

Valoración Económica Ambiental De Relicto De Bosque Seco Tropical (BST) En Inmediaciones A La Granja Experimental De La Universidad Popular Del Cesar – Valledupar, Colombia.

Cuan Blanco, Luis Alberto¹; Maestre Barros, José Marcos¹; Vanegas Padilla, Angélica Patricia^{1(*)}

¹Universidad Popular del Cesar, Facultad de Ingenierías y Tecnológicas, Valledupar, Colombia

RESUMEN: Los Bosques Secos Tropicales (BST) son uno de los ecosistemas más amenazados del país, siendo que solo el 0,4% de los relictos de estos se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). En inmediaciones a la granja experimental de la Universidad Popular del Cesar, se encuentra relikto de BST, el cual se encuentra amenazado por actividades antrópicas y sobre todo por la minería extractiva de arcilla para ladrillo. Por lo tanto, se desarrolló identificación de aspectos, bienes y servicios ambientales, se procedió a valorar por dos técnicas –método de preferencias– por valoración contingente y –precios del mercado– conforme a los precios de carbono establecidos por el Banco Mundial. Para ello se realizó inventario forestal y se realizaron unos cálculos con el objeto de cumplir los objetivos de la investigación, así como encuestas y entrevistas a pobladores.

Palabras clave: Bienes Ambientales, Servicios Ambientales, Bienestar Ambiental, Valoración Ambiental, Inventario Forestal.

Recibido: 15 de agosto de 2023. Aceptado: 26 de febrero de 2024

Received: August 15th, 2023. Accepted: February 26th 2024

Environmental Economic Assessment Of The Tropical Dry Forest Relict In Inmediations To The Experimental Farm Of The Universidad Popular Of Cesar – Valledupar, Colombia.

ABSTRACT: Tropical Dry Forests (BST) are one of the most threatened ecosystems in the country, with only 0.4% of their remnants found within the National System of Protected Areas (SINAP). In the vicinity of the experimental farm of the Popular University of Cesar, there is a relic of BST, which is threatened by anthropic activities and especially by the extractive mining of clay for brick. Therefore, the identification of environmental aspects, goods and services is carried out, it is evaluated by two techniques –preference method– by contingent valuation and –market prices– according to the carbon prices established by the World Bank. For this, a forest inventory was carried out and calculations were carried out in order to meet the objectives of the research, as well as surveys and interviews with residents.

Keywords: Environmental Materials, Environmental Services, Environmental Well-being, Environmental Assessment, Forest Inventory.

1. INTRODUCCIÓN

Los Bosques Secos Tropicales son muy importantes puesto que recientes investigaciones del Instituto Alexander Von Humboldt permitió demostrar que en Colombia existen 2600 especies de plantas de las cuales 83 son endémicas, 230 especies de aves de las cuales 33 son endémicas, y 60 especies de mamíferos de los cuales 3 son endémicos del BST.

Aunque estos han ido desapareciendo de manera importante puesto que la línea fronteriza agro pecuaria y urbanística los han reducido de manera exponencial y actualmente se observan como parches vegetativos y relictos que se componen de algunas características que pueden ser muy relevantes para recomponer el ecosistema general.

En la jurisdicción de la ciudad de Valledupar se encuentra el 25% de los BST del total departamental, el cual es fuertemente afectado por las concurrentes quemadas abrasadoras que consumen vastas hectáreas.

Mediante esta investigación se realizó inventario forestal de un relicto de BST en inmediaciones de la Granja experimental de la Universidad Popular del Cesar; relicto que tiene una parte vulnerable puesto que ha crecido dentro de un área con título minero.

Con el inventario se extrajeron características morfológicas y morfométricas de las especies que permiten calificar la calidad de las especies y determinar la cantidad de dióxido de carbono fijada, con esta última se permite conocer el valor de este servicio ambiental teniendo en cuenta los precios del Banco Mundial.

También se realizó encuesta y entrevista para determinar el valor de bienestar ambiental representativo de este bosque.

El objeto de esta investigación fue representar en términos económicos el valor de bienestar del relicto de BST, lo cual se representa en las siguientes etapas y fases del presente artículo de investigación.

2. MARCO TEÓRICO

La Valoración Económica Ambiental, es una herramienta útil en las diversas dimensiones de la gestión ambiental. Las bases teóricas sobre las que se sustenta la

¹ MINAMBIENTE. GUÍA DE APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL. (2018). Disponible en la web: <http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de>

Valoración Económica Ambiental para identificar los valores monetarios asociados a los servicios ecosistémicos se enmarcan en la economía del bienestar y en la economía neoclásica¹.

Uno de los mecanismos para lograr el objetivo de maximizar los beneficios sociales es el mercado, el cual revela una señal (un precio) a los oferentes y demandantes de los recursos escasos para que éstos decidan de forma descentralizada cuánto vender y cuánto comprar².

La existencia de Bienes y Servicios Ambientales, en las cuales hay ausencia de regulación permitió contar con herramientas que permitan valorar el impacto sobre el bienestar social de las distintas asignaciones posibles. En sí no se trata de valorar a estos Bienes y Servicios, sino es el cuantificar los beneficios y costos sociales derivados de la toma de decisiones que los involucran y lo asocian con el medio ambiente y los recursos naturales (MINAMBIENTE, 2018).

En la siguiente figura se presentan los componentes del Valor Económico Total (VET) y los Servicios Ecosistémicos.

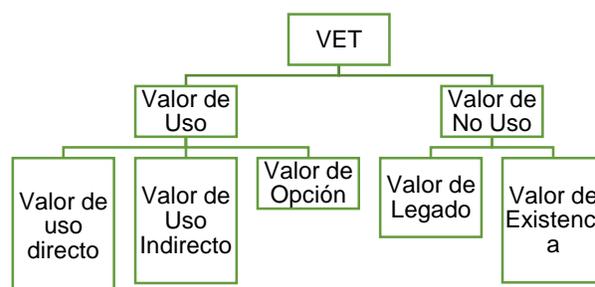


Figura 1. Componentes del Valor Económico Total y los Servicios Ecosistémicos

Fuente: MINAMBIENTE, 2018

Los valores de uso se dividen en tres:

- ✓ **Valor de uso directo:** se obtiene por el uso de los ecosistemas por parte del ser humano, el cual puede ser consuntivo (la mayoría de servicios de provisión), o no consuntivo (como los servicios culturales o turísticos). (MINAMBIENTE, 2018).
- ✓ **Valor de uso indirecto:** que corresponde al beneficio que se

[%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20\(00000002\).pdf](#). Consulta realizada el día 23 de Julio de 2020.

² Ibíd.

obtiene de funciones ecosistémicas que se aprovechan indirectamente. (León, Castiblanco, Buitrago, & Toro, 2012)

3. METODOLOGÍA

El procedimiento de Valoración Económica Ambiental de Relicto de Bosque Seco Tropical (BST) en inmediaciones a la Granja Experimental de la Universidad Popular del Cesar se realizó a partir (3) objetivos o fases:

Objetivo 1: Realizar caracterización de las condiciones socio-ambientales asociadas e intrínsecas del Bosque Seco Tropical (BST) en inmediaciones a la Granja Experimental de la Universidad Popular del Cesar.

Objetivo 2: Determinar el Valor de Bienestar Ambiental y Disposición de Pago para la preservación del Bosque Seco Tropical (BST) en inmediaciones a la Granja Experimental de la Universidad Popular del Cesar.

Objetivo 3: Formular un Esquema de Pago por Servicio Ambiental (PSA) de Captura, Fijación o Secuestro de CO₂ por el Bosque Seco Tropical (BST) en inmediaciones a la Granja Experimental de la Universidad Popular del Cesar.

E integrado con ocho (8) actividades (ver la figura 1)

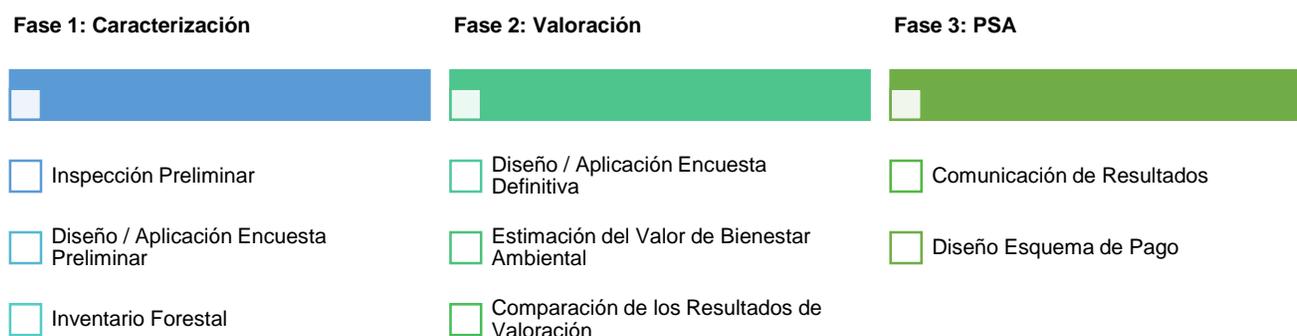


Figura 2. Fases y Actividades que integran la Valoración Económica Ambiental de Relicto de Bosque Seco Tropical (BST) en inmediaciones a la Granja Experimental de la Universidad Popular del Cesar

Fase 1: para la inspección preliminar se creó una lista de chequeo con el objeto de conocer la existencia de aspectos, bienes y servicios ambientales en el BST y sus inmediaciones. Para la encuesta preliminar se creó un formato con cinco preguntas que ayudarían a definir el rango de valores voluntarios de aporte para la encuesta de valoración definitiva. Para el inventario forestal se recopiló información como:

- Nombre Nominal de la Especie
- Nombre Científico de la Especie
- Coordenadas Geográficas
- Diámetro Nominal de la Especie
- Diámetro de Reducción de la Especie
- Altura máxima de la Especie
- Altura de Reiteración
- Diámetro de la Copa-Base
- Posición Sociológica
- Inclinación de la Especie
- Defectos Verticales
- Troza de los Defectos

- Grado del defecto de la troza
- Rectitud del Fuste
- Defectos Horizontales

La muestra de especies se hizo de manera geo estadística y con soporte e investigación anterior, de tal forma que se consigue un valor representativo estadístico para inventariar las especies.

Fase 2: Se diseña y aplica la encuesta definitiva, integrada con veintisiete variables que busca explorar la socio economía y el conocimiento ambiental respecto a los beneficios del BST. Se realiza la estimación del valor de bienestar del BST mediante los métodos de precios de mercado teniendo en cuenta los precios del Banco Mundial y el método de Valoración Contingente (de preferencias) con el resultado de la encuesta definitiva. Se comparan los resultados de ambos métodos para verificar si hay diferencias significativas y las razones que definen tales resultados.

Fase 3: Se comunicaron los resultados con los pobladores mediante elemento didáctico, y evaluados mediante

preguntas sencillas de conocimiento del BST. Se formuló el Esquema de Pago por el Servicio Ambiental de Fijación de Dióxido de Carbono.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1: se aplicó una lista de chequeo donde se comprueba la existencia de aspectos, bienes y servicios ambientales en la zona de estudio y sus inmediaciones.

Se enlistaron dieciséis (16) Bienes Ambientales y Servicios Ambientales respectivamente, y treinta y cinco (35) aspectos Ambientales. El resultado de la existencia de los mismos es el siguiente:

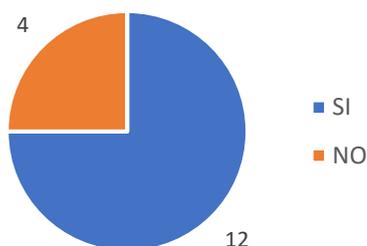


Figura 3. Existencia de los Bienes Ambientales

Hay presencia de Agua para uso agrícola, Agua para uso industrial-minero, Alimento vegetal, Artesanía, Bejucos y troncos, Ganadería, Leña y carbón, Madera, Material biológico, Plantas y frutos comestibles, Productos agrícolas y Semillas forestales.

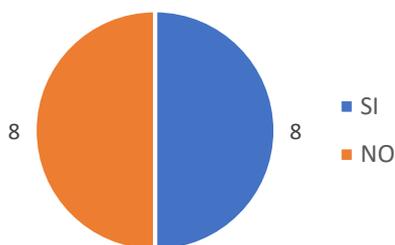


Figura 4. Existencia de los Servicios Ambientales

Se encuentran los servicios ambientales de Belleza escénica, Captación hídrica, Fijación de Carbono, Fijación de

nutrientes, Polinización, Producción de alimentos, Regulación de gases y Regulación del clima.

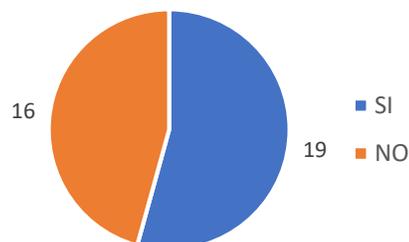


Figura 5. Existencia de los Aspectos Ambientales

Se identifican aspecto ambientales como: Compactación del suelo, Consumo de energía eléctrica, Consumo de materiales de construcción, Consumo de materias primas (no especiales o no peligrosas), Consumo de otros combustibles energéticos, Consumo de productos químicos, Cubrimiento del suelo con depósito de otros materiales, Emisión de gases o calor, Emisión de material particulado / Polvo, Enterramiento de residuos sólidos, Exposición del suelo a agentes erosivos, Incineración de residuos sólidos, Inclusión de elementos extraños en el paisaje, Producción de aguas residuales domésticas, Producción de residuos sólidos, Remoción del horizonte orgánico del suelo, Vertimiento de aguas residuales domésticas al suelo, Vestigios de incendios forestales y Vestigios de inundaciones.

También se aplicó la encuesta preliminar y se pudo conocer que las personas no conocen las fases y cambios de los árboles caducifolios que son muy comunes en este tipo de relictos de BST.

Con esto se pudo conocer que las personas están de acuerdo en dar un aporte voluntario de entre los cero a los dos mil pesos (\$0 – 2000 COP), resultado que ayudará para la encuesta de valoración definitiva.

Por otra parte, se realizó el inventario forestal de manera estratégica y se presentaron inconvenientes que ponían en riesgo la integridad física de los investigadores y acompañantes, por lo tanto, se decidió trabajar de forma que se logró inventariar el 68% de las especies de la muestra (158 de 231 individuos forestales proyectados).

En la siguiente figura se presenta la ubicación de las especies forestales inventariadas:



Figura 6. Ubicación de las especies forestales inventariadas

Los resultados del inventario permitieron extraer características importantes y el número y tipo de especies existentes.

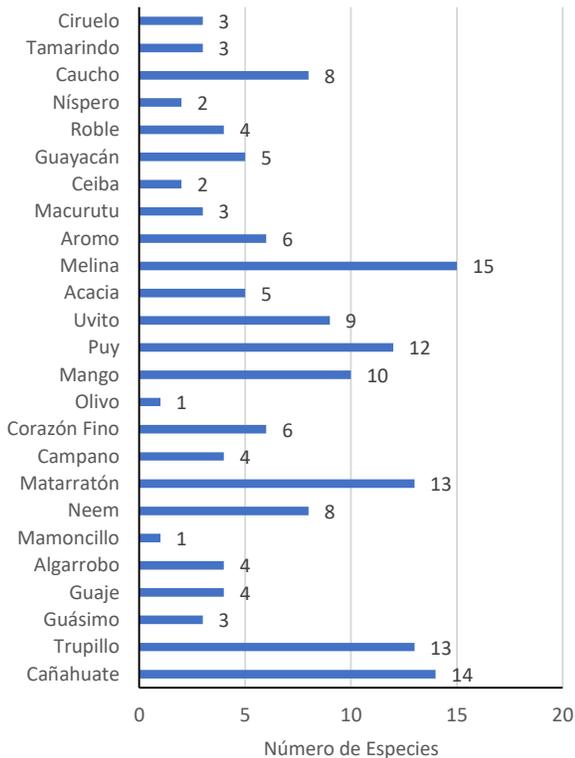


Figura 7. Especies y número de especies identificadas

Se identificaron 25 especies forestales distribuidas en 158 individuos forestales, para los cuales se les extrajeron características morfológicas y morfométricas:



Figura 8. Toma de medidas de las especies forestales

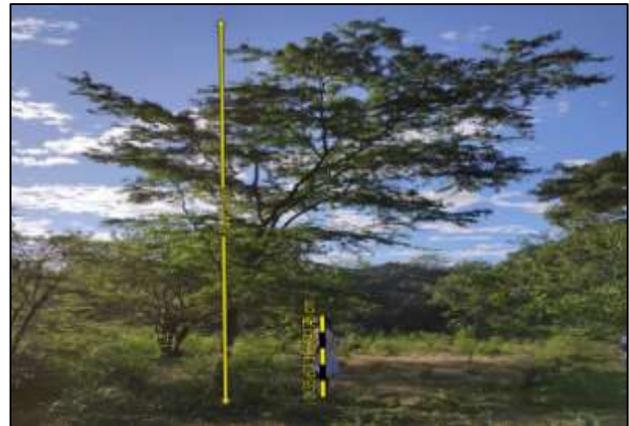


Figura 9. Medida de la altura con ImageMeter

Con los resultados obtenidos mediante esto se pudo clasificar: de acuerdo a La posición sociológica de las especies:

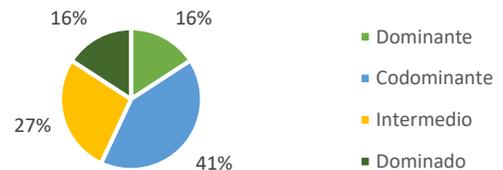


Figura 10. Posición sociológica de las especies

Su tendencia de orientación:

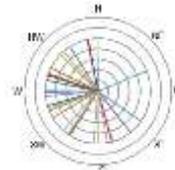


Figura 11. Rosa de la tendencia de inclinación de las especies forestales

Defectos verticales:

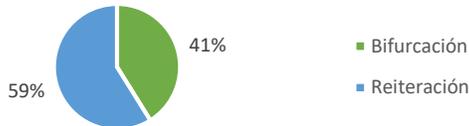


Figura 12. Porcentaje clasificado de los defectos verticales

Defectos por trozas:

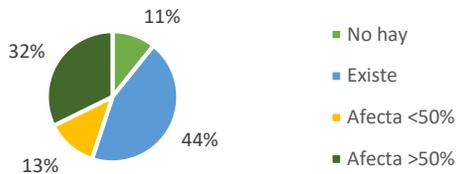


Figura 2. Porcentaje clasificado de la afectación de trozas

Defectos por alabeos:

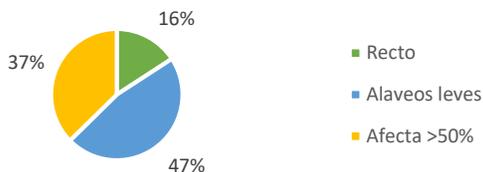


Figura 14. Porcentaje clasificado de la afectación de trozas

Defectos horizontales:

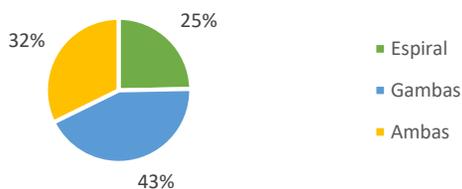


Figura 15. Porcentaje clasificado de los defectos horizontales

Estos resultados permitieron determinar la calidad de las especies la cual fue clasificada y representada en cuatro grados:

- Alta
- Media
- Regular
- Baja

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente gráfico:

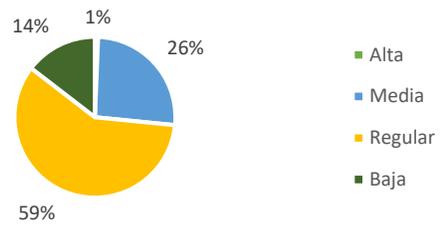


Figura 16. Clasificación de la Calidad de las especies forestales

Como se aprecia, las especies tienen una calidad forestal regular, aunque este resultado no define el valor de bienestar, pero si demuestra que este es un bosque que se ha sido resiliente y se ha recuperado por selección natural.

Fase 2: En esta fase se aplicó la encuesta definitiva de Valoración del bienestar ambiental del BST. En donde se prioriza la pregunta del aporte voluntario y disposición de pago para la protección del BST y los bienes y servicios ambientales de este.

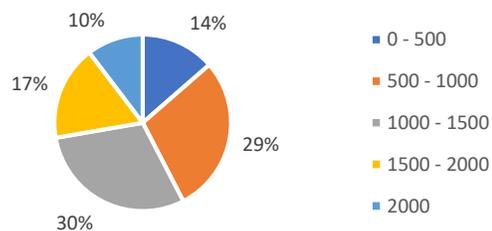


Figura 17. Respuesta del aporte voluntario en encuesta definitiva

El valor más frecuente fue el de \$1000 COP a \$1500 COP. Estos resultados fueron codificados y sometidos a una regresión múltiple, lo que permitió identificar las variables que no eran estadísticamente significativas conforme a los resultados de valoración económica y método de valoración contingente.

$$DAP = 0,755335736012064 + 0,153796999207627 * N_ADULT + (-0,329550892352324) * FREC$$

Figura18. Modelo econométrico que define el Valor de Bienestar Ambiental del relicto de BST

En la figura anterior se observa el modelo econométrico que define el Valor de Bienestar Ambiental del relicto de BST. Siendo representativa del rango \$1000 COP a \$1500 COP.

Al realizar los cálculos con los lineamientos de la Guía de Valoración Económica del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se obtiene que la disposición de pago como aporte voluntario está dado por un valor aproximado de \$1700 COP.

Si se tiene en cuenta un aporte anual y el total de la población se obtiene un valor de \$53.400.000,00 COP.

Lo anterior fue la utilidad del método contingente por preferencias, a continuación, se presentan los resultados con el método de precios del mercado basados en el Banco Mundial, quien define que el precio del carbono para el año 2019 se fijaba entre 40 USD a 80 USD.

Para calcular el valor del carbono fijado se debe determinar la cantidad de carbono fijado empleando la siguiente formulación:

$$CA = \rho \times BF \times BA$$

Dónde

- CA : Carbono Acumulado (ton de CO₂)
- ρ : Densidad Forestal (ton/m³)
- BF : Biomasa Forestal (ton)
- BA : 50% que representa la biomasa seca (recomendado por IDEAM)

La densidad forestal se obtiene con valores del IPCC y otros autores que suman información relevante mediante institutos certificados a nivel internacional.

La biomasa forestal se obtiene determinando el volumen del fuste y multiplicándolo por la densidad forestal y así obteniendo las toneladas de madera.

Para determinar el crecimiento de los árboles de acuerdo a sus dimensiones de diámetro y altura se realiza regresión respecto al volumen del fuste obteniendo ecuación lineal que permite predecir este crecimiento al 98% de precisión

$$\text{Volumen } V \text{ (m}^3\text{)} = -0,132261996493547 + 0,0222061126329442 * D.N. \text{ (cm)} + 0,00894490227279311 * H.T. \text{ (m)}$$

Figura 19. Modelo lineal para predicción del volumen a partir de diámetro y altura de las especies forestales

Con esto se permite construir un modelo para representar el crecimiento del BST, puesto que estos en la realidad tienen tendencia de decrecimiento, por lo tanto, se propone tal simulación.

Figura 20. Simulación del cambio de volumen respecto al crecimiento milimétrico de las especies en su diámetro y altura

Con estos resultados se posibilita el cálculo del dióxido de carbono fijado y que podría fijar el BST.

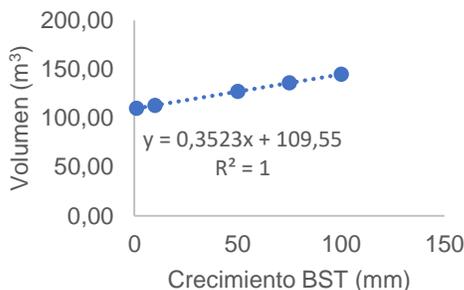


Tabla 1. Dióxido de Carbono fijado por las especies

Crecimiento (mm)	CA (ton CO ₂ fijado)
Actual	331,407
1	514,364
10	529,202
50	595,147
75	636,362
100	677,578

En el orden de la idea estos valores permiten determinar el valor de bienestar de este servicio ambiental en específico, los resultados se presentan en las siguientes gráficas:

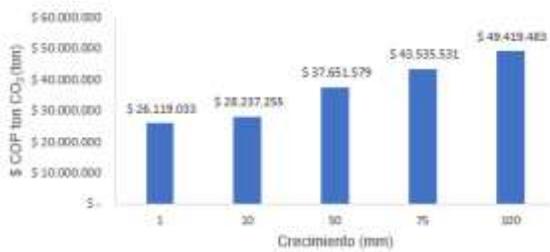


Figura 3. Resultados para el umbral de 40 USD

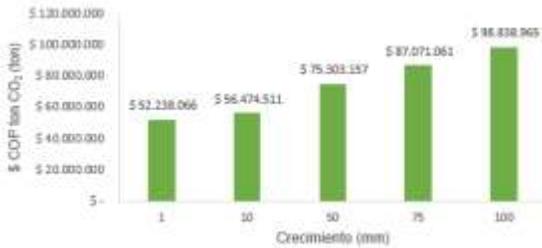


Figura 22 Resultados para el umbral de 80 USD

En la actualidad el BST tiene un valor mínimo de 7.318,29 USD (\$ 26.119.033,00 COP) y valor máximo de 14.636,57 USD (\$ 52.238.511,00 COP) y con su crecimiento puede alcanzar valores mayores, si se supone el crecimiento de 1 mm.

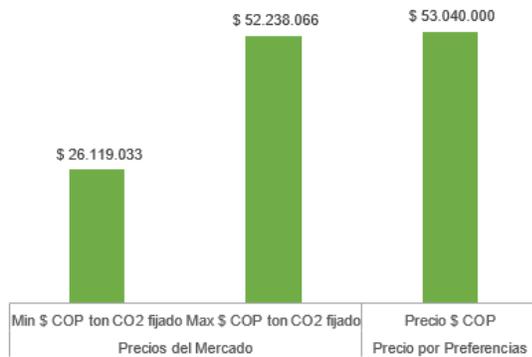


Figura23. Resultados para el umbral de 40 USD

En el gráfico anterior se aprecia que la valoración de precios del servicio de fijación de CO₂, considerando el umbral máximo, tiene un total equiparable con el precio obtenido mediante el método de valoración por preferencias.

Esto quiere decir que las personas evaluadas mediante el método de preferencias le asignan un valor de bienestar similar a lo que valdría el servicio de fijación de CO₂.

Este resultado es interesante, puesto que la valoración económica de otros bienes y servicios ambientales podrían darle una representación mayor a los BST.

Por otra parte, se puede traer a consideración que los encuestados respondieron a este valor de preferencia conforme a sus conocimientos respecto a los bienes y servicios ambientales, si se tiene en cuenta que estos creen que los BST son fundamentales para la producción de oxígeno que es una variable dependiente de la fijación del CO₂ por la asociación entre un fenómeno y otro, lo que de una u otra manera permite asignar un precio o un valor similar.

Fase 3: Se procedió a comunicar los resultados de manera unipersonal y constó en visitar y presentar los resultados de la investigación buscando la interacción de la persona visitada y el elemento comunicativo presentado.

Para esto se hizo la selección de la temática en relación con los resultados obtenidos de conocimientos que se quiere que las personas tengan respecto a los BST.

Con esto se pudo conocer que las personas aprendieron que la región Caribe concentra la mayoría de los Bosques Secos Tropicales:

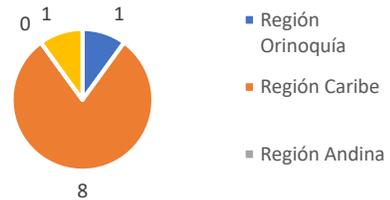


Figura 4 Respuesta de los capacitados respecto a la región que conserva la mayoría de los BST en Colombia

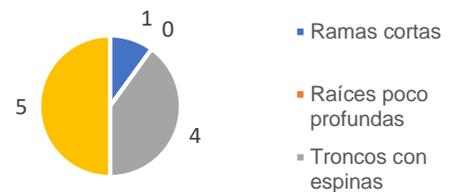


Figura 5. Respuesta de los capacitados respecto a las características más comunes de los árboles de los BST

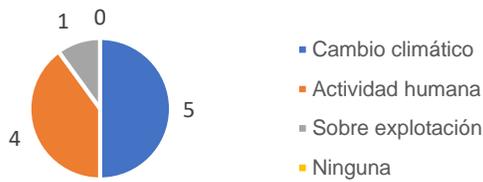


Figura26. Respuesta de los capacitados respecto a la principal causa que puede hacer que desaparezcan los BST

Por otra parte, se diseñó el esquema de pago por servicios, examinando primeramente que las personas cumplieran con los requisitos que exige el decreto 870 de 2018 y la resolución 2734 de 2010, el cual quedó representado de la siguiente forma:

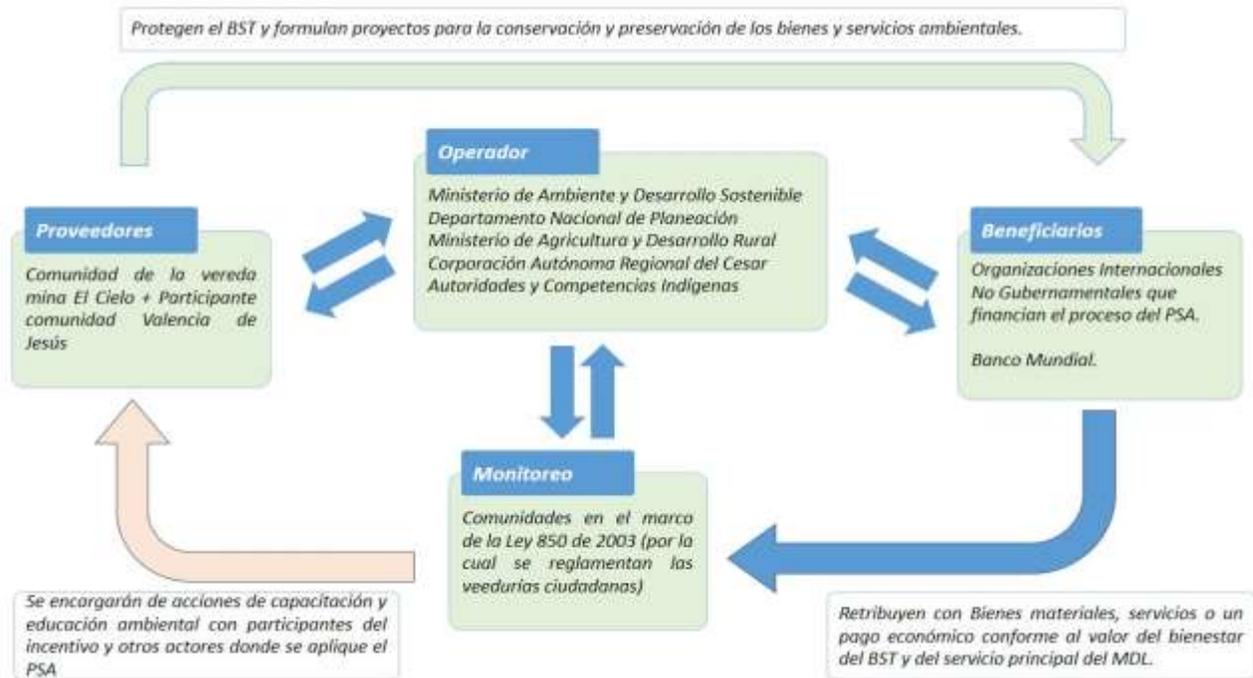


Figura 27. Esquema de Pago por Servicios Ambientales

5. CONCLUSIONES

Se realizó inspección preliminar a la zona de estudio con la finalidad de identificar aspectos ambientales producto de la actividad doméstica y minera artesanal que se desarrolla en la vereda Mina El Cielo, así como verificar la existencia de Bienes y Servicios Ambientales comunes en los Bosques Secos Tropicales.

De los 35 aspectos ambientales evaluados, el 54% de ellos son frecuentes. De los 16 servicios ambientales evaluados, el 50% de ellos se presentan en el BST. De los 16 bienes ambientales evaluados, el 75% de ellos se presentan en el BST. Esto es un indicio claro de que el BST se encuentra en condiciones conforme para su proceso de valoración de bienestar ambiental.

En el proceso de accesibilidad y desarrollo de actividades en el lugar, los investigadores estuvieron expuestos a riesgo de su integridad, puesto que algunos trabajadores y nuevos habitantes de la zona son consumidores de drogas y estupefacientes y tiene esta zona como lugar de encuentro, por lo tanto se distinguió intenciones de querer hurtar o causar un daño a los participantes del inventario, esto motivo a seguir realizando otras actividades con los habitantes del corregimiento más cercano, que fue Valencia de Jesús.

Para la valoración de bienestar ambiental primero se aclaró que se utilizaría dos métodos, el de precios de mercado y el de valoración contingente, para esta última se realizó una entrevista preliminar cuyo objeto principal era definir el rango definitivo para la encuesta definitiva, en esta encuesta preliminar se preguntó sobre la impresión de un árbol en sus diferentes etapas de vida y se pudo observar que las personas solo valoran la vegetación espesa y verde.

Posterior a esto se diseñó e implementó la encuesta definitiva, el rango establecido iba desde los \$0 COP hasta los \$2.000 COP, que fueron valores coherentes con la capacidad económica de la muestra de habitantes de Valencia de Jesús, equivalente a 93 personas (se tenía previsto aplicarlo en la vereda, sin embargo, se presentaron inconvenientes que ponían en riesgo la integridad física de los investigadores).

El rango establecido fue clasificado en cinco intervalos, con valores de \$0 - \$500 COP; \$500 - \$1.000 COP; \$1.000 - \$1.500 COP; \$1.500 - \$2.000 COP; hasta los \$2.000. Siendo el intervalo \$1.000 - \$1.500 COP el de mayor preferencia por los encuestados. Para construir el modelo econométrico de valoración de bienestar ambiental se hicieron regresiones de hasta 4 iteraciones, descartando variables hasta lograr que la probabilidad fuera conforme al intervalo de confianza ($p\text{-value} < 0,05$).

El intervalo \$1.000 - \$1.500 COP fue corroborado con las iteraciones realizadas con las regresiones y estadísticamente significativas cuando hay mayor presencia de adultos mayores y cuando la frecuencia de aporte voluntario disminuye (que fueran variables del estudio).

El valor de bienestar preferencial estadísticamente significativo unipersonal fue aproximadamente \$1.700 COP, que para el tamaño muestral a una simulación de recaudo mensual durante un año permitiría obtener un valor

de \$ 1.897.200 COP y que para el tamaño poblacional a una simulación de recaudo mensual durante un año permitiría obtener un valor de \$ 53.040.000 COP.

Para el método de precios de mercado, se tuvo en cuenta los valores umbrales tasados del Banco Mundial, avaluado entre 40 USD a 80 USD. Para determinar el valor de fijación de CO₂ del BST, se realizó un inventario forestal. Se tenía previsto inventariar 231 árboles, sin embargo, se lograron un total de 153, siendo el 66% del total de la muestra. Se obtuvieron variables como diámetros, alturas y otras geométricas relativas que son insumo para posteriores cálculos.

Conforme a la Guía de Cálculo de Biomasa Forestal, Guía de Cuantificación del Carbono Forestal del IDEAM, información del IPCC y de otros autores se procedió a determinar la cantidad de carbono almacenado en el BST, obteniendo 331,407 toneladas de carbono fijado.

Por criterios asociados al alcance de la investigación y algunas limitaciones como la inexistencia de un proceso de medición al BST, fue necesario establecer medidas de crecimiento físico para poder interpretar como cambiaría este valor de carbono forestal a medida crecía 1, 10, 50, 75 y 100 milímetros tanto en su diámetro y altura. Para esto también se realizó una regresión múltiple entre el volumen, la altura del árbol y su diámetro, con lo que se puede predecir con gran éxito, debido a que el $p\text{-value}$ de cada variable tiende a cero por debajo de las tres milésimas numéricas y a que conserva un gran coeficiente de ajuste muy cercano a la unidad.

Al confrontar los valores del Banco Mundial respecto a la cantidad de toneladas de carbono acumuladas se obtienen valor de bienestar ambiental del servicio de fijación de CO₂, que pueden variar desde los \$26.119.033 COP hasta los \$52.238.511 COP.

Al comparar los resultados del método de precios de mercado y el método de preferencias mediante metodología contingente, se puede decir que son equiparables, siendo que los encuestados sobre estimaron el ecosistema estratégico con una diferencia de 1 millón de pesos colombianos. Que estos valores casi coincidan parece una casualidad que tiene su punto de equilibrio en el conocimiento de los encuestados.

El resultado de la encuesta definitiva refleja que la mayoría de personas reconocen más el servicio de producción de oxígeno (que se desencadena a partir del mismo proceso de fijación de CO₂), por lo tanto, cuando respondieron a la encuesta lo hicieron solo conociendo que los árboles desempeñan tal función ambiental por encima de las otras posibles que aminoran e ignoran.

Se buscó comunicarles los resultados a los habitantes y solo diez (10) personas estuvieron de acuerdo con atender a totalidad a los investigadores y estas personas recibieron un conocimiento extra tanto de los bosques secos tropicales, los aspectos ambientales, bienes y servicios ambientales y las metodologías de pago por servicios ambientales (PSA) y el mecanismo de desarrollo limpio (MDL).

Se diseñó el esquema de pago y se citaron los elementos y obligaciones que deben aportar y se explicaron los diligenciamientos y a quienes destinar tales proyectos, así mismo se citaron los anexos de la resolución 2734 de 2010, para el MDL que son conformes al PSA.

Para mayor seguridad de las personas interesadas de este lugar, siempre solicitar acompañamiento de las autoridades locales y policivas, pues prima siempre la integridad personal.

Es oportuno complementar este estudio mediante la implementación de laboratorios empleando los métodos destructivos o mínimamente invasivos, los cuales sirven para la determinación de las densidades de las especies con técnicas de pesado y horneado de virutas u otros elementos maderables u orgánicos cuyo origen sean de la foresta y vegetación de la zona.

También se puede complementar el estudio determinando la biomasa aérea del bosque empleando imágenes satelitales con tecnología LIDAR o con fotogrametría de alta resolución empleando drones, para así mediante software de procesamiento digital en función de las bandas fotográficas, emplear fórmulas matemáticas estimar el valor de contenido de carbono.

Aunque la muestra poblacional es significativa, se puede aumentar el número y variar los resultados. Las variables

independientes pueden cambiar su correlatividad estadística con la variable dependiente y así mejorar el modelo econométrico. También se puede aumentar el número de variables en estudio y emplear otro tipo de regresiones como multinomiales, probit, tobit y logísticas, todo conforme a como el investigador interprete el estudio.

Si se obtienen las metodologías adecuadas se pueden evaluar otro tipo de servicios ambientales. Algunas de estas metodologías están aprobadas por las Instituciones Científicas, sin embargo, el IPCC en sus diferentes volúmenes y manuales contienen un sinnúmero de fórmulas y aplicaciones.

Así mismo pueden variar las metodologías de valoración económica. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible cuenta con una guía que explica el contexto de aplicabilidad de las técnicas de estimación de precios, algunos se basan en las preferencias y el otro referente a cambios en el mercado o clúster.

Es recomendable que, si estos métodos van a ser aplicados y tienen transición con tendencia a la implementación, entonces deben utilizarse los métodos de ajustes de Gauss – Markov, puesto que las regresiones deben cumplir algunos supuestos como normalidad, colinealidad, homocedasticidad entre otros y que hacen seguro un análisis estadístico, mediante la supresión de los sesgos investigativos.

También es recomendable valorar los bienes ambientales, como maderables y su importancia para los mercados verdes, conforme a las actividades de preservación, conservación y recuperación del bosque seco tropical, pues las actividades económicas tienen una estrategia de valoración más realista debido al consumismo y valores del mercado existente por durante muchos años.

6. REFERENCIAS

Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 333-338.

- Álvarez Mejía, A. C. (2019). *Recuperación de Bosque Seco Tropical (BST) a través de procesos de Lombricultura y Compost en la vereda Mina El Cielo corregimiento de Valencia de Jesús – Cesar*. Valledupar: Universidad Popular del Cesar - UPC.
- ANDI. (2018). *Resolución 1084 de 2018*. Obtenido de Asociación Nacional de Empresarios de Colombia: <http://www.andi.com.co/Uploads/Resoluci%C3%B3n%201084%20de%2013%20de%20junio%20de%202018.pdf>
- Arias R., P. K., & Vargas A., A. S. (2017). *VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL PARQUE NATURAL REGIONAL LOS BESOTES, JURISDICCIÓN DE VALLEDUPAR – CESAR*. Valledupar: Universidad Popular del Cesar.
- Banco Mundial. (01 de Diciembre de 2017). *Fijación del precio del carbono*. Obtenido de Banco Mundial ORG - BIRF + AIF: <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/carbon-pricing>
- Bello T., E. H. (2016). *Aspectos Técnicos, económicos y comerciales de las plantaciones forestales en el escenario actual*. Bogotá D.C.: El Semillero S.A.S.
- BIOPARQUET. (s.f.). *Madera: Olivo*. Obtenido de Ficha Técnicas de Especies BIOPARQUET: <https://www.bioparquet.es/wp-content/uploads/2019/01/BIOPARQUET-FICHA-TECNICA-MADERA-OLIVO.pdf>
- BLANQUER. (s.f.). *Algarrobo (Ceratonia siliqua, L.)*. Obtenido de Maderas y Chapas BLANQUER: <https://www.blanquer.com/FICHAS/ALGARROBO.pdf>
- Carbal Herrera, A., & Muñoz Carbal, J. (2015). *VALORACIÓN ECONÓMICA INTEGRAL DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES OFERTADOS POR EL ECOSISTEMA DE MANGLAR UBICADO EN LA CIÉNAGA DE. Saber, Ciencia y Libertad*, 125-145.
- DAFP. (2020). *Departamento Administrativo de la Función Pública: Gestor Normativo*. Obtenido de Decreto 2811 de 1974: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>
- de la Peña, A., de la Peña, M., & Rojas, C. A. (2010). *Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono, Ciénaga Grande de Santa Marta. Clío América*, 133-150.
- Duarte Herrera, L. K., & González Parias, C. H. (2015). *Metodología y Trabajo de Grado. Guía práctica para Negocios Internacionales*. Medellín: ESUMER.
- Ecuador Forestal. (28 de Agosto de 2012). *Ficha Técnicas especies Ecuador Forestal*. Obtenido de Ficha Técnica N° 6: GUAYACÁN: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-6-guayacan/>
- FAO. (s.f.). *Potencial del Algarrobo (Prosopis juliflora) en sistemas silvopastoriles en el semiárido de Brasil*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0c.htm>
- Hurtado de Barrera, J. (2006). *Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Quirón.
- IDEAM. (2011). *Protocolo para la Estimación Nacional y subnacional de Biomasa-carbono en Colombia*. Bogotá D.C.: IDEAM.
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Vol. IV)*. ONU. Obtenido de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>
- Köppen, W. (1918). *Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf. Petermanns Geogr. Mitt.*, 193-203, 243-248.
- La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y la Subdirección de Administración de los Recursos Naturales y Áreas Protegidas. (2013). *GUÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA BIOMASA Y EL CARBONO FORESTAL, GENERACIÓN DE MODELOS Y USO DE HERRAMIENTAS PARA SU ESTIMACIÓN*. Bogotá D.C.: CAR.
- León, N., Castiblanco, C., Buitrago, J., & Toro, J. (2012). *Valoración Económica Ambiental: conceptos, métodos y aplicaciones*. Bogotá: CAR-IDEA.
- Martín-López, B., González, J., & Vilardy, S. (2012). *Guía Docente Ciencias de Sostenibilidad*. Santa Marta: Universidad del Magdalena.
- MEA. (2005). Obtenido de Millenium Ecosystem Assesment: <http://www.ecosystemvaluation.org/glossary.htm>

- MINAMBIENTE. (2018). *GUÍA DE APLICACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MINAMBIENTE. (2020). *Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/08/Decreto-Unico-Reglamentario-Sector-Ambiental-1076-Mayo-2015.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Propiedades Anatómicas, Físicas y Mecánicas de 93 especies forestales*. Quito: FAO Ecuador.
- OAS. (2020). *Artículos Ambientales: Constitución Política de Colombia 1991*. Obtenido de Organization of American States: [http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Colombia/\(Microsoft%20Word%20-%20Constituci.pdf](http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Colombia/(Microsoft%20Word%20-%20Constituci.pdf)
- P., A., & Tinoco-López, R. (2006). Métodos de valuación de externalidades ambientales provocadas por obras de ingeniería. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 105-119.
- Parrotta, J. A. (1992). *Aroma, huisache*. New Orleans: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- PNUMA. (30 de Septiembre de 2007). *Declaración de Bariloche*. Obtenido de Parques Nacionales Naturales de Colombia: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/DeclaracionBariloche.pdf>
- Régimen Legal de Bogotá D.C. (2020). *Alcaldía de Bogotá D.C.* Obtenido de Secretaría Jurídica Distrital: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsip?i=297>
- Rincón-Ruiz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A., Tapia, C., David, A., Arias-Arévalo, P., & Zuluaga, P. (2014). *Valoración Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos: Aspectos Conceptuales y Metodológicos*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Romero Acevedo, C. F. (2008). Masas forestales en cinco parques de Neiva. Especies, volumen de madera en pie, análisis estructural y estado fitosanitario. *NODO*, 85-99.
- Secretaría Distrital del Hábitat. (2020). *Habitat Bogotá*. Obtenido de Secretaría Distrital del Hábitat: <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/ley-42-1993#:~:text=Descripci%C3%B3n%3A,Marco%20Legal%20de%20la%20Entidad>.
- SIGI. (15 de Octubre de 2019). *Ingeniería Ambiental y Sanitaria*. Obtenido de Sistema Integrado de Gestión Institucional: <https://sites.google.com/site/sigiunicesar/home/autoevaluacion/programas-academicos/programas-academicos-valledupar/ingenieria-ambiental-y-sanitaria>
- Umanzor, D. (2016). *Cuantificación de carbono almacenado en árboles de sombra en tres lotes en un sistema de café, en el Centro Experimental ICIDRI – Masatepe, UPOLI*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Universidad EIA. (2014). *Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá*. Obtenido de Universidad - Escuela de Ingeniería de Antioquia: <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/>