se encontró: secuestro y almacenamiento de Carbono en primer lugar seguido por el servicio de biodiversidad, control de erosión, mantenimiento de hábitat para especies, madera, investigación y educación, turismo de naturaleza y belleza escénica.

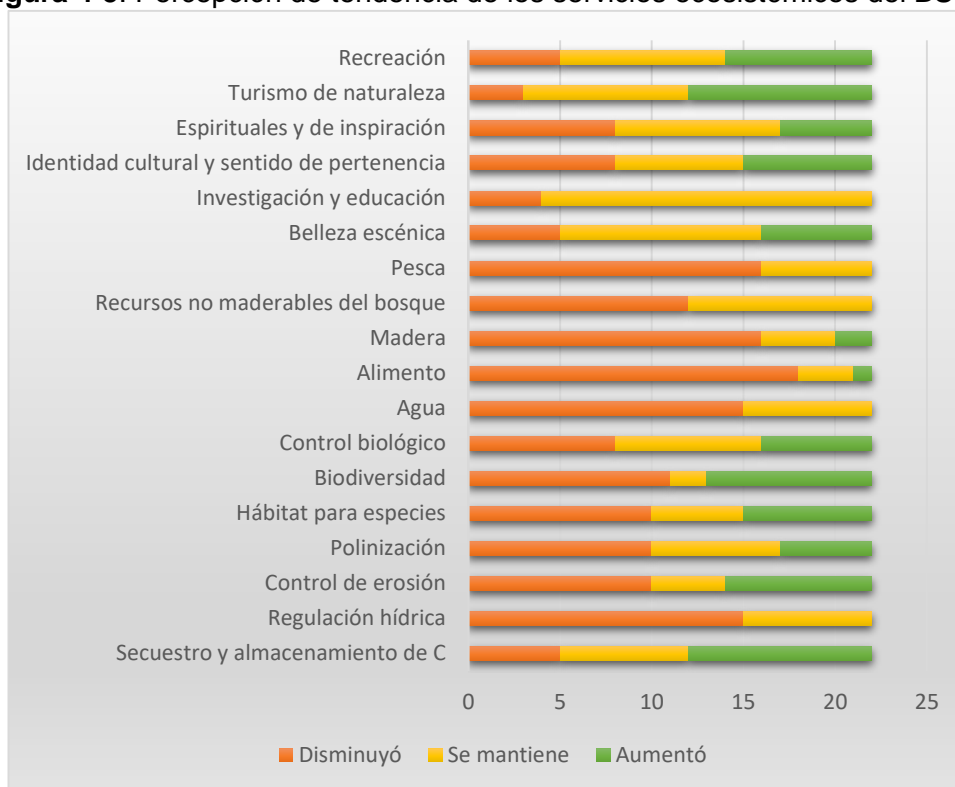
Figura 4-4. Importancia de los servicios ecosistémicos del BST percibidos por la comunidad.



Fuente: Elaboración propia

De manera general la comunidad no reconoce los beneficios o los servicios ecosistémicos que presenta el BST, así mismo, desconocen sus características e importancia ecológica. Varias personas lo han considerado como un “bosque de solo maleza, chamizos y plantas invasoras”. Pero con las socializaciones, talleres y reuniones que la mayoría de la comunidad ha tenido por el proceso de actualización del POMCA, se ha ido dando un cambio en el concepto y conciencia de la importancia de los SE.

Figura 4-5. Percepción de tendencia de los servicios ecosistémicos del BST



Fuente: Elaboración propia

La comunidad percibe que los únicos servicios que han aumentado es el turismo de naturaleza y el secuestro y almacenamiento de Carbono, dado que en una de las fincas cercanas en los últimos 2 años un habitante creó un ecohotel con el fin de realizar actividades de avistamiento de aves, caminatas ecológicas y cabalgatas. En cuanto a secuestro y almacenamiento de Carbono, las personas al percibir un aumento de la vegetación por abandono de parcelas, asumen un incremento de dicho servicio por la relación directa que existe entre vegetación y secuestro de Carbono. Los demás servicios, la comunidad percibe que han disminuido o incluso que no existen.

De estos servicios el que obtuvo mayor votación y fue priorizado por la comunidad es el servicio de secuestro y almacenamiento de Carbono. Según TEEB, este servicio se relaciona con los ecosistemas que regulan el clima global almacenando y secuestrando los gases de efecto invernadero, a medida que los árboles y las plantas crecen, eliminan el Dióxido de Carbono (CO₂) de la atmósfera y lo bloquean eficazmente en sus tejidos, de esta manera los ecosistemas forestales son reservas de Carbono, la biodiversidad

también juega un papel importante al mejorar la capacidad de los ecosistemas para adaptarse a los efectos del cambio climático.

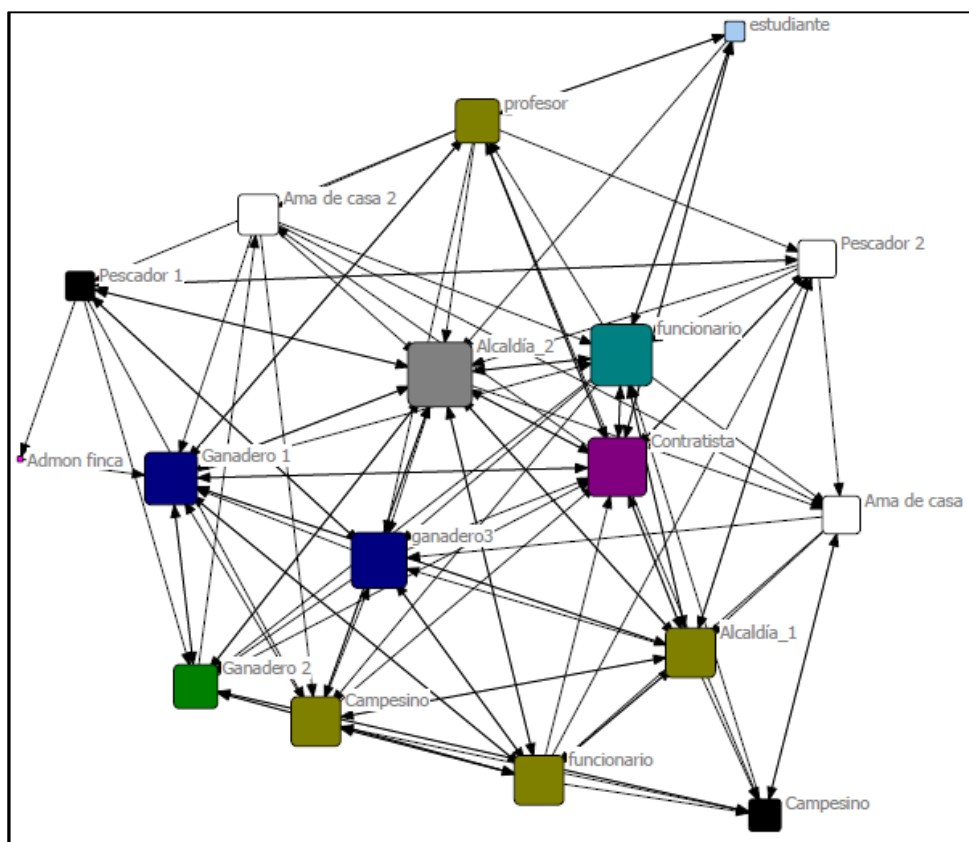
El cambio climático y los bosques secos tropicales están íntimamente ligados en el ciclo del Carbono. Por una parte, los cambios que se producen en el clima mundial están afectando a los bosques debido a que las temperaturas medias anuales son más elevadas y a la presencia cada vez más frecuente de fenómenos climáticos extremos. Al mismo tiempo, los bosques y la madera que producen este tipo de ecosistemas, capturan y almacenan Dióxido de Carbono (CO₂), con lo cual contribuyen considerablemente a mitigar el cambio climático (FAO, 2006).

Los bosques ayudan a mitigar estos cambios al absorber el Dióxido de Carbono proveniente de la atmósfera y convertirlo a través de la fotosíntesis en Carbono, almacenándolo en la vegetación. En los árboles, el Carbono corresponde alrededor del 20% de su peso; además, el conjunto de la biomasa forestal también funciona como "sumidero de Carbono"; es decir, la materia orgánica del suelo de los bosques (como el humus producido por la descomposición de la materia vegetal muerta) también actúa como depósito de Carbono" (Murphy & Lugo, 2010).

4.1.3 Análisis de actores

El área de estudio para el BST reúne una gran diversidad de actores, se compone en su totalidad por campesinos adultos mayores, que han vivido por más de 15 años en la zona y que tienen un bajo grado de arraigo o apropiación al territorio, ya que la mayoría son personas que llegaron de otras regiones por temas de desplazamiento por conflicto armado y fueron favorecidos con el programa de restitución de tierras, recibiendo 28 hectáreas para iniciar una nueva vida en Chaguaní. En esta zona, la densidad poblacional es la más baja. El principal sistema de producción es la ganadería y la cría de animales para auto subsistencia. La comunidad que vive en el área manifiesta que cada persona trabaja por su lado sin cooperación de los vecinos, solo unos pocos se colaboran para intercambiar trabajo.

Figura 4-6. Red general de actores presentes en el BST del municipio de Chaguaní



El rol que desempeña cada uno de los actores que vive en el territorio está asociado en su mayoría a la ganadería, pesca en determinadas épocas del año y cuando no a oficios varios, labores del hogar y empleos en el casco urbano de Cambao, otros viven en el casco urbano de Chaguaní y tienen sus predios arrendados para ganadería, algunos pocos tienen su predio abandonado por la falta de recursos económicos para colocar en producción dicho predio. Por lo cual en la red de la Figura 4-6, se muestra el grado de relación que existe entre los diferentes actores presentes en el territorio.

De acuerdo a la salida gráfica del programa UCINET (Figura 4-6), los actores con mayor cantidad de relaciones presentan una figura (cuadrado) de mayor tamaño y el color corresponden a los actores que tienen la misma cantidad de relaciones. El actor con mayor cantidad de relaciones con los actores del territorio es la alcaldía, dicha entidad representada por la oficina de UMATA, la cual tiene más contacto y desarrolla actividades con la comunidad, aunque varios actores informan no recibir apoyo ni asistencia técnica para mejorar sus actividades. Otro actor con alto grado de relación está representado en

la red como funcionario hacia el centro de la misma, se refiere a la entidad de restitución de tierras, la cual aún no resuelve para la comunidad la tenencia en firme de sus predios y los propietarios aún están pendientes de recibir su escritura y poder acceder a beneficios de las entidades públicas. En tercer lugar se encuentra las relaciones con la provincial CAR a través de sus contratistas, entidad que no es querida en la región por sus restricciones ambientales e injustas multas. Se encuentra un actor fundamental para la vereda, en la red está representado por el administrador de una finca, dicha finca pertenece al señor Puertas, quien ha tenido el poder adquisitivo para ir comprando en los últimos años varios predios y actualmente posee casi un 50% del área de estudio.

4.1.4 Trayectoria socio – ecológica y caracterización del SSE

Las transformaciones derivadas de la ocupación humana en la región vienen dadas desde hace un siglo atrás cuando aumenta la población y se necesitan terrenos para la producción agropecuaria. Álvarez et al., 2006 reseñan que la introducción al país de la raza bovina cebú, a finales del siglo XIX y comienzos del XX, que se concentró en los climas cálidos estacionales de sabana y en las zonas de bosque seco tropical de la región Caribe y de los valles interandinos, fue la principal causa de dicha transformación. Para la década de 1950, más de la mitad de la extensión original, unos 45.000 km², habían desaparecido debido a la expansión ganadera, a la construcción de vías, a la colonización de terrenos baldíos y a su apropiación legal mediante las llamadas «mejoras». Esa tendencia continuó hasta 2006, quedando unos 1.200 km², cifra que corresponde apenas al 1,5% de la extensión original.

Entre 1987 y 2000, el 59% de los bosques tropicales secos de la cuenca alta del valle del río Magdalena, se transformaron en pastizales, condición que se debió, principalmente a normas del orden nacional que estimularon el desarrollo del sector agropecuario, especialmente el ganadero. Desde 1987 con el Decreto 77, cuyo artículo 42 habilitó al INCORA para repartir territorios baldíos y la ley 30 de 1988, que impulsó la explotación económica y la utilización social de las tierras rurales aptas para uso agropecuario y de las ociosas o deficientemente utilizadas (Romero-Duque et al., 2015).

Tabla 4-1. Leyes y Normas que incidieron en la transformación del territorio de BST

Año	Normatividad
1974	Decreto - Ley 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente da inicio a la planificación ambiental del territorio.
1980	Ley 4 de 1980. Por la cual se estimula la capitalización del sector agropecuario y se dictan normas sobre fondos ganaderos, banco ganadero y crédito agropecuario.
1987	Decreto 77 de 1987 o estatuto de Descentralización.
1988	Ley 30 de 1988. Fomentó la explotación económica y la utilización social de las tierras rurales aptas para uso agropecuario.
1990	Ley 7 de 1990. Sobre la naturaleza jurídica, objeto, estructura y vigilancia de los fondos ganaderos.
1993	Ley 99 de 1993 (Ley general del Ambiente, Sistema Nacional Ambiental (SINA)). Ley 101 de 1993 (Ley general de desarrollo agropecuario y pesquero)
1994	Ley 132 de 1994 (Estatuto orgánico de los fondos ganaderos). Ley 139 de 1994 (Certificado de incentivo forestal). Ley 160 de 1994 (se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, se establece un subsidio para la adquisición de tierras, se reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y se dictan otras disposiciones). Ley 165 Convenio sobre la Diversidad Biológica.
1996	Política de Bosques – Documento CONPES 2834. Uso sostenible de los bosques, con el fin de conservarlos; consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y aumentar la calidad de vida de la población”
1997	Ley 363 de 1997 (Reforma el Estatuto orgánico de fondos ganaderos).
1997	Ley 388 de 1997. Artículo 33 sobre ordenamiento territorial que reglamenta los usos del suelo
1999	Ley 507 de 1999. Aprobación del ordenamiento territorial a cargo de las Corporaciones Autónomas Regionales.

Año	Normatividad
2005	Ley 975 de 2005. Fondo para la Reparación de las Víctimas (FRV) creado por la Ley de Justicia y Paz
2010	Decreto 2372 de 2010. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones
2011	Ley 1448 de 2011. Fondo de la Unidad de Restitución de Tierras (F-URT) creado por la Ley de Víctimas y Restitución de Tierras
2011	Ley 1454 de 2011. Se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones
2012	Decreto 1640 de 2012. Se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos.
2015	Decreto 1076 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El municipio de Chaguaní ha sido sacudido por la violencia desde inicios de los años 90 hasta mediados de la década del 2000. El paso de las guerrillas y de los grupos paramilitares por esta población dejó 766 víctimas desde 1985 hasta agosto de 2017 según el Registro Único de Víctimas de la Unidad para Atención y Reparación Integral a las Víctimas. Sin embargo, el municipio con apenas 749 habitantes en el sector urbano, no aparece en los registros oficiales que dan cuenta del conflicto armado en Colombia (Tellez, 2018). La vereda Puerto Chaguaní empezó a habitarse aproximadamente hace 50 años cuando la señora Inés Calderón empezó a parcelar sus tierras, en algunos casos regalo tierras y en otros vendía muy barato. Otra parte de la población llegaron a la zona por la intervención de instituciones públicas que a partir de la figura de extinción de dominio de las grandes haciendas de Gonzalo Rodríguez Gacha entregó tierras a campesinos, bajo la figura de derecho de propiedad en proindiviso².

² concepto jurídico relativo al derecho de propiedad sobre un bien. Significa que una persona tiene el derecho de propiedad sobre dicho bien solo de forma parcial, compartiendo la propiedad con otras personas, no teniendo ninguna la plena propiedad (Código civil)

En la vereda se presenta un patrón de asentamiento disperso, este tipo de asentamiento hace referencia principalmente a la ocupación de viviendas en grandes extensiones de territorio, las viviendas se encuentran separadas unas de otras, generalmente a grandes distancias, cuyas principales características son el deterioro de las vías de comunicación, baja densidad poblacional, baja cobertura en infraestructura social y pública, así como un bajo desarrollo de actividades productivas. Actualmente viven 20 familias que en condición de desplazamiento se asentaron en parcelas (28 hectáreas aproximadamente cada una) en la vereda; arribaron principalmente de la Costa Atlántica y Caquetá.

Otro aspecto que tomó fuerza entre la década de los 70 y 90 y que actualmente genera una amenaza para el ecosistema, son las carreteras de cuarta generación, actualmente en funcionamiento el corredor vial Girardot - Honda - Puerto Salgar.

A finales del siglo XX la relación entre el sistema social y ecológico en la vereda de Puerto Chaguaní donde se ubica la zona de vida de BST era una relación de explotación de los recursos boscosos, los procesos históricos de ser grandes haciendas que luego fueron poseídas por narcotraficantes y expropiadas para ser parceladas y restituidas a personas desplazadas por el conflicto armado, le han configurado como un espacio de abandono estatal, cultural y sin arraigo por parte de sus habitantes. Por lo tanto, en la actualidad lo que manifiesta la realidad de la vereda es una vulnerabilidad del sistema socioecológico en la dimensión del sistema ecológico, económico y social.

Lo anterior es el resultado de múltiples presiones que a lo largo de la historia ha desconocido la importancia y los servicios ecosistémicos del bosque seco tropical, siendo un territorio fragmentado, por épocas fue abandonado y recuperó vegetación natural, otras épocas donde es habitado y se deforesta para la actividad ganadera. Así pues, el SSE de la vereda presenta desbalances en dicho sentido, en tanto que se ha visto erosionado el capital natural y social por las transformaciones que se han presentado históricamente sobre el aprovechamiento de los recursos naturales.

La transformación de la vereda, ha generado diversas respuestas en el territorio, dinámicas poblacionales particulares y conflictos socio-ambientales asociados principalmente al cambio acelerado del uso del suelo y el impulso que se le ha dado a la actividad ganadera en la zona desde finales de la década de los setenta, siendo esta la única actividad factible percibida por los habitantes.

Todo este panorama ilustra un proceso un tanto siniestro, en la medida que no se planifica la vereda ni la conservación para satisfacer necesidades locales de subsistencia, servicios básicos y sostenibilidad en el tiempo. Por lo tanto, el SSE de la vereda se erige como un sistema desbalanceado donde es necesario replantear y reconectar las dimensiones sociales, ecológicas y económicas mediante una gestión integral.

4.2 Valoración Integral del almacenamiento y secuestro de Carbono y su relación con otros SE

Como resultado de la identificación de los SE por parte de la comunidad asociada al BST del municipio de Chaguaní, el proceso de valoración integral se implementó con el servicio priorizado de almacenamiento y secuestro de Carbono. Se analizó dicho servicio como la presencia de almacenamiento y secuestro de las reservas de carbono que están presentes en las coberturas boscosas. Dicho SE permite un análisis integral debido a su asociación directa con la vegetación, de tal manera, al presentarse dicho servicio, este funciona como servicio tipo sombrilla para que se oferten otros servicios. Y de esta manera se puede tener una aproximación en cuanto al valor e importancia de los demás SE presentes.

4.2.1 Valoración social

La entrevista semiestructurada recopiló principalmente las relaciones que existen entre los actores sociales, la tendencia al cambio en la oferta del SE almacenamiento y secuestro de Carbono y el grado de importancia que le atribuyen a este servicio.

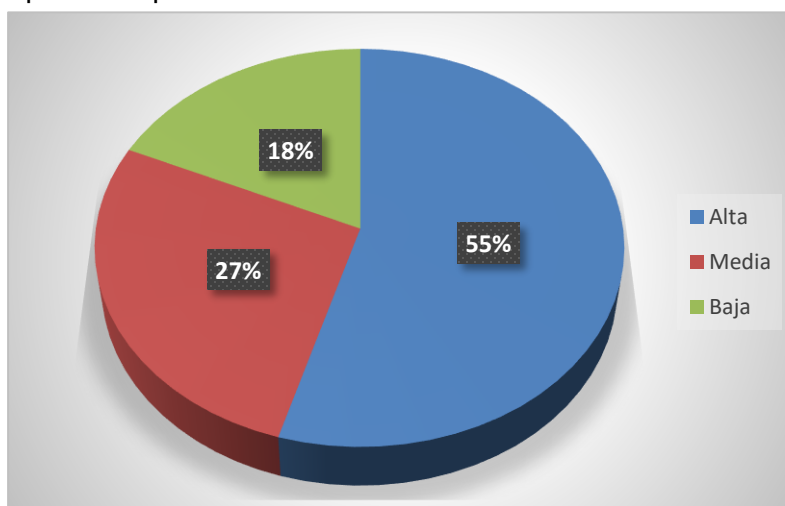
La evaluación permitió analizar la importancia y percepción que le atribuyen los usuarios a los servicios ecosistémicos del BST con respecto al SE priorizado y la tendencia que han tenido en los últimos veinte años.

De manera general, la comunidad que habita el BST en Chaguaní no percibe la importancia del ecosistema y el grado de amenaza que este tiene actualmente, al preguntarles ¿Para usted qué es el BST?, las respuestas fueron: árboles secos, poca agua, seco, no se da nada, espinos, mucho calor, enmalezados.

En cuanto al servicio priorizado por la comunidad “secuestro y almacenamiento de Carbono”, se percibe su importancia a través de la sombra y frescura que los árboles brindan a los animales y habitantes, la producción de oxígeno y purificación del aire. De las personas encuestadas un 55% consideran este servicio de importancia alta, un 27% importancia media y 18 % importancia baja.

En cuanto al estado actual de las coberturas naturales del bosque, algunos actores comentan que se ha recuperado vegetación en algunas parcelas debido al abandono de las mismas, pero también es evidente que en los últimos años en gran porción de la vereda se ha estado talando la vegetación recuperada para retomar la actividad ganadera.

Figura 4-7. Importancia del servicio ecosistémico secuestro y almacenamiento de Carbono del BST percibido por la comunidad



La comunidad considera que es mejor tener una finca arreglada, la cual es que no esté enmontada y que esté limpia, con pastizales, por eso se debe tumbar o limpiar para que sea una finca productiva y se pueda tener ganado.

4.2.2 Valoración ecológica

En el ecosistema biosfera terrestre es necesario distinguir entre el carbono almacenado en el ecosistema (árboles, vegetación subsidiaria, suelo y productos obtenidos) expresado en toneladas (o en gigatoneladas) por hectárea y el flujo de carbono, que es la corriente de carbono entre las existencias de carbono (contenido) en el ecosistema y

la atmósfera. Asimismo, la expresión “sumidero de carbono” se refiere a la existencia de un flujo neto de carbono desde la atmósfera al sistema, mientras que la expresión “fuente de carbono” significa un flujo en sentido inverso, desde el sistema a la atmósfera. Su diferencia algebraica se refleja en el balance de carbono. Se estima que el 80% del carbono que vegetación y suelos intercambian con la atmósfera corresponde a los bosques. Estos, al incorporarse el carbón en el crecimiento de los árboles, actúan como sumideros (2,30 Gt C año⁻¹ en términos muy amplios) y juegan un papel importante en el balance de carbono, contribuyendo a reducir el contenido en la atmósfera del CO₂ procedente de las emisiones antropogénicas (Pardos, 2010).

El análisis del servicio de secuestro y almacenamiento de Carbono, se basó en la cuantificación biofísica de las reservas de carbono que están presentes en las coberturas boscosas. Un inventario preciso del contenido en carbono en los bosques, dado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático distingue cinco tipos: biomasa aérea (vuelo), biomasa subterránea (raíces vivas), madera muerta, mantillo y hojarasca y materia orgánica del suelo. La madera muerta incluye biomasa no viva (árboles caídos, tocones, raíces muertas).

La Tabla 4-2 muestra los valores de almacenamiento de carbono para las diferentes coberturas que se encuentran en el bosque seco tropical del municipio de Chaguaní, las cuales fueron agrupadas al nivel 2 de acuerdo a la leyenda nacional de coberturas de la tierra CORINE land Cover para Colombia.

Tabla 4-2. Matriz de sumideros de carbono (ton C/ha/año).

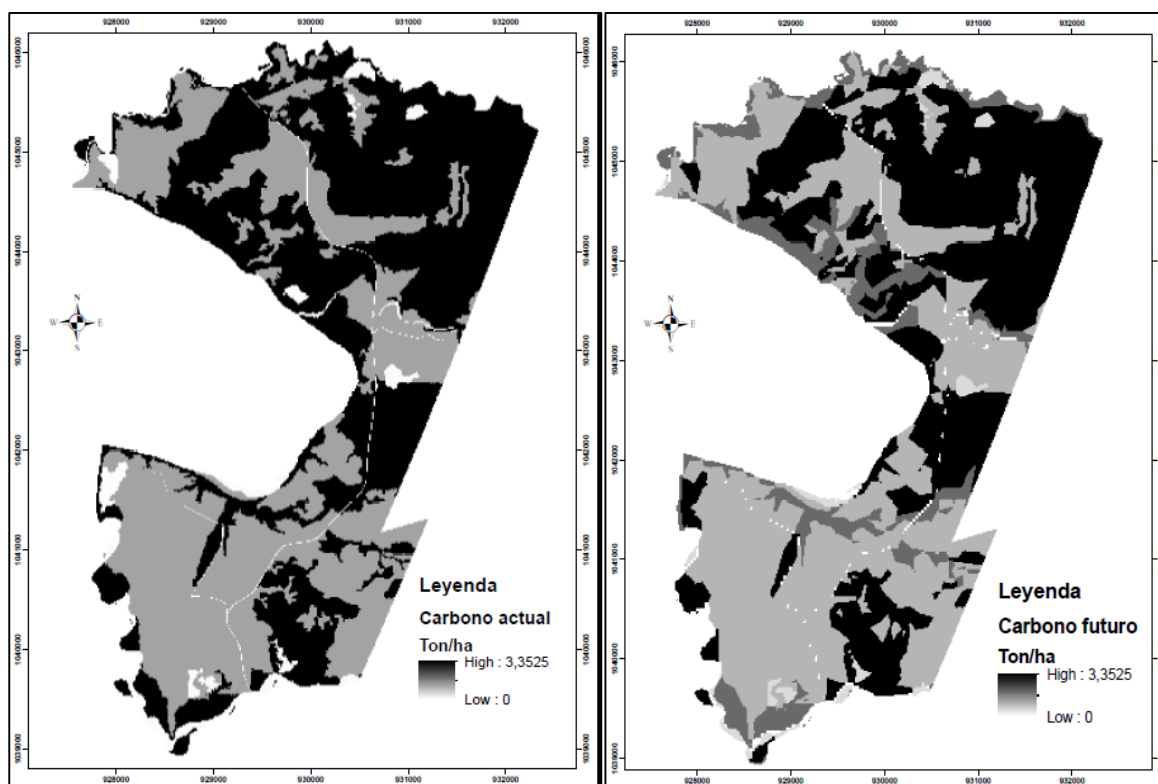
Código cobertura	Nombre cobertura	Ton/ha				Fuente
		C_aéreo	C_subterráneo	C_muerto	C_suelo	
1	Red vial	0	0	0	0	
2	Cultivos transitorios	0	0	0	0	
3	Pastos	2	22	18	1	Cuellar et.,al.,2014. Rivera et.,al, 2011
4	Bosque de galería y ripario	16	8	61	2	Castañeda, 2016
5	Vegetación secundaria o en transición	25	6	105	13	Cifuentes-Jara, M. 2008. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

						País: Colombia. 2016
6	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	0	0	20	0	García, 2016
7	Ríos	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior y los insumos mencionados en el capítulo de metodología se obtuvo los siguientes resultados de la valoración ecológica para el servicio almacenamiento y secuestro de carbono. El software inVEST generó los mapas de carbono en formato raster tanto para el escenario actual como el futuro, además, existe un mapa de secuestro de carbono que fue obtenido mediante la diferencia de los dos mapas antes mencionados, los cuales se muestran a continuación.

Figura 4-8. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono para el BST.



Fuente: Elaboración propia

El Carbono Total almacenado representa los TMC (Toneladas Métricas de Carbono) almacenado en el área de estudio. Esta constituye una suma de todos los depósitos de

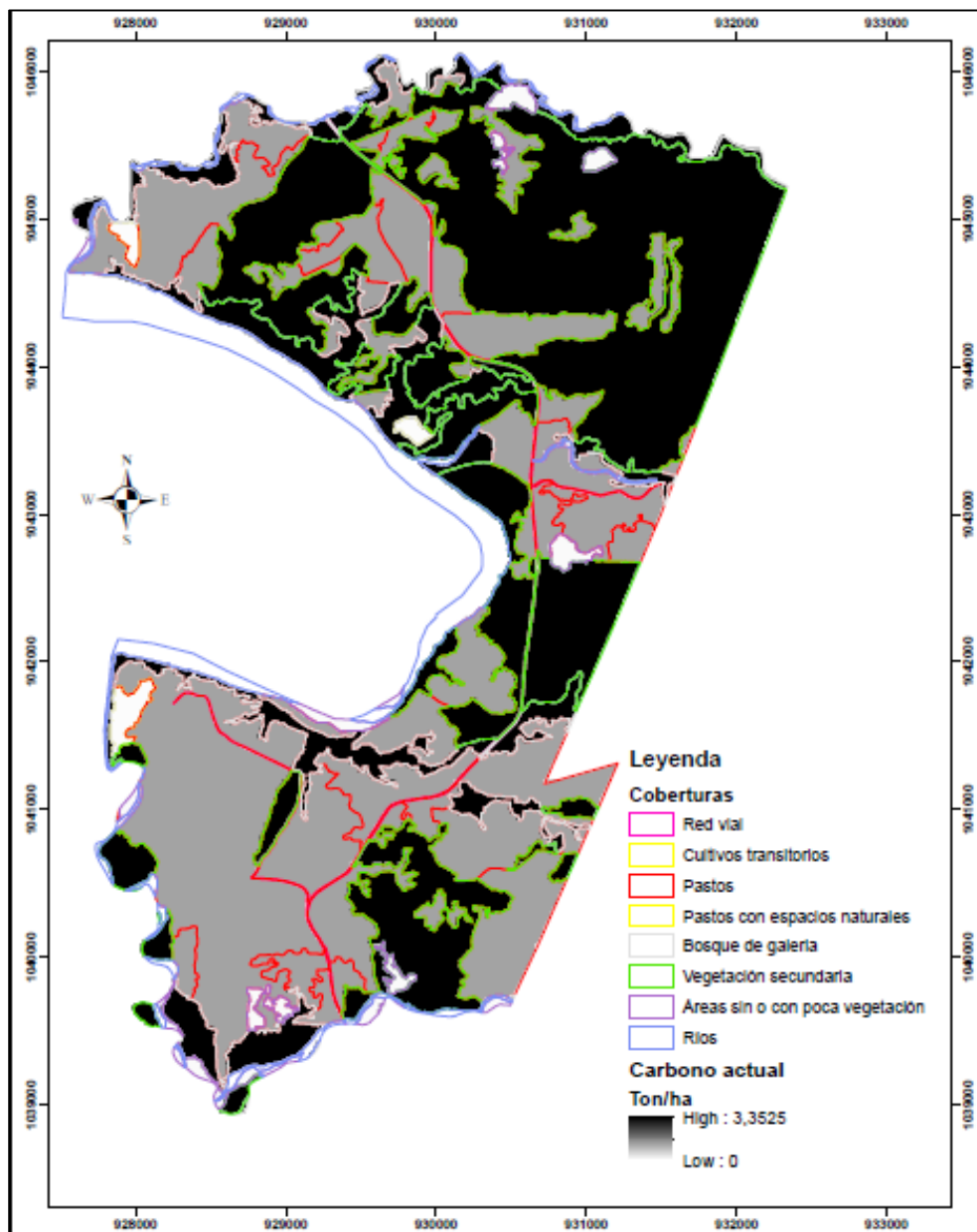
carbono que ha incluido datos correspondientes a la biomasa aérea, biomasa subterránea, el suelo y el material muerto. En la Figura 4-8 se observa en color negro los mayores depósitos de carbono, dichos depósitos corresponde a un valor máximo de 3,35 Ton/ha por pixel y en color blanco el depósito corresponde a un valor de 0 Ton/ha por pixel, tanto para el escenario actual como futuro. De acuerdo a estos escenarios se obtiene los siguientes valores:

Tabla 4-3. Ton/ha de Carbono total para el escenario actual del BST.

Cobertura	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado
Vegetación secundaria	30278	3,352	101507
Bosque de galería y ripario	8351	1,957	16347
Pastos	33046	0,967	31972
Cultivos transitorios	617	0,427	264
Áreas abiertas	1500	0,450	675
Ríos	4711	0,0	0
Red vial	375	0,0	0
Total Ton/ha almacenadas en el BST			150765

De acuerdo a la Tabla 4-3 y la Figura 4-9, para el escenario actual de almacenamiento de Carbono en el BST del municipio de Chaguaní, el 38,38% del área de estudio que corresponde a vegetación secundaria o en transición almacena el valor más alto para el BST con un total de 101507 Ton/ha de Carbono, seguida por el 41,9% del área de estudio correspondiente a la cobertura de pastos con un total de 31972 Ton/ha de Carbono y los bosques de galería y riparios que ocupan un 10,6% almacenan un total de 16347 Ton/ha. En menor proporción se encuentra las áreas abiertas y cultivos transitorios con 675 Ton/ha y 264 Ton/ha de Carbono respectivamente.

Figura 4-9. Escenario actual de almacenamiento de Carbono para las coberturas del BST.



De acuerdo a la Tabla 4-4 y la Figura 4-10, para el escenario futuro de almacenamiento de Carbono en el BST del municipio de Chaguaní, el 39,16% del área de estudio que corresponde a vegetación secundaria o en transición almacena el valor más alto para el BST con un total de 103545 Ton/ha de Carbono, seguida por el 42,08% del área de

estudio correspondiente a la cobertura de pastos con un total de 32115 Ton/ha de Carbono y los bosques de galería y riparios que ocupan un 10,65% almacenan un total de 16455 Ton/ha. En menor proporción se encuentra las áreas abiertas con 645 Ton/ha de Carbono.

Tabla 4-4. Ton/ha de Carbono total para el escenario futuro del BST

Cobertura	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado
Vegetación secundaria	30886	3,352	103545
Bosque de galería y ripario	8406	1,957	16455
Pastos	33194	0,967	32115
Áreas abiertas	1433	0,450	645
Ríos	4650	0,0	0
Red vial	309	0,0	0
Total Ton/ha almacenadas en el BST			152760

Fuente: Elaboración propia

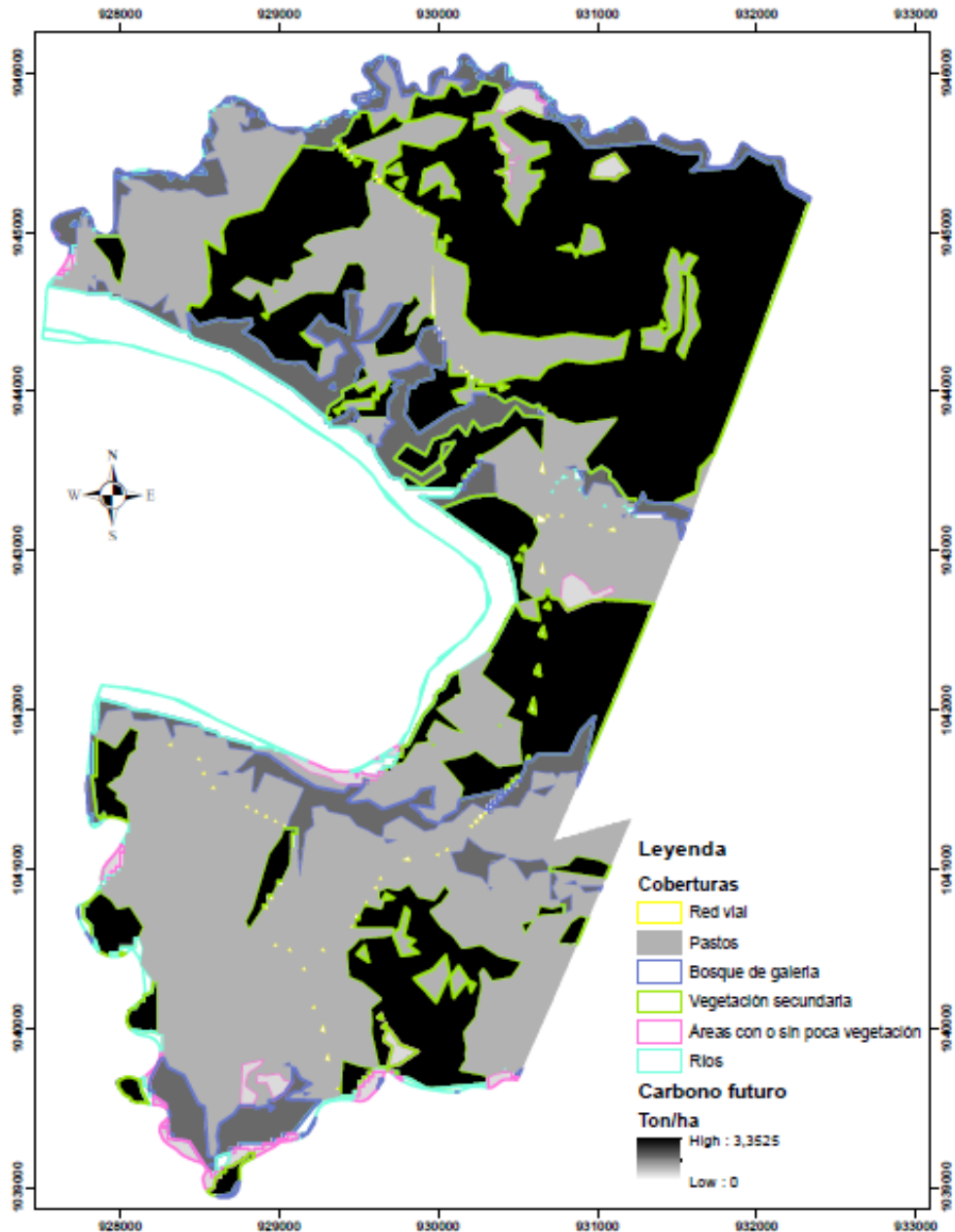
Para el escenario futuro las coberturas aumentan de área, ya que los cultivos transitorios se transforman en otras coberturas, mostrando así un pequeño aumento de 1995 Ton/ha en el almacenamiento de Carbono, esto demuestra que se necesitan acciones inmediatas de recuperación y restauración de las áreas naturales.

Teniendo en cuenta un estudio por el Instituto Alexander Von Humboldt en 2019, en el cual se calcula el Carbono total para BST en el norte de Tolima, dicha área presenta un nivel máximo de almacenamiento de 168,19 Ton/ha por pixel, para un total de 671750 Ton/ha solo en la cobertura natural de bosque denso. Al comparar dichos datos con el área de estudio del municipio de Chaguaní, se muestra que el almacenamiento de Carbono es mucho menor, al presentar muy pocas áreas naturales y las que existen de bosque de galería y vegetación secundaria son muy pequeñas con respecto a los territorios pecuarios para almacenar una cantidad de Carbono considerable o representativa para el BST.

La proporción de carbono acumulado en suelo y vegetación varía entre ecosistemas y tipos de bosques. En latitudes elevadas, con clima frío, la materia orgánica se descompone lentamente; así, en los bosques boreales el carbono acumulado en el suelo llega al 80-90% del total, mientras que en el trópico, las temperaturas más suaves

aceleran su descomposición y el carbono se reparte a partes iguales entre suelo y vegetación (Pardos, 2010)

Figura 4-10. Escenario futuro de almacenamiento de Carbono para las coberturas del BST



Fuente: Elaboración propia

El potencial de secuestro de carbono de una masa forestal dependerá de la composición de especies, su estructura, edad y de las características de la estación, incluyendo clima, suelos y gestión.

La estimación del contenido en carbono en un bosque tropical de Colombia, da un valor medio de 383,70 Mg C ha⁻¹ (59% en suelo, 29 % en vuelo, 10% en biomasa de raíces, 2% en necromasa) en bosques primarios y 228,20 ± 13,10 Mg C ha⁻¹ (84% en el suelo, 9% en el vuelo, 5% en biomasa de raíces) en bosques secundarios (Pardos, 2010)

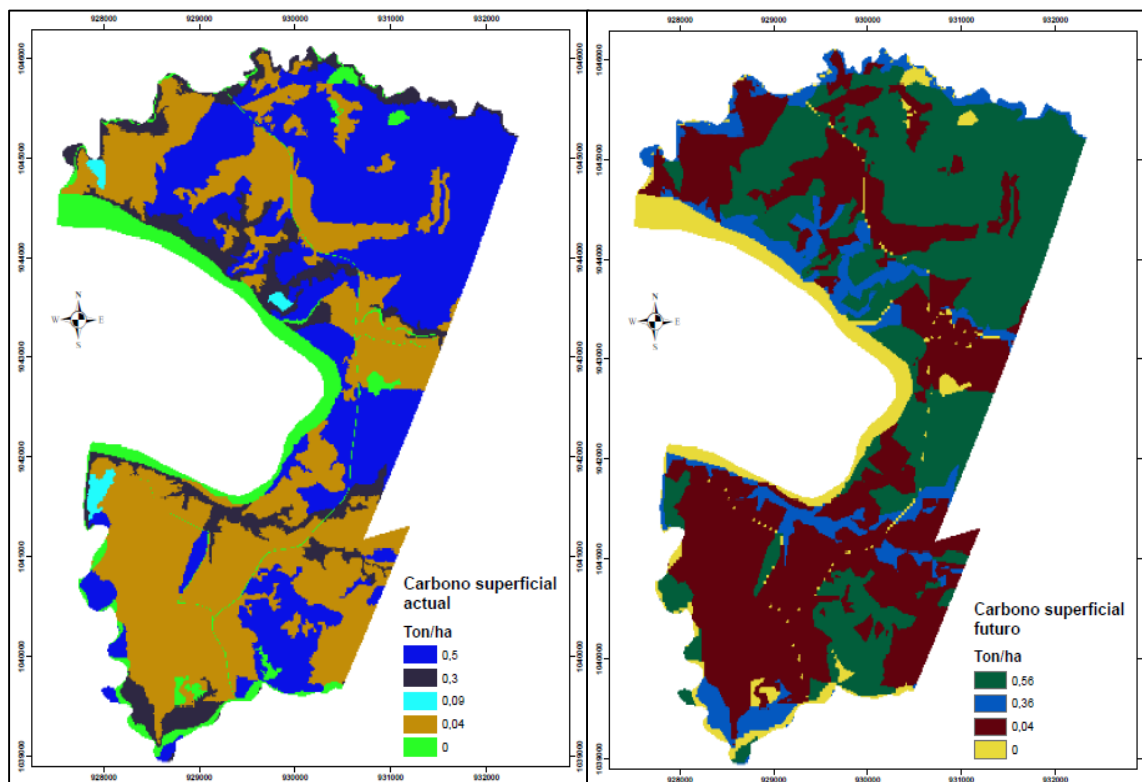
De acuerdo a la Tabla 4-5 y la Figura 4-11, para el escenario actual de almacenamiento de Carbono aéreo se evidencia un total de 19021 Ton/ha, donde la vegetación secundaria o en transición almacena el valor más alto para el BST con un total de 15139 Ton/ha de Carbono, seguida por los bosques de galería y riparios que almacenan un total de 2505 Ton/ha y la cobertura de pastos con un total de 1322 Ton/ha de Carbono, quedando en menor proporción los cultivos transitorios con 55,5 Ton/ha. Al comparar los datos con el escenario futuro el incremento de carbono aéreo es de 2629 Ton/ha para un total de 21650 Ton/ha en el área de estudio y se evidencia de la misma manera que la cobertura que almacenará mayor cantidad de Carbono aéreo es la vegetación secundaria (17296 Ton/ha).

Tabla 4-5. Ton/ha de Carbono aéreo del BST

Cobertura	Escenario actual			Escenario futuro		
	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado
Vegetación secundaria	30278	0,5	15139	30886	0,56	17296
Bosque de galería y ripario	8351	0,3	2505	8406	0,36	3026
Pastos	33046	0,04	1322	33194	0,04	1328
Cultivos transitorios	617	0,09	55,5	-	-	-
Otras	6586	0	0	Otras	0	0
Total Ton/ha almacenadas			19021			21650

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-11. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono superficial para el BST



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 4-6 y la Figura 4-12, para el escenario actual de almacenamiento de Carbono subterráneo se evidencia un total de 21656 Ton/ha, donde los pastos almacenan el valor más alto para el BST con un total de 16192 Ton/ha de Carbono, seguida por la vegetación secundaria o en transición con 3936 Ton/ha, los bosques de galería y riparios que almacenan un total de 1503 Ton/ha y la cobertura con menor proporción en Carbono los cultivos transitorios con 24,68 Ton/ha. Al comparar los datos con el escenario futuro el incremento de carbono subterráneo es de 137 Ton/ha para un total de 21793 Ton/ha en el área de estudio y se evidencia que la cobertura que almacenará mayor cantidad de Carbono subterráneo es la de pastos (16265 Ton/ha).

En los pastizales predomina el carbono subterráneo, que se encuentra principalmente en las raíces y en la materia orgánica del suelo. La producción anual de biomasa en los pastizales puede ser elevada, pero debido a la rápida renovación y a las pérdidas por el

pastoreo y los incendios, y a la senectud anual de la vegetación herbácea, las existencias en pie de la biomasa aérea rara vez sobrepasan unas cuantas toneladas por hectárea en muchos pastizales. Pueden acumularse cantidades más grandes en el componente leñoso de la vegetación, en la biomasa de raíces y en los suelos (Penman, Gytarsky, Hiraishi, Irving, & Krug, 2006). Muchas especies de pastizales se han adaptado para hacer frente al pastoreo y los daños normales ocasionados por el fuego y, en consecuencia, tanto la vegetación como el carbono del suelo son relativamente resistentes a las perturbaciones ocasionadas por el pastoreo moderado y los incendios (Milchunas y Lauenroth, 1993).

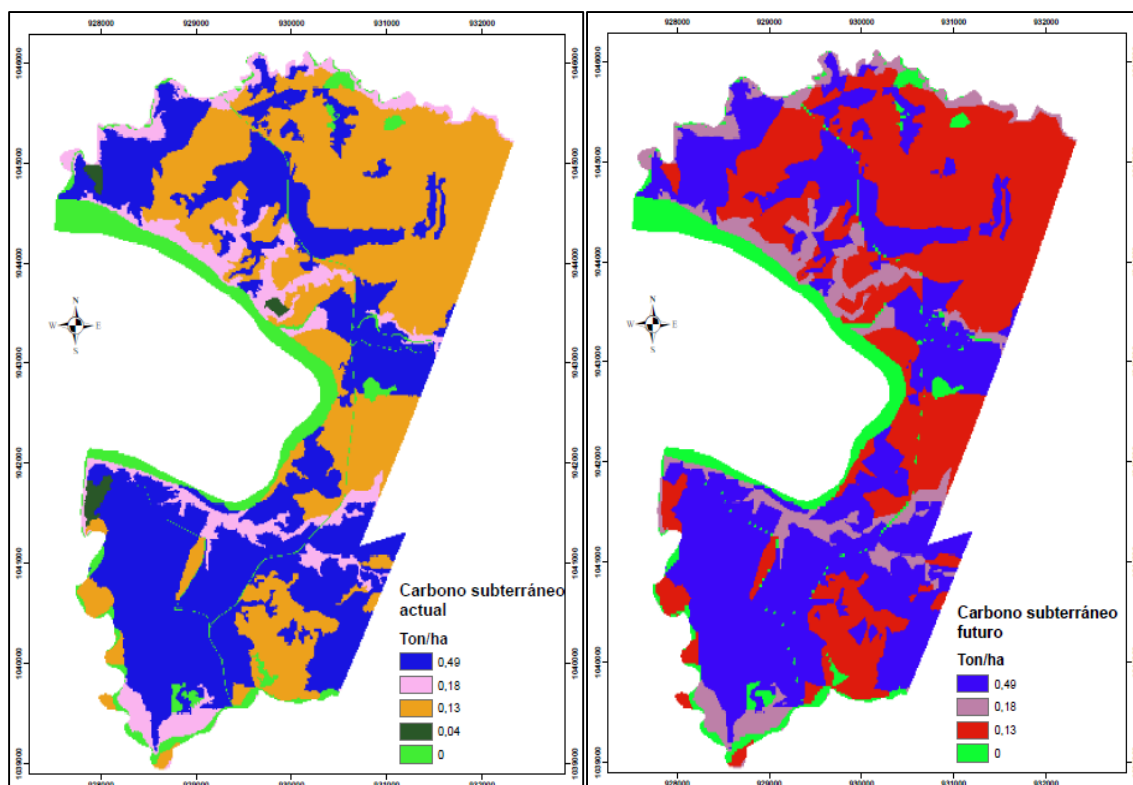
El carbono se almacena en las raíces y los tallos de las especies forestales y de igual manera en los pastizales, así como en el suelo. Las condiciones físicas como el clima y la geografía de la zona son variables que afectan directamente en la cantidad de carbono que se almacena en cada región (Schimel, 1995).

Tabla 4-6. Ton/ha de Carbono subterráneo del BST.

Cobertura	Escenario actual			Escenario futuro		
	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado
Vegetación secundaria	30278	0,13	3936	30886	0,13	4015
Bosque de galería y ripario	8351	0,18	1503	8406	0,18	1513
Pastos	33046	0,49	16192	33194	0,49	16265
Cultivos transitorios	617	0,04	24,68	-	-	-
Otras	6586	0	0	Otras	0	0
Total Ton/ha almacenadas			21656	21793		

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-12. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono subterráneo para el BST



Fuente: Elaboración propia

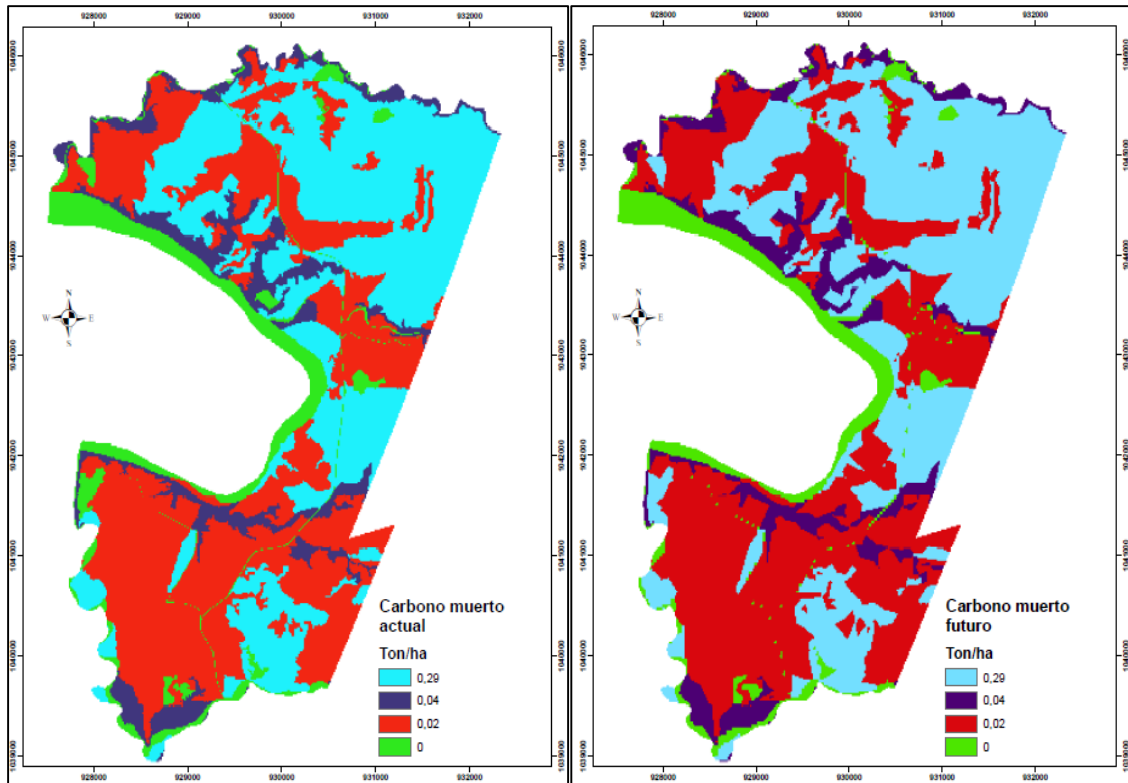
De acuerdo a la Tabla 4-7 y la Figura 4-13, para el escenario actual de almacenamiento de Carbono muerto (hojarasca y madera muerta) se evidencia un total de 9883 Ton/ha, donde la vegetación secundaria o en transición almacena el valor más alto para el BST con un total de 8780 Ton/ha de Carbono, seguida por los pastos con un total de 727 Ton/ha y los bosques de galería y riparios que almacenan un total de 376 Ton/ha. Al comparar los datos con el escenario futuro el incremento de carbono muerto es de 182 Ton/ha para un total de 10065 Ton/ha en el área de estudio y se evidencia de la misma manera que la cobertura que almacenará mayor cantidad de Carbono aéreo es la vegetación secundaria (8957 Ton/ha).

Tabla 4-7. Ton/ha de Carbono muerto del BST.

Cobertura	Escenario actual			Escenario futuro		
	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado
Vegetación secundaria	30278	0,29	8780	30886	0,29	8957
Bosque de galería y ripario	8351	0,045	376	8406	0,045	378
Pastos	33046	0,022	727	33194	0,022	730
Otras	7203	0	0	Otras	0	0
Total Ton/ha almacenadas			9883	10065		

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-13. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono muerto para el BST.



Fuente: Elaboración propia

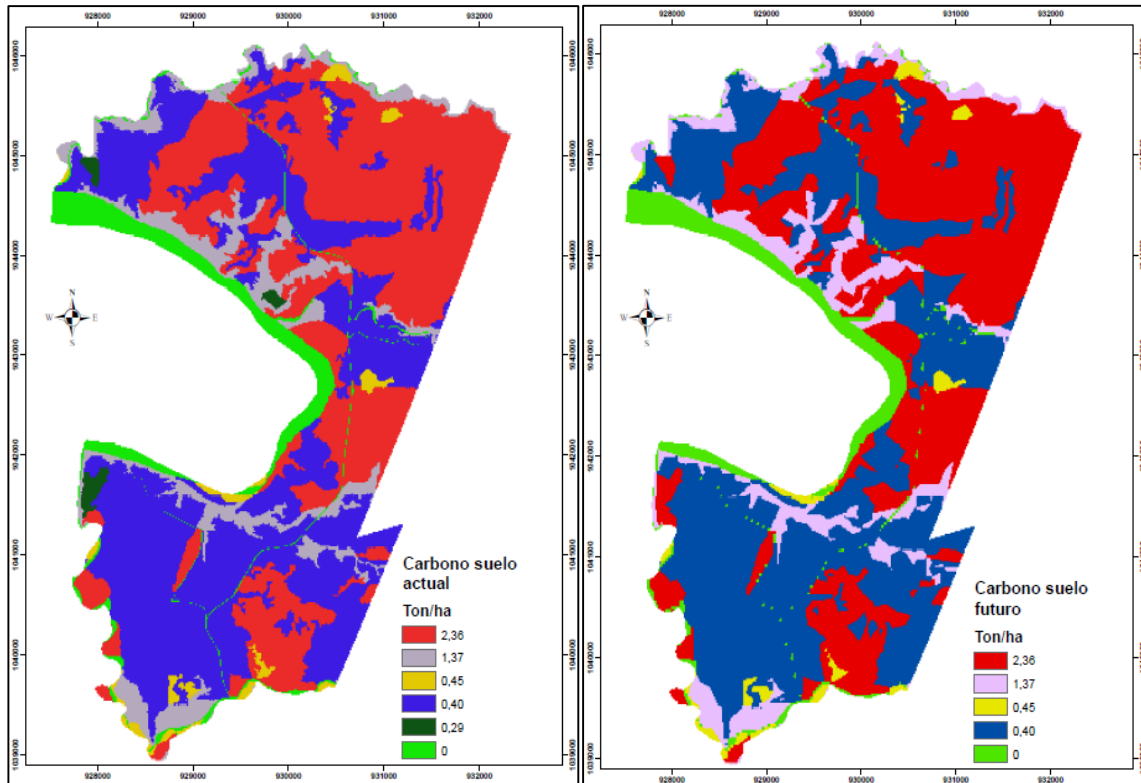
De acuerdo a la Tabla 4-8 y la Figura 4-14, para el escenario actual de almacenamiento de Carbono en el suelo se evidencia un total de 97136 Ton/ha, siendo este el mayor depósito para el BST, donde la vegetación secundaria o en transición almacena el valor más alto con un total de 71456 Ton/ha de Carbono, seguida por los pastos con un total de 13384 Ton/ha y los bosques de galería y riparios que almacenan un total de 11441 Ton/ha. Al comparar los datos con el escenario futuro el incremento de carbono del suelo es de 1359 Ton/ha para un total de 98495 Ton/ha en el área de estudio y se evidencia de la misma manera que la cobertura que almacenará mayor cantidad de Carbono aéreo es la vegetación secundaria (72891 Ton/ha).

Tabla 4-8. Ton/ha de Carbono del suelo del BST.

Cobertura	Escenario actual			Escenario futuro		
	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado	No. pixeles	Ton/ha	Carbono total almacenado
Vegetación secundaria	30278	2,36	71456	30886	2,36	72891
Bosque de galería y ripario	8351	1,37	11441	8406	1,37	11516
Cultivos transitorios	617	0,29	180	-	-	-
Pastos	33046	0,40	13384	33194	0,40	13443
Áreas abiertas	1500	0,44	675	1433	0,44	645
Otras	5086	0	0	Otras	0	0
Total Ton/ha almacenadas			97136	98495		

El carbono orgánico del suelo constituye aproximadamente dos tercios del carbono secuestrado en los ecosistemas terrestres, con un contenido global de 1.500 Pg C (Pardos, 2010). El contenido de carbono orgánico en el suelo resulta de la diferencia entre la aportación de restos orgánicos de los seres vivos y su pérdida por la actividad respiratoria en el suelo causante del flujo de CO₂ a la atmósfera; que, en el ciclo global de carbono, ocupa el segundo lugar en magnitud. Se ha estimado en 60 a 80 % del carbono fijado en la fotosíntesis de un dosel arbóreo (Valentini et al, 2000).

Figura 4-14. Escenario actual y futuro de almacenamiento de Carbono del suelo para el BST

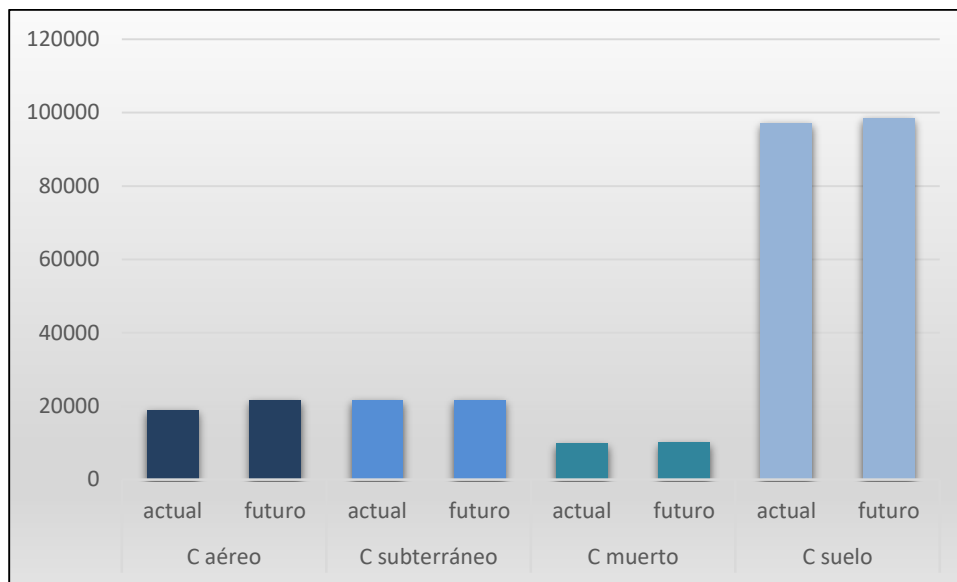


Fuente: Elaboración propia

Los principales factores que afectan negativamente el contenido de carbono en los pastizales son el sobrepastoreo y el fuego. Como consecuencia del sobrepastoreo, el 70% de los suelos de pastoreo están degradados (Pieri, 1989). Por otra parte, el fuego es el responsable de que se emita a la atmósfera hasta el 30% del carbono almacenado en el suelo (Hernández., et al, 2014).

El depósito de Carbono con mayor almacenamiento del mismo para el BST del área de estudio (Figura 4-15) es el suelo con 97136 Ton/ha en el escenario actual y 98495 Ton/ha para el escenario futuro, el cual pertenece a la cobertura de vegetación secundaria o en transición y en proporciones mucho menores a las coberturas transformadas por las actividades antrópicas.

Figura 4-15. Depósitos totales de Carbono para el área de estudio de BST.



Fuente: Elaboración propia

Lal et al., 1998 (como se citó en Hernandez et al., 2014) el contenido de carbono en el suelo depende de los factores relacionados con su formación, pero puede modificarse por los cambios en su uso y manejo. Los factores climáticos y los factores del suelo permiten explicar el almacenamiento del carbono en largos periodos, mientras que el uso del suelo y los cambios de vegetación son considerados en periodos más cortos. Las grandes diferencias en la existencia de carbono entre diferentes zonas ecológicas se presentan en relación a la temperatura y la lluvia.

Los componentes mayoritarios de la materia orgánica generalmente son lignina, hidratos de carbono, proteínas, péptidos y aminoácidos libres, grasas, ceras y resinas. El porcentaje de materia orgánica determinado en un suelo se relaciona con la cantidad añadida de residuos frescos, forma y composición de los tejidos y posterior transformación por los microorganismos. La cantidad adicional se relaciona con la abundancia y naturaleza de la vegetación, lo que incluye clima (temperatura y precipitación) que afectan la producción de biomasa (Arias, 2011)

El flujo de CO₂ de la superficie del suelo a la atmósfera es una fuente natural de emisión de carbono; refleja el efecto combinado de la respiración (autotrófica y heterotrófica) y está influenciado por las condiciones ambientales, densidad de raíces y poblaciones microbianas. Dicho flujo representa la mayor pérdida de CO₂ en los bosques. Los aprovechamientos forestales tienen importantes efectos sobre el flujo de CO₂ y, en función del grado de alteraciones que conllevan, pueden aumentar la emisión de carbono, disminuirla o apenas alterarla. En definitiva, el aprovechamiento maderero de los bosques puede cambiar el balance neto fuente- sumidero de carbono en relación con la atmósfera, de ahí la importancia de los cambios derivados de las cortas de madera en el inventario de las emisiones de carbono a nivel nacional. De hecho, los cambios de uso de la Tierra, que tienen como antecedente la deforestación, son una fuente importante de emisiones de carbono a la atmósfera, que se han incrementado ostensiblemente a partir de mediados del siglo XX en todos los continentes (Pardos, 2010).

Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), la tercera parte de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) son producto de la deforestación de bosques y las otras dos terceras partes son generadas por actividades humanas como el crecimiento de la población, desarrollo industrial, ganadería, entre otros (IPCC, 2014)

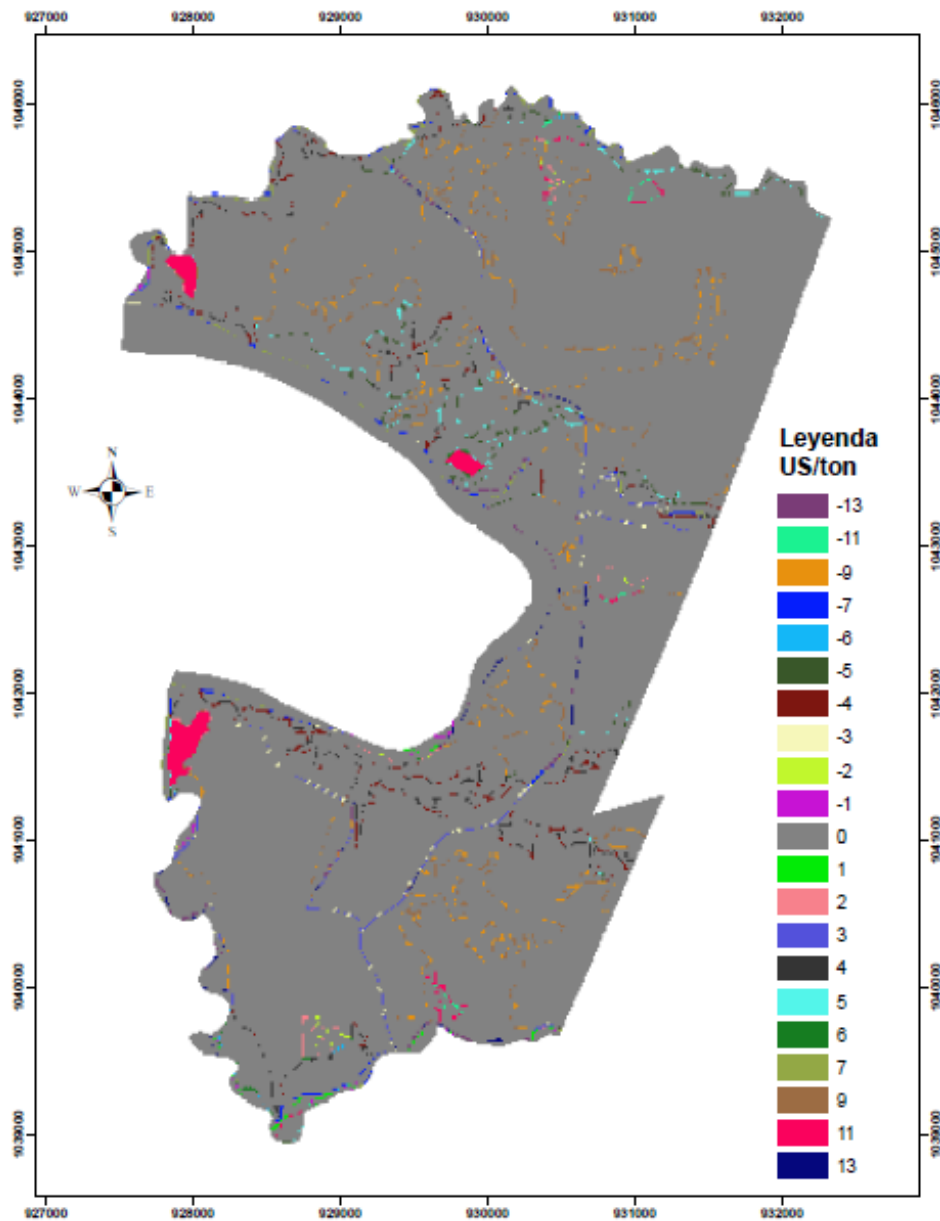
La disminución en el secuestro de carbono está relacionada directamente con la pérdida de coberturas naturales, pues estas participan en la depuración de los gases de efecto invernadero y la deforestación conlleva una pérdida considerable del carbono almacenado en la biomasa y en los suelos.

Cuando se quema la biomasa (viva y muerta) se libera CO₂, contribuyendo a aumentar el cambio climático; en cambio, cuando se recuperan los bosques tropicales estos contribuyen a la captura de carbono (Kauffman et al. 2009). La protección de los bosques es un papel fundamental para la sociedad, por sus características naturales de fijación de carbono que se lleva a cabo dentro de la biomasa. Adicional a esto los bosques son productores de O₂ que mediante procesos naturales como la fotosíntesis permite la depuración del aire en la atmósfera (Dávalos et al., 2008).

4.2.3 Valoración económica

El modelo de INVEST generó la ecuación para la valoración, utilizando las variables económicas presentadas en el capítulo de metodología. Entre estas variables: el precio del C (6,40 USD/Ton C), la tasa de descuento (8%) y la tasa de variación del precio de C (0%). A continuación se muestra el valor económico del Carbono secuestrado.

Figura 4-16. Valor económico de Carbono secuestrado para el BST



InVEST estima el cambio en el secuestro de carbono a lo largo del tiempo, el modelo se aplica simplemente al escenario actual (2016) y a un escenario futuro proyectado (2028), y calcula la diferencia en el almacenamiento, píxel por píxel. El modelo de valoración estima el valor económico del secuestro (no del almacenamiento) en función de la cantidad de carbono secuestrado, porque los precios de mercado se refieren únicamente al secuestro de carbono, el valor monetario de cada unidad de carbono, una tasa de descuento monetario y el cambio en el valor del secuestro de carbono a lo largo del tiempo.

De acuerdo al reporte del software y la Figura 4-16, el valor presente neto actual es de US 8199,65, dicho valor en pesos colombianos de acuerdo a un promedio del dólar para el año 2019 sería de \$26.543.000, este valor estimado del secuestro de Carbono para el área de estudio es muy bajo, ya que los valores negativos presentados en los resultados de la valoración económica, reflejan una pérdida económica del servicio de secuestro de Carbono. Es decir este valor representa tanto el CO₂ no secuestrado por los bosques, como el liberado a consecuencia del aprovechamiento forestal. Este último valor InVEST, considera que, el carbono contenido en la madera no se almacena sino que por el contrario, al deforestar las zonas boscosas el Carbono es devuelto a la atmosfera.

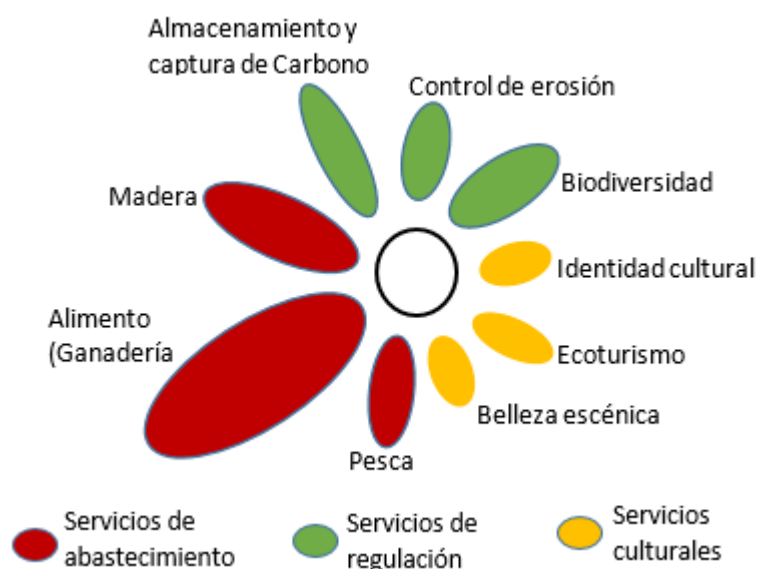
El servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono es uno de los más relevantes en la formulación de acciones de gestión del capital natural producto de las respuestas globales frente a las amenazas al cambio climático tanto para la mitigación como para la adaptación (IPCC, 2014). Así, el servicio ecosistémico provisto de almacenamiento de carbono por el capital natural ha representado un volumen de 63,4 millones de tCO₂e y un valor de 131.1 millones de US\$ en transacciones globales (Hamrick & Gallant, 2017).

El Mercado de Carbono es un esquema creado en el año 2000 y alineado a los objetivos del Protocolo de Kioto (PK), está conformado por grupos de países interesados en la compra y venta de bonos de carbono y además de entidades internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Prototipo de Carbono (PCF por sus siglas en inglés). Estos mercados se crean con la necesidad de reducir las emisiones a un mínimo costo, esto por medio de la aplicación de alternativas para la negociación de los bonos de carbono que están alineados con los Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Eguren, 2004).

4.2.4 Análisis de trade-offs y conflictos

Los trade-offs describen lo que sucede cuando las decisiones de uso o gestión de la tierra conducen a aumentar la oferta de un servicio y a disminuir la disponibilidad de otros (King et al., 2015). Para el caso de la vereda de Puerto Chaguani, en su sistema netamente ganadero (Figura 4-17), los servicios de abastecimiento son más importantes que los servicios de regulación (secuestro y almacenamiento de Carbono) y la comunidad percibe más beneficios de estos, por lo cual son los que tienen un aumento en la región.

Figura 4-17. Identificación de trade-offs del sistema ganadero en el BST.



Por lo tanto es un sistema en el cual implica el deterioro o pérdida de los servicios de regulación, al talar las coberturas naturales, que para este caso están representadas por remanentes de vegetación secundaria y se van reemplazando por pastizales para la actividad ganadera. En cuanto a los servicios culturales, casi que no son percibidos por la comunidad, no tienen identidad por el territorio, debido a que la mayoría de ellos han llegado al territorio como parte de la compensación de restitución de tierras y su arraigo está en sus pueblos natales, el territorio de BST lo perciben como lo único después de un conflicto armado, pero para producir no para disfrutar.

Los servicios ecosistémicos del BST cambian en cuanto a provisión y calidad por el impacto de la tala para generar potreros a expensas de los servicios de regulación o culturales, generando desequilibrios ecosistémicos.

La Figura 4-18 expone la interdependencia del servicio ecosistémico priorizado de secuestro y almacenamiento de Carbono con otros servicios, como resultado del análisis de la información primaria de la percepción de los actores.

Figura 4-18. Interdependencia del servicio ecosistémico secuestro y almacenamiento de Carbono con otros servicios



En este caso, el ejercicio muestra en un gráfico tipo tela de araña la calificación de la dependencia y el grado de influencia que existe entre los diferentes servicios ecosistémicos (1: baja, 2: media, 3: alta). En la zona de estudio el servicio priorizado tiene una interdependencia alta con los servicios de control de erosión y hábitat para especies, dado por la presencia de vegetación; relación media con la belleza escénica, turismo y recreación. Una relación negativa con el servicio de identidad cultural, espirituales, regulación hídrica y provisión de alimento, en este caso se percibe que no

son servicios que no existen y que el servicio priorizado no tiene influencia y tampoco es relevante para que se den los otros servicios.

Estos trade-offs dan origen a los conflictos latentes sobre el manejo y estado del BST. Las discrepancias son observables entre la comunidad, algunos opinan que el abandono por parte del estado ha sido la principal causa de los problemas en el territorio, otros que el territorio siempre ha sido así.

Fotografía 4-7. Afectación vial y ganadera al BST



Fuente: autora

Pero es evidente que la fragmentación de los paisajes y pérdida de coberturas naturales es el principal conflicto asociado, causado por la sobreexplotación de los bosques para el uso de ganadería y extracción de madera. Otro conflicto es el generado por el proyecto de construcción de la autopista de cuarta generación Girardot-Honda-Puerto Salgar que atraviesa los municipios de Girardot, Nariño, Chaguaní, Guataquí, San Juan de Río seco (corregimiento de Cambao), Guaduas (corregimiento de Puerto Bogotá) y Puerto Salgar, altera la dinámica ecosistémica de la región generando atropellamiento de fauna, pérdida de conectividad de paisaje, fragmentación.

4.2.5 Análisis de escenarios

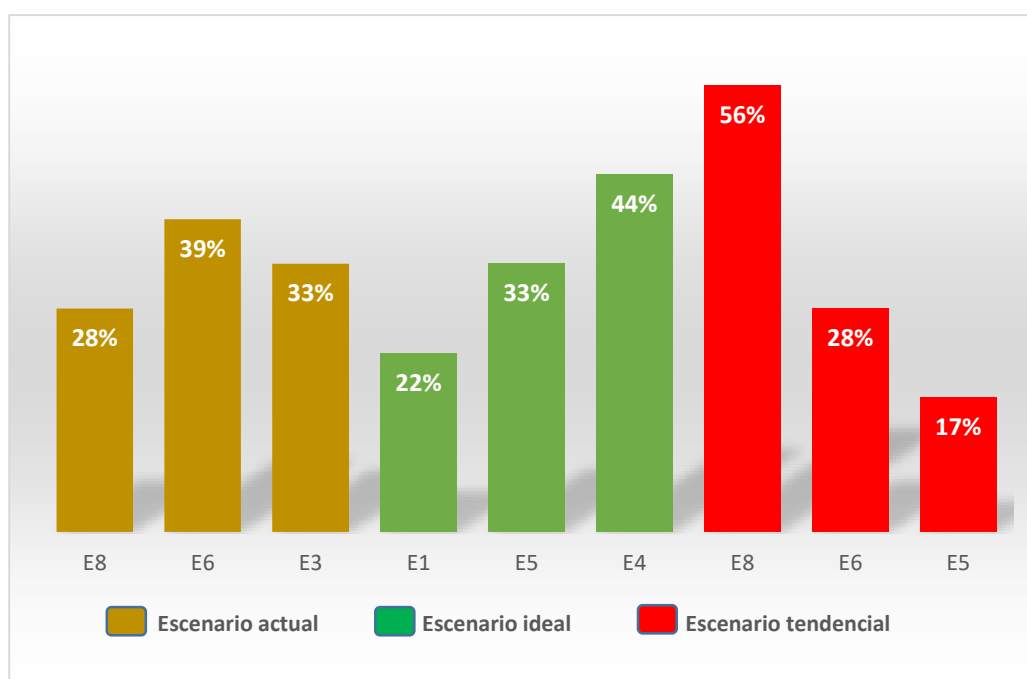
En la vereda de Puerto Chaguaní existe una economía dinamizada por el sector ganadero que ha influido notablemente en el cambio de uso de suelo, generando pérdida de la mayoría de servicios ecosistémicos. Con la finalidad de mejorar la gestión del territorio y manejar efectivamente los riesgos dados por la ganadería y el cambio climático, es necesario diseñar diferentes escenarios con la comunidad para implementar medidas de manejo adecuadas en el territorio.

El sentimiento de pertenencia de la población con respecto al territorio del que forma parte es el factor clave sobre el que se sustenta la implicación de dicha población con respecto a las acciones sobre el mismo. Esa implicación es premisa imprescindible para que pueda producirse la participación real y efectiva de esa población en la gestión del medio en el que vive, configurándose como el vehículo fundamental a través del que se puede aplicar la inteligencia, la creatividad y el conocimiento de los seres humanos a la intervención sobre los socioecosistemas para el mantenimiento de sus funciones biofísicas, la conservación de su diversidad y para el fortalecimiento de su resiliencia y como consecuencia de ello, para su sostenibilidad: sólo se participa real y profundamente en aquello de lo que se considera ser parte y se siente como propio. Solo sobre esta implicación es posible alcanzar el compromiso y la corresponsabilidad de la gente con respecto al medio en el que vive (Escalera Reyes & Ruiz Ballesteros, 2011).

Dado lo anterior y a la dinámica de la vereda de Puerto Chaguaní, en ella no se refleja un sentimiento de pertenencia y apoyo entre sus habitantes, no fue posible realizar un

taller en conjunto para el análisis de escenarios. Como resultado de la socialización individual de los posibles escenarios (Tabla 3-2) y dado que los actores involucrados tienen diferentes puntos de vista y no optaron en su mayoría por un solo escenario actual, ideal y tendencial, se muestra a continuación en la Figura 4-19 los escenarios elegidos por parte de la comunidad.

Figura 4-19. Escenarios elegidos por la comunidad de la vereda Puerto Chaguaní



La comunidad de la vereda de Puerto Chaguaní con un 39% eligió como escenario actual el número 6 (Figura 4-19), el cual representa la presencia de una sostenibilidad económica y ausencia de sostenibilidad social y ecológica, esto lo justifican en que existen terrenos para realizar la actividad ganadera como sustento económico, pero afirman que se ven afectados por la falta del recurso hídrico para uso doméstico y para regar los pastos, la épocas de verano son más prolongadas. Un 33% de la comunidad eligió el escenario 3, el cual contradice a la mayoría, debido a que en este escenario perciben que existe una sostenibilidad ecológica y ausencia de sostenibilidad social y económica, el fundamento en palabras de ellos es: *“se han recuperado en los últimos*

20 años parcelas que antes eran potrero y ahora tiene monte, porque están abandonadas o la gente no tiene plata para ponerla bonita”, pero que este escenario se está afectando por la adquisición de la mayoría de los terrenos por parte de un abogado para talar y colocar ganadería extensiva, la ausencia de sostenibilidad económica la argumentan con el hecho de que escasamente consiguen para el sustento básico de sus necesidades. Y un 28% de la comunidad opina que el escenario actual es el número 8, en el cual dicen que no hay sostenibilidad de nada, opinan: *“no se da nada, muy seco no sirve, uno quisiera sembrar pero no se da por falta de agua”*. Lo único común en los escenarios elegidos y en lo que concuerda la comunidad es que no hay sostenibilidad social, no hay solidaridad entre ellos como habitantes y dicen algunos: *“la gente no es unida, cada quién por su cuenta”*.

El escenario tendencial es donde se continúa un desarrollo productivo no sostenible, ni socialmente incluyente, donde los principales sectores productivos afectan servicios ecosistémicos básicos para otros actores. Se da una expansión de los conflictos ambientales, que tienen como centro la exclusión de las comunidades en las decisiones sobre el territorio, la corrupción y la degradación ambiental. Adicionalmente problemáticas ambientales asociada al recurso hídrico (acceso y calidad) se incrementan (Rincón et al., 2017). Para la comunidad el escenario de tendencia con un 56% es el número 8, con la ausencia de sostenibilidad social, económica y ecológica, debido a que actualmente se tala la vegetación que el bosque ha recuperado por abandono de tierras y que la gente prefiere limpiar las parcelas para colocar ganadería, otros prefieren vivir en el casco urbano y trabajar en otras ocupaciones a permanecer en la vereda, ya sea por falta de dinero para arreglar sus parcelas o porque se tiene la concepción de que en el BST no da nada y por último la falta de proyectos en todas las dimensiones en la vereda, hace que se explote los recursos sin un adecuado manejo.

Según (Rincón et al., 2017), Un escenario ideal es donde los ecosistemas mantienen una adecuada capacidad de ofrecer beneficios para todos (agua, alimento, recreación, turismo, agricultura, etc), los sistemas productivos base de la economía local logran un balance con el adecuado manejo de ecosistemas, sin que esto afecte a otros actores de la zona. Adicionalmente se logra una gobernanza participativa e incluyente, donde las diferentes decisiones sobre el territorio son consensadas por comités y grupos de representación de toda la comunidad asociada (ganaderos, campesinos, palmeros, etc).

Para el 44% de la comunidad, la percepción de un escenario ideal sería el número 4 donde exista sostenibilidad económica y ambiental, pero con ausencia de sostenibilidad social, ellos opinan que todo no puede ser perfecto y generalmente hay sacrificios. Con la misma premisa de que es difícil que todas las dimensiones estén presentes en el territorio, un 33% de la comunidad elige el escenario número 5, con la existencia de sostenibilidad social y económica, sin sostenibilidad ecológica debido a que no hay mucho que ofrezca el bosque seco y lo importante sería tener el factor social y económico en equilibrio. Finalmente un 22% de la población desearían un escenario número 1 con las tres dimensiones presentes en el territorio, opinan que una depende de la otra para poder continuar viviendo en la vereda.

Algunos de los actores opinan, para ser posible un escenario ideal se deberían implementar estrategias como los sistemas silvopastoriles y así proteger el ganado frente a las altas temperaturas, bancos de alimentación para la época seca, optimización de la producción ganadera mediante la rotación de potreros, mejorar la producción de sus pasturas, asegurar la permanencia de fuentes hídricas y apoyo técnico por parte de la alcaldía, proyectos en ecoturismo, la Corporación Autónoma Regional (CAR) y el ICA para cultivar productos alternativos como fuente de ingreso económico e incluso no tener que continuar con la ganadería.

El desarrollo de estrategias relacionadas con el fortalecimiento de la capacidad productiva de cada uno de los sectores a futuro, pueden estar motivadas por múltiples factores que pueden ir desde razones puramente económicas o hasta políticas (Adger, Arnell, & Tompkins, 2005). A su vez, estos factores están asociados a otros atributos como la adaptabilidad, la vulnerabilidad, la sensibilidad y el riesgo (Smit & Wandel, 2006). Para lo cual los escenarios resultan una herramienta adecuada que permite analizar las implicaciones actuales y a futuro de las decisiones en temáticas sociales, económicas y ecológicas de una región.

4.3 Acciones para la conservación, manejo y uso del bosque seco tropical

Los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano. Esto significa que las acciones que históricamente se han realizado para la conservación de la biodiversidad (áreas protegidas, preservación de especies focales, corredores biológicos, entre otros), no son actividades ajenas al desarrollo, sino que por el contrario, han contribuido significativamente a la provisión de servicios ecosistémicos de los cuales depende directa e indirectamente el desarrollo de todas las actividades humanas de producción, extracción, asentamiento y consumo, así como el bienestar de nuestras sociedades (MEA, 2005).

La conservación de la biodiversidad es un concepto que trasciende la visión asociada exclusivamente a la preservación de la naturaleza. Debe ser entendida y gestionada como una propiedad emergente, generada a partir del balance entre acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración de la biodiversidad, de manera que se mantenga o incremente la resiliencia de los sistemas socioecológicos y con ella el suministro de servicios ecosistémicos fundamentales para el bienestar humano (Urquiza Gómez & Cadenas, 2015)

El BST como ecosistema estratégico hace parte de las áreas de importancia ambiental que deben ser objeto de especial de protección ambiental, por lo cual desde la determinante ambiental POMCA se incluye en la categoría de conservación y protección ambiental.

Como resultado de la valoración integral del SE priorizado y el análisis de escenarios con la comunidad, a continuación se proponen una serie de alternativas generales para la definición de una estrategia de gestión del territorio a partir del enfoque de los servicios ecosistémicos aplicable a la vereda de Puerto Chaguaní, donde se incluye a todos los actores directos e indirectos de la región. Las cuales son necesarias para revitalizar y reconectar el bosque con la gente.

Los proyectos deben aportar el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones mediante la reducción de la tendencia actual de procesos de deforestación y

desertificación, la conservación de la biodiversidad, el manejo sostenible del suelo y fijación de carbono:

Alianzas interinstitucionales: articulación entre agendas interinstitucionales, intersectoriales y regionales, para lograr la implementación y seguimiento de proyectos, programas, alianzas para apoyar la estructuración de políticas públicas relacionadas con protección, conservación y restauración de ecosistemas naturales y áreas degradadas. Alcaldía y Corporación Autónoma Regional deben articular y ejecutar los proyectos en pro de la conservación y recuperación del BST que ya están formulados desde el POMCA tales como:

- Acuerdos para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales
- Restauración, recuperación y rehabilitación ecológica participativa de las áreas y ecosistemas estratégicos degradados.
- Fortalecimiento de la gobernanza forestal.
- Turismo de naturaleza
- Conocimiento, seguimiento y monitoreo de la calidad de los suelos

A través de la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, se pueden llevar a cabo: sistemas de producción sostenible, ecoturismo, educación ambiental; junto a la preservación y conservación del ecosistema. Las autoridades ambientales (municipios y CARs) deben incentivar la ampliación de la red, con la ayuda de recursos económicos, técnicos y educativos; para las personas que con disposición propia decidan participar en este tipo de proyectos.

Rescate de saberes ancestrales e intercambio de conocimiento: En octubre del 2001, la Conferencia General de la UNESCO consignó que: “el patrimonio inmaterial abarca los procesos adquiridos por las personas junto con las competencias y la creatividad heredadas y que continúan desarrollándose, los productos que manufacturan, los recursos, el espacio y las dimensiones de corte social y natural necesario para que perduren e inspiren dentro de sus comunidades, un sentimiento de continuidad y nexos con las generaciones precedentes; ello revierte en una importancia crucial para la identidad, salvaguardia, diversidad cultural y creación de la humanidad”.

Con un proceso intercultural para reconstruir territorio conjuntamente y así encontrar soluciones para el bienestar de todos a través de las experiencias exitosas e intercambio de saberes que se han desarrollado en otros territorios de bosque seco tropical.

Empoderamiento de las comunidades en el territorio: El proceso mediante el cual los miembros de una comunidad (individuos interesados y grupos organizados) desarrollan conjuntamente capacidades y recursos para controlar su situación de vida, actuando de manera comprometida, consciente y crítica, para lograr la transformación de su entorno según sus necesidades y aspiraciones, transformándose al mismo tiempo a sí mismos (Rodríguez, n.d.)

La agrosilvicultura: es una medida conservacionista para recuperar el carbono perdido con las prácticas de deforestación y roza, tumba y quema. Esta medida también podría implementarse en suelos agrícolas poco fértiles para mejorar su calidad (Hernández., et al, 2014). Con la forestación, la recuperación de carbono varía en función de las condiciones climáticas de la zona. La tasa anual total de carbono (en la biomasa aérea y dentro del suelo) aumenta en las templadas de 1.5 a 4.5 t/ha/año y en las tropicales, de 4 a 8 t/ha/año (Dixon, 1995).

Cadenas de valor de la biodiversidad: Alianza estratégica entre un número de organizaciones o empresas independientes (productores, transformadores, distribuidores, comercializadores, autoridades e instituciones de apoyo), quienes colaboran en un proceso productivo basado en el uso y aprovechamiento sostenible la biodiversidad, y que de manera participativa han definido unos objetivos estratégicos para el desarrollo de la actividad, reconociendo las necesidades comunes para trabajar de manera conjunta en el cumplimiento de estos objetivos, distribuyendo de manera justa las responsabilidades ambientales, los riesgos, los costos y los beneficios para este proceso (MADS, 2014).

Silvicultura: es la producción continua y eficiente de la madera, sin embargo, esta se debe realizar de manera simultánea con un mayor incremento de las aguas de alta calidad, de la fauna, de los bosques y de los lugares recreativos y en el caso específico de nuestros bosques tropicales y biodiversos, la sostenibilidad y obtención de productos no maderables, pero sin degradación ambiental. De modo que el silvicultor se enfrenta a la necesidad de planificar el uso de la tierra, para lo cual es necesaria la cuantificación

de la capacidad de producción de los bosques, de los diversos bienes y servicios que se extraen de ellos (Becerra & Herrera, 2012).

Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles: la actividad ganadera contribuya a la conservación, recuperación y uso sostenible de la biodiversidad, a la vez que mejore sus indicadores productivos y de rentabilidad. Incremento de la conectividad y reducción de la degradación de la tierra en las fincas participantes, a través de diferentes esquemas de PSA. Asistencia técnica que promueva la relación costo-eficiencia y la sostenibilidad ambiental y económica de la producción ganadera. Incrementar la conectividad entre ecosistemas naturales en paisajes ganaderos por medio del desarrollo de corredores ribereños y terrestres (Uribe et al., 2011).

5. Conclusiones

La valoración integral es un pilar importante para la gestión territorial, permite leer con la gente el territorio, concertar entre visiones diversas el manejo y los posibles escenarios para la creación de proyectos, políticas y estrategias con inclusión de valores en disputa, la participación de los diferentes actores y una fundamentación técnica que guíe a la adecuada gestión y uso del territorio.

El SSE de la vereda de Puerto Chaguaní es sistema desbalanceado donde es necesario replantear y reconectar las dimensiones sociales, ecológicas y económicas mediante una gestión integral.

Los actores locales identificaron 18 servicios que el ecosistema de bosque seco tropical proporciona a sus habitantes: siete de regulación, cinco de aprovisionamiento y seis culturales. Y el servicio priorizado con el nivel de percepción de mayor importancia, fue el de secuestro y almacenamiento de Carbono.

El servicio de secuestro y almacenamiento de Carbono al estar directamente relacionado con las coberturas naturales, funciona como servicio tipo sombrilla tanto para el análisis y valoración de otros servicios, como generar medidas necesarias para la protección y restauración de las coberturas para que se den otros servicios como control de erosión, biodiversidad, polinización, ciclaje de nutrientes, biodiversidad, belleza escénica.

El servicio de secuestro y almacenamiento de Carbono presenta niveles muy bajos en las coberturas naturales con un valor 3,35 Ton/ha y una percepción de calidad baja por parte de sus habitantes debido a la pérdida de coberturas por la tala de vegetación para la actividad ganadera.

El concebir al BST como un sistema socioecológico, permite mayor claridad de las relaciones y funcionamiento del ámbito ecológico con el sistema social, en un contexto en donde la sostenibilidad de esta relación se ve cada vez más amenazada por los ritmos de crecimiento económico, que desencadenan la demanda y transformación del territorio, causando la pérdida de los servicios ecosistémicos.

La alta transformación de las áreas naturales del BST a través del tiempo ha modificado la oferta de múltiples servicios, lo que genera conflictos entre algunos de los servicios y las actividades ganaderas.

La valoración sociocultural aporta al proceso de transformación de conflictos ambientales presentes en la vereda, para el diseño e implementación de mecanismos eficientes y fortalecimiento de las capacidades de los actores locales y de esa manera se empoderen de su territorio y fomenten la sostenibilidad.

Los actores institucionales no son reconocidos como entes funcionales frente a la gestión de los recursos naturales, ante esto, el reto consiste en fortalecer las relaciones entre los diferentes actores que construyen el sistema de gobernanza para la región. El Estado como ente regulador debe reconocer la participación de la comunidad ante los fenómenos y decisiones que les afecta, de manera que logre fortalecer su rol en los procesos y las transformaciones territoriales.

La comunidad que habita el BST necesita empoderarse de su territorio para construir capacidades de auto organización y gestionar fondos económicos para obtener y mantener viables las propuestas y proyectos emergentes en las dimensiones ecológicas, sociales y económicas.

El BST de la vereda Puerto Chaguaní es un territorio históricamente transformado y dado que es un ecosistema altamente amenazado a nivel mundial por su valor integral y la variedad de SE que ofrece, se necesita implementar estrategias de recuperación, conservación y protección de su vegetación remanente natural presente, que incluyan el uso sostenible de sus recursos por parte de las comunidades locales.

A. Anexo. Entrevista semi- estructurada para la caracterización del BST

NOMBRE: _____

EDAD: _____ TIEMPO DE VIVIR EN LA ZONA: _____

OCUPACION: _____

GREMIO O ASOCIACION A LA QUE PERTENECE: _____

MUNICIPIO: _____ VEREDA: _____

1. ¿Para usted qué es el Bosque Seco Tropical?

2. ¿Qué actividades se realizan en el Bosque Seco Tropical?

3. ¿Cómo se encuentra actualmente el Bosque Seco Tropical del municipio de Chaguani?

4. ¿Cómo era el Bosque Seco Tropical hace 10 - 20 años? Cómo ha cambiado?

5. ¿Usted para que utiliza el Bosque Seco Tropical?

6. ¿Qué conflictos o problemas tiene el Bosque Seco Tropical?

7. ¿Cuál cree que es la probabilidad de perder el bosque seco tropical? Marcar con X

Alto _____
Medio _____
Bajo _____

B. Anexo. Priorización de servicios ecosistémicos

SERVICIO	RECONOCE ESTE SERVICIO EN EL BOSQUE SECO TROPICAL? ESCRIBIR SI O NO	NIVEL DE IMPORTANCIA ESCRIBIR Alto – Medio - Bajo
REGULACION		
Regulación climática		
Regulación hídrica		
Control de la erosión		
Polinización		
Mantenimiento de hábitat para especies		
Control biológico		
APROVISIONAMIENTO O ABASTECIMIENTO		
Agua		
Alimento		
Madera		
Recursos no maderables del bosque		
Pesca		
CULTURALES		
Belleza escénica		
Investigación y educación		
Identidad cultural y sentido de pertenencia		
Espirituales y de inspiración		
Actividades recreativas y turismo de naturaleza		

C.Anexo. Entrevista semi- estructurada para la valoración social del SE priorizado

1. ¿Considera importante la vegetación natural (herbazales, arbustales) y bosques del BST? Por qué?

2. ¿Qué actividades realiza o práctica en la vegetación del BST?

3. ¿Cómo ha cambiado la vegetación del Bosque Seco Tropical del municipio de Chaguaní?

4. ¿Qué problemas se presentan con la vegetación del BST?

Bibliografía

- Alcamo, J. (2001). Scenarios as tools for international environmental assessments. In *Environmental issue report*.
- Allanson, P. F., & Swanson, T. M. (1996). The Economics and Ecology of Biodiversity Decline: The Forces Driving Global Change. Intellectual Property Rights and Biodiversity Conservation: An Interdisciplinary Analysis of the Values of Medicinal Plants. *The Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.2307/2405003>
- Alliance, R. (2007). Assessing resilience in Social-Ecological Systems - A workbook for scientists. *Transformation*. <https://doi.org/10.1007/s11284-006-0074-0>
- Alonso, C., Amaya-Villarreal, Á. M., Arbeláez-Cortés, E., Arévalo, P. A., Baptiste E., M. P., Bello, L. C., ... Zuluaga, P. (2015). *Biodiversidad 2014. Reporte de Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia*. Retrieved from <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32538#.XOsmcnluKFg.men>
deley
- Álvarez, E., Aguirre, L., Castro, G., & Guzmán, J. C. (2006). Bosque Seco Tropical - Colombia - Colección Ecológica del Banco de Occidente. Retrieved December 1, 2019, from <https://www.imatedores.com/banocc/seco/creditos.htm>
- Arias, H. (2011). *INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL*.
- Ash, N., Blanco, H., Brown, C., Garcia, K., Henrichs, T., Lucas, N., ... Zurek, M. (2010). Ecosystems and human well-being: a manual for assessment practitioners. In *Human Well-Being*. <https://doi.org/10.1126/science.1196624>
- Becerra, J. E., & Herrera, L. J. (2012). *Silvicultura de plantaciones forestales y mejoramiento genético - Universidad Distrital Fco José de Caldas*. Retrieved from <http://www.udistrital.edu.co/novedades/particularNews.php?idNovedad=3845&Type=P>
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01387.x>
- Berkes, F., & Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. In *Linking Social and Ecological Systems*.
- Braham, W., Moreno, G., Lozano, L., Cardozo, Z., Urrutia, N., & Gamboa, G. (2012). *valoración integral de los bosques secos del dagua, valle del cauca*.
- CAR. (2019). *Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Seco y*

otros directos al Magdalena.

- Castro, L. G., Rincón Ruíz, A., Osejo Varona, A., Lara, D., Guzmán, V., Victorino, I., ... Torres, Á. J. (2018). *Preguntas y respuestas sobre conflictos ambientales. Aprendizajes del río Orotoy.* Retrieved from <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34269#.XO2CtOqN5ZA.mendeley>
- Chan, K. M. A., Balvanera, P., Benessaiah, K., Chapman, M., Díaz, S., Gómez-Baggethun, E., ... Turner, N. (2016). Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* <https://doi.org/10.1073/pnas.1525002113>
- Chan, K. M. A., Guerry, A. D., Balvanera, P., Klain, S., Satterfield, T., Basurto, X., ... Woodside, U. (2012). Where are Cultural and Social in Ecosystem Services? A Framework for Constructive Engagement. *BioScience.* <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.8.7>
- Chiesura, A., & De Groot, R. (2003). Critical natural capital: A socio-cultural perspective. *Ecological Economics.* [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00275-6)
- CORANTIOQUIA. (2000). *Identificación, caracterización y valoración de los servicios ambientales prestados por ecosistemas localizados en el área de influencia del Valle de Aburrá.*
- Correa, F. (2008). Tasa de descuento ambiental Gamma una aplicación para Colombia. *Lecturas de Economía.*
- Costanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature.* <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Dávalos Sotelo, R., Rodrigues Morato, M. I., & Martínez Pinillos-Cueto, E. (2008). Almacenamiento de carbono. In *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación.*
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics.* [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Dialogue, Y. S., Biggs, R., Raudsepp-Hearne, C., Atkinson-Palombo, C., Bohensky, E., Boyd, E., ... Zurek, M. (2007). Linking Futures across Scales: a Dialog on Multiscale Scenarios. *Ecology and Society.*
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., ... Zlatanova, D. (2015). The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability,* 14, 1–16. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2014.11.002>
- Díaz, S., Demissew, S., Joly, C., Lonsdale, W. M., & Larigauderie, A. (2015). A Rosetta Stone for Nature's Benefits to People. *PLoS Biology.* <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002040>

- Eguren, L. (2004). *El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas* División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
- Escalera, J. (2013). "Amor a la tierra". Identidades colectivas y resiliencia de los socioecosistemas. *Complejidad y Ciencias Sociales*.
- Escalera Reyes, J., & Ruiz Ballesteros, E. (2011). Resiliencia socioecológica: Aportaciones y retos desde la antropología. *Revista de Antropología Social*. https://doi.org/10.5209/rev_raso.2011.v20.36264
- FAO. (2006). *Los bosques y el cambio climático*.
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). ADAPTIVE GOVERNANCE OF SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEMS. *Annual Review of Environment and Resources*. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- García, H., & González - M., R. (2019). *Bosque seco Colombia: biodiversidad y gestión* (Instituto). Bogotá, D.C.
- Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Barton, D., Braat, L., Saarikoski, H., Kelemen, E., ... Harrison, P. (2014). State-of-the-art report on integrated valuation of ecosystem services. In *European Commission FP7*.
- Hamrick, K., & Gallant, M. (2017). State of the Voluntary Carbon Markets 2017. *International Water Power and Dam Construction*.
- Henrichs, T., Zurek, M., Eickhout, B., Kok, K., Raudsepp-Hearne, C., Ribeiro, T., ... Volkery, A. (2010). Scenario Development and Analysis for Forward-looking Ecosystem Assessments. In *Ecosystems and human well-being: A manual for assessment practitioners*. <https://doi.org/10.1126/science.1196624>
- Hernández, J., Tirado-Torres, D., & Beltrán-Hernández, R. I. (2014). Captura de carbono en los suelos. *PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 1. <https://doi.org/10.29057/icbi.v1i2.506>
- Huss, W. R. (1988). A move toward scenario analysis. *International Journal of Forecasting*. [https://doi.org/10.1016/0169-2070\(88\)90105-7](https://doi.org/10.1016/0169-2070(88)90105-7)
- IPBES. (2016). Preliminary guide regarding diverse conceptualization of multiple values of nature and its benefits, including biodiversity and ecosystem functions and services. *Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services - Fourth Session*. <https://doi.org/IPBES/4/INF/13>
- IPCC. (2014). Informe de síntesis. *Cambio Climático 2014. Informe de Síntesis, Resumen Para Responsables de Políticas Del Quinto Informe Del IPCC*. [https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(09\)70300-1](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(09)70300-1)
- Jacobs, S., Dendoncker, N., Martín-López, B., Barton, D. N., Gomez-Baggethun, E.,

- Boeraeve, F., ... Washbourn, C. L. (2016). A new valuation school: Integrating diverse values of nature in resource and land use decisions. *Ecosystem Services*. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.007>
- Kosmus, M., Renner, I., & Ullrich, S. (2012). Integración de los servicios ecosistémicos en la planificación del desarrollo. *Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Sede En Bonn, Eschborn y Quito (Ecuador)*.
- Lara Díaz, D. M. (2017). *El enfoque socioecosistémico aplicado a la evaluación de conflictos en los humedales interiores de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Linares Palomino, R., Oliveira Filho, A., & Toby Pennington, R. (2011). Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism, and Biogeography of Woody Plants. In *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation* (pp. 3–21). https://doi.org/10.5822/978-1-61091-021-7_1
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., ... Taylor, W. W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1144004>
- MADS. (2014). *Presidente de la República de Colombia Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible Viceministro de Ambiente Jefe Oficina Negocios Verdes y Sostenibles*.
- Martín-López, B., González, J. A., Vilardi, S., Montes, C., García-Llorente, M., Palomo, I., & Agudelo, M. (2012). *Ciencias de la sostenibilidad : guía docente*. Retrieved from http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32937#.XOru_Lp1s9k.mendley
- Martínez Alier, J. (2011). El ecologismo de los pobres. Conflictos ecológicos y lenguajes de valoración. In *Editorial Icaria, Barcelona*.
- McGarigal, K., & McComb, W. C. (1999). forest fragmentation effects on breeding bird communities in the Oregon Coast Range. In *Forest Fragmentation: Wildlife and Management Implications* (pp. 223–246). New York.
- MEA, (Millenium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and Human Well-being Synthesis. In *Island Press, Washinton DC*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09206-X>
- Munda, G. (2004). Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences. *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00369-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00369-2)
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (2010). Dry forests of Central America and the Caribbean. In *Seasonally Dry Tropical Forests*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511753398.002>
- Nykvist, B., & von Heland, J. (2014). Social-ecological memory as a source of general and specified resilience. *Ecology and Society*. <https://doi.org/10.5751/ES-06167-190247>
- Olsson, P., Gunderson, L. H., Carpenter, S. R., Ryan, P., Lebel, L., Folke, C., & Holling,

- C. S. (2006). Shooting the rapids: Navigating transitions to adaptive governance of social-ecological systems. *Ecology and Society*. <https://doi.org/10.5751/ES-01595-110118>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pacha, M. J. (2014). *Valoración de los servicios ecosistémicos como herramienta para la toma de decisiones: Bases conceptuales y lecciones aprendidas en la Amazonía*. Brasilia.
- Palomo, I., Martín-López, B., López-Santiago, C., & Montes, Carlos. (2012). *El sistema socio-ecológico de Doñana ante el cambio global: Planificación de escenarios de eco-futuro*.
- Pardos, J. A. (2010). Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. In *Instituto Nacional De Investigación Y Tecnología Agraria Y Alimentaria*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01879.x>
- Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., ... Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26–27, 7–16. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2016.12.006>
- Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Irving, W., & Krug, T. (2006). 2006 IPCC - Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In *Directrices para los inventarios nacionales GEI*.
- Pizano, C., González-M., R., López, R., Jurado, R. D., Cuadros, H., Castaño-Naranjo, A., ... García, H. (2014). El bosque seco tropical en Colombia. In *Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. <https://doi.org/10.21068/B001.2015.202>
- Pizano, C., González-M, R., Hernández-Jaramillo, A., & García, H. (2017). Agenda de investigación y monitoreo en bosques secos de Colombia (2013-2015): fortaleciendo redes de colaboración para su gestión integral en el territorio. *Biodiversidad En La Práctica*. <https://doi.org/10.4067/S0717-97072014000100001>
- Rincón-Ruiz, A. (2018). Biodiversidad, servicios ecosistémicos y el reto de la inclusión. *Gestión y Ambiente*. <https://doi.org/10.15446/ga.v21n1supl.75746>
- Rincón, A., Lara, D., & Tique, L. (2017). Análisis de escenarios | Biodiversidad 2016. Retrieved December 7, 2019, from <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2016/cap4/410/index.html>
- Rincón Ruíz, A., Echeverry Duque, M. A., Piñeros Quiceno, A. M., Tapia Caicedo, C., David Drews, A., Arias Arévalo, P., & Zuluaga Guerra, P. A. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Aspectos conceptuales y metodológicos*. Retrieved from <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32547#.XOBJsF8TFJE.men-deley>

- Rodríguez, J. (n.d.). *Un camino a la inclusión Empoderamiento*.
- Romero-Duque, L., Batista, M., Vargas, J., Luque, V., Balvanera, P., & Moncaleano, A. (2015). *Diversidad y Servicios Ecosistémicos del Bosque Tropical Seco*.
- Schimel, D. S. (1995). Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.1995.tb00008.x>
- Tellez, N. (2018). *Reconstrucción de la memoria colectiva del conflicto armado en el municipio de Chaguaní Cundinamarca*. Retrieved from <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/12500>
- Thompson, J. R., Wiek, A., Swanson, F. J., Carpenter, S. R., Fresco, N., Hollingsworth, T., ... Foster, D. R. (2012). Scenario Studies as a Synthetic and Integrative Research Activity for Long-Term Ecological Research. *BioScience*. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.4.8>
- Uribe, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Zapata, Á., Solarte, L., Cuartas, C., & Naranjo, J. (2011). *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*.
- UrquizaGómez, A., & Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire Des Amériques*. <https://doi.org/10.4000/orda.1774>
- Vargas-Morales, M., Sánchez, D., Amaya, E., Contreras, A., Sánchez Maldonado, J., Acosta, A., ... Vilorio, E. (2013). *Elementos técnicos y generación de capacidad para el ordenamiento y manejo de los espacios y recursos marinos, costeros e insulares de Colombia. código: act-var-001-013. informe técnico final. componente 8: valoración integral de los principales bienes y. (57)*.
- Zalles, J. I. (2017). Conocimiento ecológico local y conservación biológica: la ciencia postnormal como campo de interculturalidad. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*. <https://doi.org/10.17141/iconos.59.2017.2587>