

## 4.9. Evaluación costo-beneficio de las acciones realizadas documentada



Vivero de la Fundación Miramar con especies nativas amenazadas de extinción como el Pereguetano (*Parinari pachyphylla*, especie *En Peligro*) en Mingueo, La Guajira  
Fotografía: Carolina Alcázar Caicedo, 2021.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

[wilmer.marin@gmail.com](mailto:wilmer.marin@gmail.com)

[pisaacs@humboldt.org.co](mailto:pisaacs@humboldt.org.co)

[asantamaria@humboldt.org.co](mailto:asantamaria@humboldt.org.co)

[mvilla@humboldt.org.co](mailto:mvilla@humboldt.org.co)

Evaluación costo-beneficio de las acciones realizadas documentada. Wilmer Marin, Andres Santamaria, Marcelo Villa Piñeros , Paola Johanna Isaacs Cubides . Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021

Incluye bibliografía, figuras y tablas.

1. Costo beneficio – 2. Cadena de valor – 3. Restauración 2 – 4. Material vegetal.

Este informe fue producido por el Instituto Humboldt en el marco de Proyecto Nacional: Sembrar nos Une

Wilmer Marin

Andres Santamaria

Marcelo Villa Piñeros

Paola Johanna Isaacs Cubides

**Investigador(s)**

Jose Manuel Ochoa

**Coordinador Programa Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad**

María Teresa Becerra

**Coordinadora Programa Gestión Territorial de la Biodiversidad**

Carolina Alcázar Caicedo

**Coordinación técnica proyecto 180M**

Natalia Gallego

**Coordinación administrativa**

María Teresa Becerra

**Supervisora**

Citar este documento:

**Marín et al. (2021). Evaluación costo-beneficio de las acciones realizadas documentada. Contrato No. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.**

## **Tabla de contenido**

[Resumen](#)

[Introducción](#)

[2. Metodología y resultados](#)

[2.1. Cadena de valor de la producción de material vegetal](#)

[Enfoque de cadena productiva](#)

[Enfoque de empresa](#)

[2.2. Costos producción de material vegetal](#)

[2.3. Oferta y demanda](#)

[2.4. Información sobre costos de restauración](#)

[2.5. Análisis costo – beneficio](#)

[2.5.1. Sistemas convencionales](#)

[Café](#)

[Ganadería convencional doble propósito](#)

[2.5.2. Sistemas de reconversión/rehabilitación ecológica](#)

[Agroforestal de café](#)

[Agroforestal de cacao](#)

[Silvopastoril](#)

[2.6. Agregación del análisis económico en el marco del enfoque de funcionalidad del paisaje.](#)

[2.7. Restauración de áreas con coberturas naturales con algún grado de degradación](#)

[Rehabilitación de áreas con coberturas de pastos](#)

[Rehabilitación de áreas con coberturas de cultivos](#)

[Conclusiones](#)

[Agradecimientos](#)

[Referencias](#)

## Resumen

El presente documento relaciona la evaluación realizada a la estructura de costos de la producción de material vegetal y de la implementación de la restauración, así como un análisis costo-beneficio, teniendo en cuenta la implementación a escala de paisaje con el objetivo de generar algunos estimativos de demanda de material vegetal, demanda potencial de mano de obra, el potencial de abatimiento de carbono y costo eficiencia de las estrategias de rehabilitación y restauración. En general, la evaluación de los costos de la producción de material vegetal se presenta como una alternativa costosa y que no tiene un mercado de comercialización estable y claramente definido donde se debe recurrir a la diversificación del negocio para presentar ciertos márgenes de rentabilidad. La estructura de costos contribuye a la planeación de los proyectos y programas de forma en que se pueda generar un mercado más justo de la comercialización del material vegetal, que al incluir temas de mano de obra y transporte, incrementan en más de un 100% el valor actual del mercado de las plántulas. Este costeo debe ser balanceado con la diversificación en la producción (producción de semillas y reconversión productiva), ya que a la fecha los bajos costos se asumen poniendo en juego las especies que se escogen para la restauración y su calidad. Por otro lado, es importante priorizar las inversiones en restauración en un abanico que dé diferentes alternativas ya sea desde la regeneración natural, la restauración activa o el enriquecimiento de los sistemas productivos. En este caso, se presentó un ejercicio de priorización en áreas de importancia para la conectividad bajo los diferentes escenarios de implementación de costo de oportunidad y costo de implementación.

## 1. Introducción

La Restauración Forestal del Paisaje (de ahora en adelante RFP) tiene como objetivo recuperar la funcionalidad ecológica y fortalecer los medios de vida humanos en regiones que ya están deforestadas y degradadas, combinando una variedad de estrategias que incluyen la restauración ecológica de áreas críticas, prácticas sostenibles en tierras productivas, y el aumento de la cobertura vegetal en todo el paisaje (UICN y WRI 2014).

Por lo tanto, el desafío para establecer una RFP es socio-económico, ecológico y socio-técnico, abriendo la posibilidad de apalancar las trayectorias a la sostenibilidad para diversos paisajes. En cuanto a la dimensión económica de la restauración ecológica, se crean perspectivas para estructurar y consolidar todo un sistema de producción que involucra a todos los eslabones, pero en especial la recolección y producción de semillas, viveros para plántulas y muestreos, asistencia técnica y monitoreo (TNC 2017). Es así como se establece el gran reto de poder hacer que la RFP sea una práctica económica y financieramente viable (Brancalion et al. 2012) para alcanzar los ambiciosos objetivos de restauración al tiempo que se logran los resultados ecológicos deseados (Brancalion et al. 2016).

Dentro de las iniciativas internacionales para ejecutar la RFP, se encuentra el objetivo 15 de las Metas de Aichi en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), con la finalidad de restaurar el 15% de los ecosistemas terrestres para 2020 (TNC 2017). Adicionalmente, en el contexto del Acuerdo de París en el marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se firmaron compromisos voluntarios como el Desafío de Bonn (2011), cuya meta es restaurar 350 millones de hectáreas para el 2030. En paralelo, a través de la Iniciativa 20x20, los países de América Latina tienen como objetivo lograr la restauración de 20 millones de hectáreas de tierras degradadas para 2020 (WRI 2016), donde Colombia se comprometió a restaurar un millón de hectáreas. A la fecha, según la ONU se ha declarado el 2020 – 2030 como la década de la restauración, lo que abre aún más los desafíos para la implementación de dichas metas en Colombia, pero sobre todo, que la optimización en la producción y la rehabilitación de las áreas degradadas logren disminuir las elevadas tasas de deforestación en el país.

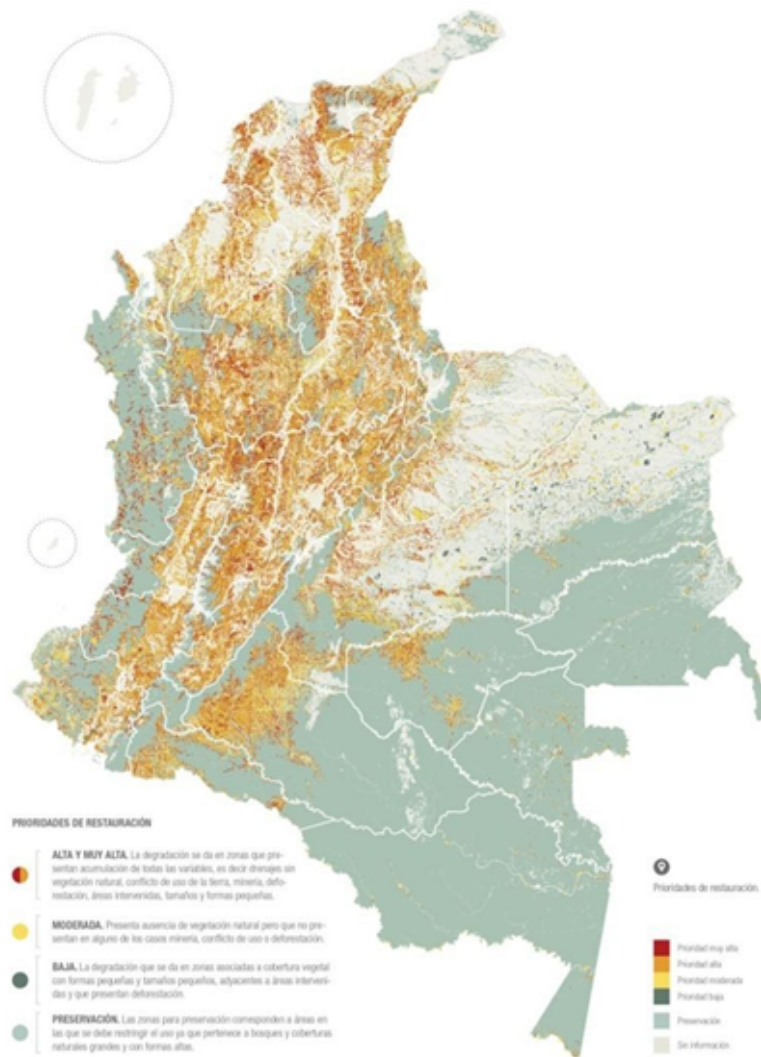
Sumado a esto, entre los compromisos más ambiciosos del Estado colombiano se incluye el objetivo de cero deforestación neta en la Amazonía colombiana para el año 2020 (PNUD 2015), así como lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la equidad”, donde se tiene la meta de duplicar las hectáreas con sistemas productivos sostenibles y de conservación, pasando de 701 mil hectáreas a 1.4 millones de hectáreas a través de la restauración, conservación, reconversión productiva y manejo forestal sostenible. Para lograrlo, una de las estrategias será la implementación de una Estrategia Nacional de Restauración de Ecosistemas que incluya el Pago por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación. A su vez, el Plan Nacional de Restauración del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “garantiza que las comunidades intervenidas participen de los beneficios directos de la restauración ecológica, entendiendo que el empleo local y las oportunidades de negocio a través de la restauración, impactan favorablemente la economías locales” (MADS 2014). Asimismo, abre una posibilidad para generar beneficios económicos a los propietarios de los predios a través de la incorporación de aquellas acciones y proyectos de restauración al portafolio de incentivos y exención de impuestos por incremento del patrimonio natural.

En el año 2021 se dio inicio a la estrategia de siembra de 180 millones de árboles, como una forma de contribuir a la meta de restauración de 301.900 ha que hacen falta para completar el millón de hectáreas comprometidas y principalmente como aporte a la iniciativa global ‘*Champions for 1 Trillion Trees*’ comprometida por el gobierno en la mesa de Davos de 2019. Para orientar el ejercicio



de la restauración que subyace a la siembra de árboles, el Instituto Humboldt brindó insumos para poder responder preguntas cómo: (i) dónde restaurar, (ii) por qué restaurar y (iii) cómo restaurar.

En el caso de la pregunta de dónde restaurar, el Instituto Humboldt ha adelantado investigación en diversas escalas del territorio con el fin de ubicar los esfuerzos de restauración de los ecosistemas. Uno de los resultados es el Mapa Nacional de Prioridades de Restauración (Figura 1). Dicho mapa considera la degradación en aquellas áreas donde se ha transformado y perdido la cobertura natural en cuanto a su integridad, los suelos presentan algún grado de sobreexplotación o erosión y los corredores riparios y cuerpos de agua han perdido su cobertura protectora.



**Figura 1.** Mapa Nacional de Prioridades de Restauración. Fuente: Instituto Humboldt, 2015.

Adicionalmente a ese ejercicio nacional, el Instituto ha diseñado diversos insumos de priorización y zonificación del paisaje para la restauración (Corantioquia 2014, Cornare 2017, 2018, región de La Mojana 2017 y 2020, región del Putumayo 2018, Amazonía colombiana 2020), sobre los cuales siempre ha sido imperativo reconocer prioridades de restauración y las estrategias para implementarlas. En este sentido se han generado sistemas de soporte a la toma de decisiones, como

en el caso de Putumayo, realizado para la empresa petrolera Grantierra Energy, o para la empresa Grupo Energía de Bogotá, centradas para en el marco de las compensaciones.

Para este caso de estudio, se propone desarrollar un marco que integre la optimización de planeación espacial e información ecológica y socioeconómica específica de ecosistemas y proyectos en Colombia para identificar y priorizar áreas de restauración en el país con el fin de informar y complementar la toma de decisiones relacionadas con la restauración.

### **Análisis de costo beneficio de la restauración**

El análisis costo beneficio-ACB es una herramienta de evaluación de proyectos para comparar asignaciones alternativas de recursos y descubrir cuál de ellas es preferible a las demás (Londero, 1992). Aunque el fundamento conceptual se considera normalmente financiero, en el ACB subyacen aspectos de la teoría económica del bienestar, y dado que en este tipo de ejercicios además se busca identificar y valorar los costos y beneficios sociales (es decir incluido lo ambiental) es necesario recurrir a otros conceptos económicos como las externalidades.

El ACB permite el cálculo de criterios de decisión financiera como la relación beneficio/costo – RBC y el valor presente neto de la inversión – VPN. La primera expresa cuántas veces los beneficios reponen los costos. Por otra parte, el VPN permite la comparación temporal de los flujos a través de la selección de una tasa de descuento (Castro & Mokate, 2003). Estos criterios permiten elegir entre alternativas.

Sin embargo, este análisis que hasta ahora parece netamente financiero se fundamenta conceptualmente en la teoría económica del bienestar, la cual permitirá, sumado a otros conceptos, abordar el análisis costo beneficio, desde un enfoque más amplio que involucra lo social y ambiental.

Siguiendo a Castro y Mokate (2003) el análisis entre alternativas debería cumplir con el criterio de eficiencia de Kaldor-Hicks, según el cual la maximización de los recursos sociales solo se da si los ganadores entre una serie de alternativas pueden compensar a los perdedores manteniéndose en una situación mejor a la inicial, con lo que alcanzan una situación óptima en el sentido de Pareto, es decir; aquella situación en que no puede mejorar la situación de una persona sin disminuir el bienestar de la otra.

Este análisis resulta en un análisis interpersonal de las variaciones en el bienestar, las cuales se denomina compensadoras, en el sentido que cada variación de los ganadores debería compensar las variaciones de los perdedores. Dichas variaciones agregadas deben además compararse

Entonces, dado que los costos y beneficios que se busca valorar no solo incluyen los privados, es decir los costos y beneficios incluidos en la función de producción de la persona o firma como son los insumos y los productos, sino que también se busca incluir los valores sociales es decir los costos y beneficios que no se encuentran en la función de producción como son la degradación de los recursos o por el contrario, el mejoramiento de los servicios ecosistémicos.

Ahora bien, en la práctica del ACB, también se deben considerar la clasificación de la contabilidad de costos, como una manera de estructurar los flujos. Usualmente los costos se pueden clasificar según su identificación con la actividad, para lo cual se dividen en costos directos e indirectos. Los costos directos son los que se identifican directamente con la actividad, es decir que se incorporan al producto, como es el caso de la mano de obra y los insumos que se utilizan en la fabricación. Por otro lado los costos indirectos son los que no están relacionados directamente con el producto, aunque son parte del proceso, como combustibles, maquinaria, personal administrativo, entre otros.

Por otra parte, se pueden clasificar según su comportamiento, según lo cual se clasifican en costos fijos y costos variables. Los costos fijos son aquellos en los que se incurre independientemente del volumen de producción, como arriendos, etc. Mientras que los costos variables dependen del volumen de producción. Los costos indirectos están relacionados con los fijos y los directos con los variables (Medina-Rojas, 2007).

La búsqueda de información abarcó literatura científica y literatura gris dado que se previó la existencia de información específica relevante en reportes de entidades, documentos de trabajo, así como trabajos académicos, tesis, entre otros.

## 2. Metodología y resultados

Como primera medida se realizó una revisión de información de costos de proyectos de restauración en el país, para lo cual se siguieron lineamientos del protocolo de revisión sistemática *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* como una manera de identificar y seleccionar la información de interés (Perevochtchikova et al., 2019). PRISMA, es una metodología para revisiones de literatura científicas y académicas, así que el protocolo estricto rebasa el alcance de este documento, sin embargo, en términos generales, se basa en la búsqueda en bases de datos científicas, y puede incluir una búsqueda en otras fuentes para así identificar la información de interés. Luego se hace una etapa de revisión rápida (*screening*) para remover duplicados entre fuentes de información y para remover por no coincidencia con la temática buscada, para hacer un filtro de elegibilidad que consiste en seleccionar la información identificada a la que efectivamente se tiene acceso, y finalmente, la inclusión cualitativa o cuantitativa de la información.

Así entonces, se consultaron las bases académicas de *Scopus* y *Scielo*. La primera como repositorio internacional multidisciplinar y la segunda debido a su mayor enfoque en Latinoamérica y lenguaje castellano. Así mismo, se llevó a cabo una búsqueda en Google para hacer un barrido de literatura gris. Posteriormente se realizó el *screening*, luego se accedió a la información disponible y se incluyó la información cuantitativa sobre análisis costo beneficio de sistemas productivos.

La búsqueda se condujo primero para sistemas de reconversión. La idea principal tras este paso es que el objetivo de análisis es la comparación de los costos y beneficios entre sistemas de reconversión productiva (más relacionados con la rehabilitación como enfoque de la restauración ecológica) y sistemas convencionales, por lo tanto, se debía contrastar partiendo de los sistemas de reconversión que se encontraran analizados desde el costo beneficio, para así luego enfocarse en los sistemas convencionales que estuvieran relacionados con estos sistemas de reconversión encontrados.

La sintaxis de búsqueda luego de algunos ajustes fue la siguiente: TITLE ("agroforestry" OR "agroforest" OR "silvopastoril" OR "silvopastoral" OR "silvo-pastoral" OR "agroecosystem" OR "cost" OR "benefit" OR "restoration") AND TITLE-ABS-KEY ("agroforestry" OR "silvopastoril" OR "agroecosystem" OR "cost" OR "benefit" OR "economic" OR "profit" OR "restoration" OR "effectiveness") AND TITLE-ABS ("agroforestry" OR "silvopastoril" OR "agroecosystem" OR "cost" OR "benefit" OR "economic" OR "profit" OR "effectiveness" AND "Colombia").

La búsqueda se restringió a Colombia en el periodo entre el año 2012 y el 2021. Para Scielo se utilizó una sintaxis similar en lenguaje castellano.

Los resultados de la búsqueda en bases de datos indicaron una escasa producción de información sobre análisis económicos de este tipo de sistemas (Scopus: 82 resultados, ninguno incluido. Scielo: 2



resultados sin inclusión) Ver Anexo 1. De este modo la información incluida corresponde a reportes, documentos de trabajo, así como información suministrada por expertos.

La selección de información consideró en primera instancia, la existencia de análisis de costos y de beneficios, en caso de no encontrarse el análisis de beneficio, se privilegió la información de costos de establecimiento y la descripción del sistema con el ánimo de estimar los beneficios si se requiere. Se consideraron en su mayoría información que mostrarán algún tipo de estructura de costos, por actividades, por directos, indirectos, etc.

Para el caso de sistemas de reconversión se recopiló y mantuvo cerca de 30 casos de sistemas productivos, sin embargo en la Tabla 1, sólo se incluyen 19 sistemas con información estructurada de costos.

Se muestra el tipo de sistema, el tipo de bosque o ecosistema al que se puede asociar el sistema; esta información es importante puesto que también permite tener datos de referencia del ecosistema natural en el que se desarrolla (o transforma) el sistema. La columna de subtipo describe de manera general los componentes, la fuente o entidad indica la fuente de información, los costos se muestran en precios corrientes y se señala el año de los valores. Las observaciones muestran datos elementos de relevancia.

Tabla 1. Sistematización de información sobre costos de sistemas de reconversión productiva

Tipo	Tipo de bosque/ Ecosistema	Subtipo	Fuente/ Entidad	Costos Estableci miento	Valor es año	Observaciones
Agroforestales	Húmedo tropical	Abarco, roble, cedro macho y copoazú	Sinchi	6,029,500	2017	Agroforestal 380 individuos, Costo-beneficio 1.62, VPN 8.5 mill 20 años
Agroforestales	Húmedo tropical	Abarco, amarillo, roble y copoazú	Sinchi	6,029,500	2017	Agroforestal 380 individuos, Costo-beneficio 1.7, VPN 9.9 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, cachicamo, algarrobo y cuyubí	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 3.7, VPN 11.3 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, cachicamo, milpo y algarrobo.	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 3.8, VPN 13.3 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, milpo, algarrobo y cuyubi	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 3.5, VPN 9.8 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, achapo,	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 4.3, VPN 22 mill 20 años

		amarillo y cachicamo				
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, milpo, cachicamo y cuyubi	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 3.7, VPN 11.3 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, achapo, milpo y cachicamo	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 4.6, VPN 20.5 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, achapo, amarillo y cuyubí	Sinchi	5,169,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 4.1, VPN 18.5 mill 20 años
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	Abarco, achapo, brasil y cuyubí	Sinchi	6,294,500	2017	Enriquecimiento 260 individuos, Costo-beneficio 3.9, VPN 14.5 mill 20 años
Agroforestales	Húmedo tropical	Caucho, platano, maderables (abarco, achapo, macano, ahumado, laurel)	Sinchi	6,294,500	2017	Agroforestal 105 maderables, 252 copoazu, Costo-beneficio 1.25, VPN 2.48 -8 mill 20 años.
Agroforestales	Húmedo tropical/montano bajo	Cacao, platano, maderables (abarco, achapo, macano, roble, cedro macho)	Sinchi	6,797,000	2017	Agroforestal 102 maderables, 555 cacao, Costo-beneficio 1.5, VPN 1.6 - 3 mill 20 años.
Agroforestal/ R_ecológica	Húmedo tropical	abarco, achapo, macano, roble, cedro macho	Sinchi	7,730,000	2017	Enriquecimiento 250 individuos, Costo-beneficio 2.7, VPN 2.5-6.2 mill 20 años
Agroforestales	Húmedo tropical	Copoazu, platano, maderables (abarco, achapo, macano, ahumado, laurel)	Sinchi	6,797,000	2017	Agroforestal 160 maderables, 220 copoazu, Costo-beneficio 1.3, VPN 5.5 -10 mill 20 años.

Agroforestales	Húmedo tropical/montano bajo	Caucho, cacao, platano	Sinchi	9,640,000	2017	Agroforestal cacao 734, platano 650, 220 copoazu, Costo-beneficio 1.23, VPN 4.2 -9 mill 20 años.
Agroforestal/R_ecológica	Húmedo tropical	Achapo, cabo de hacha, brasil, balsamo	Sinchi	4,847,500	2017	Enriquecimiento 130 individuos, Costo-beneficio 2.9, VPN 2.8 mill 20 años
Silvopastoril	Humedales/Bosque seco?	Agrosilvopastoriles forrajero, densada forestal de 300	PNUD Mojana	4,172,300	2016	Estructura de costos por insumos, manos de obra.
Silvopastoril	Altoandino	Forestal 300 mixto comercial y no comercial	Humboldt	10,077,500	2021	Estructura de costos por insumos, manos de obra.
Silvopastoril	Húmedo tropical	Forestal 300 mixto comercial y no comercial	AbE Magdalena Humboldt	9,011,500	2021	Estructura de costos por insumos, manos de obra.

A partir de la información sobre sistemas de reconversión, se recopiló información sobre costos para los sistemas convencionales relacionados con estos. Igualmente se privilegió información con alguna estructura sea por costos directos, indirectos, actividades, mano de obra, insumos, etc. La Tabla 2 muestra la información recopilada sobre estos sistemas de producción convencional. Los campos son los mismos descritos para la tabla 1.

La sistematización consolida 22 casos de distintos sistemas que incluyen principalmente café, cacao, ganadería, pero incorpora caucho, papa, plátano y mosaicos de cultivos relacionados con producción campesina.

Tabla 2. Sistematización de información sobre costos de sistemas convencionales relacionados con los sistemas de reconversión encontrados.

Tipo	Tipo de bosque/Ecosistema	Subtipo	Fuente/Entidad	Establecimiento	Valores año	Observaciones
Café	Subandino/altoandino	Monocultivo	Cenicafe - Agroforestería y sistemas agroforestales con café 2014	6,000,000	2012	Densidad 5000 plantas /ha producción de 2500 kg pergamino seco no se incorporan costos de forestal
Café	Subandino/altoandino	Cultivo con incorporación de forestales en baja densidad	Cenicafe - Agroforestería y sistemas agroforestales con café 2014	4,909,091	2012	Densidad 4500 plantas /ha producción de 2063 kg pergamino seco no se incorporan costos de forestal

Café	Subandino/ altoandino	Cultivo con incorporación de forestales en alta densidad	Cenicafe - Agroforestería y sistemas agroforestales con café 2014	2,727,273	2012	Densidad 2500 plantas /ha producción de 663 kg pergamino seco no se incorporan costos de forestal
Plátano	Subandino/ Húmedo tropical/montano bajo	Monocultivo semi intensivo consumo nacional	Fedesarrollo	3,797,488	2012	Semi intensivo consumo nacional
Cacao	Húmedo tropical/montano bajo	Intensivo	Fedesarrollo	2,200,000	2012	Intensivo para casos Santander, Huila y Tolima, valores similares, se tomó el promedio. Presenta Estructura de costos
Papa	Altoandino	Monocultivo	Fedesarrollo	5,486,638	2012	Intensivo para casos Cundinamarca y Nariño, valores similares, se tomó el promedio. Presenta Estructura de costos
Café	Subandino/ altoandino	Monocultivo	Fedesarrollo	14,140,392	2012	Cultivo intensivo Federación Zona Centro Risaralda, Caldas, Antioquia. Presenta Estructura de costos
Café	Subandino/ altoandino	Monocultivo	Fedesarrollo	11,695,667	2012	Cultivo intensivo Federación Zona Sur Nariño, Huila, Cauca. Presenta Estructura de costos
Cacao	Húmedo tropical/montano bajo	Intensivo	MADR	6,829,041	2018	Estructura por actividad no por rubros mano de obra, etc
Café	Subandino/ altoandino	Monocultivo	MADR	9,107,808	2018	Estructura por actividad no por rubros mano de obra, etc
Caña panelera	Subandino	Monocultivo	MADR	6,010,492	2018	Estructura por actividad no por rubros mano de obra, etc
Cauch o	Húmedo tropical/montano bajo	Monocultivo	MADR	8,753,228	2018	Estructura por actividad no por rubros mano de obra, etc
Plátano	Subandino/ Húmedo tropical/montano bajo	Monocultivo	MADR	3,374,572	2018	Estructura por actividad no por rubros mano de obra, etc
Ganadería	Subandino/ seco	Extensivo cria	Fedesarrollo	461,059	2012	Valor anual por animal
Ganadería	Altoandino/ páramo	Extensivo leche	Fedesarrollo	519	2012	Valor anual por litro Antioquia
Ganadería	Altoandino/ páramo	Extensivo leche	Fedesarrollo	966	2012	Valor anual por litro Cundinamarca y Boyacá
Ganadería	Altoandino/ páramo	Extensivo leche	Fedesarrollo	1,004	2012	Valor anual por litro Nariño

Café	Subandino/ altoandino	Monocultivo	ROAM Antioquia	12,000,000	2018	Café sin sombra
Mosaico cultivos	Subandino	tradicional de Café-caña-ganadería (con área de bosque)	ROAM Antioquia	1,055,536	2018	Sistemas de producción campesina con área de bosque
Mosaico cultivos	Subandino	tradicional de Café-caña-ganadería (sin área de bosque)	ROAM Antioquia	2,125,633	2018	Sistemas de producción campesina sin área de bosque
Mono cultivo	Subandino	tradicional de café (con área de bosque)	ROAM Antioquia	4,800,000	2018	Sistemas de producción campesina con área de bosque
Ganadería	Subandino	tradicional ganadería (sin área de bosque)	ROAM Antioquia	72,800	2018	Sistemas de producción campesina sin área de bosque

## 2.1. Cadena de valor de la producción de material vegetal

La producción de material vegetal para la restauración aún resulta una actividad incipiente, si bien existen grandes viveros comerciales y otros solventados por empresas que requieren restauración como parte de sus obligaciones de ley y de responsabilidad social empresarial, también existe un emergente grupo de pequeños viveros comerciales, así como viveros comunitarios y familiares que se han vinculado a proyectos específicos de restauración o que sus integrantes han encontrado en la restauración un nicho de generación de ingresos.

Los dos casos que se recogen en este informe fueron documentados por el Instituto Humboldt con respecto a la Fundación Miramar y su experiencia de viverismo para restauración de bosque seco en el Municipio de Dibulla en la Guajira (Santamaría, 2021), mientras que la experiencia del corredor de páramos de Cundinamarca, y específicamente la empresa Bosques y Semillas sobre viverismo para ecosistemas de alta montaña fue documentada por la propia empresa (Cubidez-Ariza, 2021) en el marco de la iniciativa nacional de sembrar 180 millones de árboles “sembrar nos une” desarrollada por el Instituto Alexander von Humboldt durante el año 2021.

Las dos experiencias de cadena de valor fueron abordadas desde los enfoques del entorno de mercado y también desde el enfoque del interior de la empresa. El primero se concentra en los eslabones que conforman la cadena en la que están inmersos los viveros como productores de material vegetal, mientras que la visión del interior de la empresa se centra en las áreas estratégicas de la empresa u organización.

### Enfoque de cadena productiva

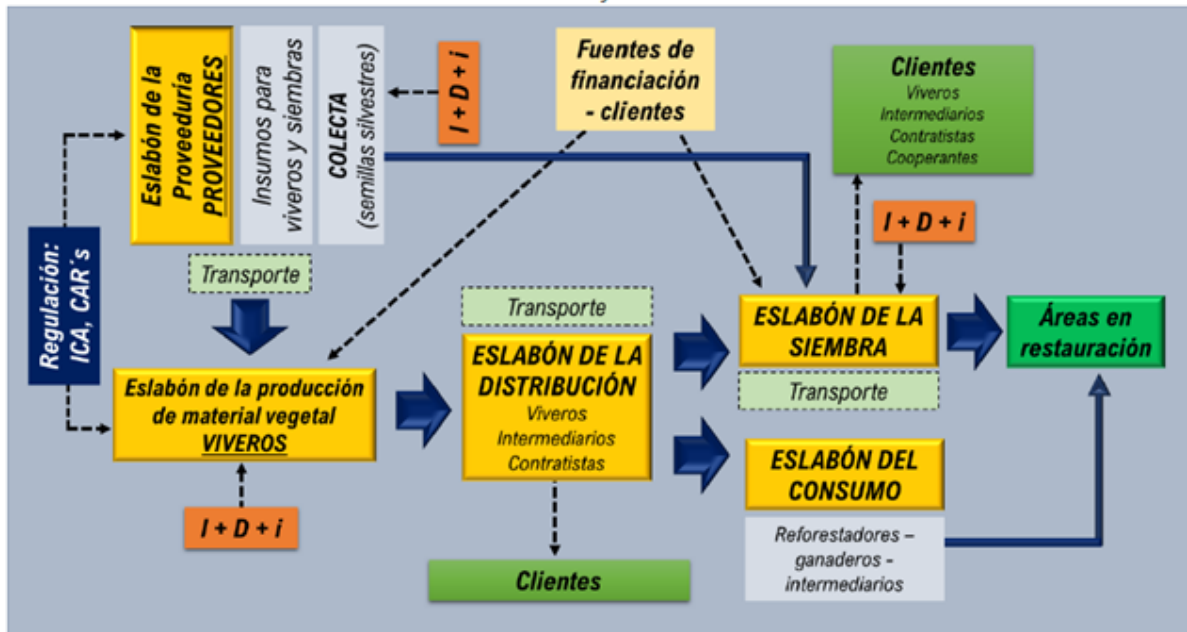


Figura 1. Mapa de cadena productiva Fundación Miramar (Santamaría, 2021)

Esta cadena cuenta con cinco eslabones, partiendo del eslabón de proveedores de insumos y semillas tanto para el segundo eslabón que son los viveros, como para el eslabón de actividades de siembra. Se diferencia también, un tercer eslabón de actividades de distribución en el que pueden actuar directamente los viveros que producen el material para proveer los eslabones de siembra o consumo, pero también puede ser un eslabón en el que medien otros actores como otros viveros intermediarios entre otros viveros y los eslabones de siembra y consumo, estos dos últimos eslabones se refieren a la actividad de siembra cuando esta es desarrollada por el vivero mismo dentro de los acuerdos (contratos) para el proyecto de restauración o en su lugar un eslabón de consumo donde el vivero vende a un consumidor final la planta y ahí concluye la responsabilidad del vivero (Santamaría, 2021).

El mapa también recoge el rol de la regulación de CARs e ICA, así como, los financiadores (que pueden soportar el acceso a capital p.e. crédito y capital semilla) y el transporte como un elemento transversal que tiene un alto impacto en el desenvolvimiento del negocio, según cuál eslabón debe asumir este rubro.



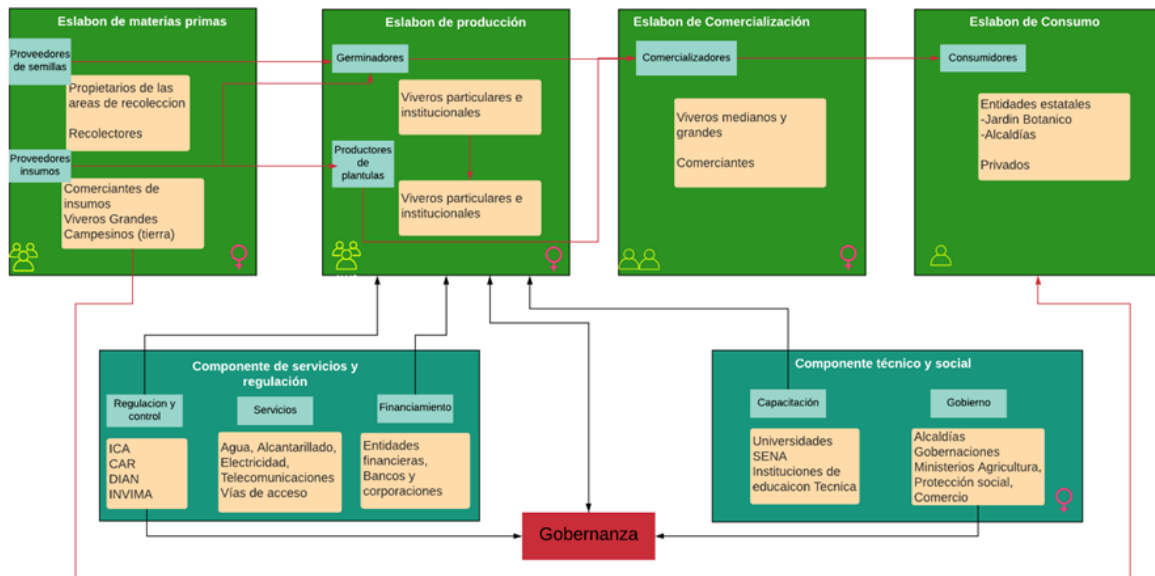


Figura 2. Mapa de cadena productiva Corredor de páramos de Cundinamarca (Cubidez-Ariza, 2021)

El mapa de cadena para el corredor de páramos resulta similar en la estructura a la cadena en Dibulla, presentando un eslabón materias primas en el que se encuentra la proveeduría de semillas y otros insumos, resaltándose como actores los propietarios de terrenos de recolección de semillas. También está el eslabón de producción donde la actividad se concentra en los viveros para los cuales se diferencian los viveros privados (particulares) y los institucionales. También se muestra el eslabón de comercialización como un eslabón donde pueden actuar otros viveros como intermediarios ante el proyecto. Finalmente, el eslabón de consumo donde están los proyectos institucionales o particulares a los que se vende, aunque en menor proporción. En el mapa, también se observa como la cadena está inmersa en un contexto regulatorio, de financiamiento, capacitación y de gobierno, que tienen injerencia en la cadena (Cubidez-Ariza, 2021).

El mapeo realizado en este caso también resalta cómo se da la distribución de agentes (firmas, viveros, individuos), a lo largo de la cadena, indicando que en los eslabones de materias primas y producción, mientras que en los eslabones de comercialización participan menos agentes. De igual manera resalta la participación por género en los eslabones, mostrando la participación femenina preponderante en la producción de material vegetal (aprox. 80%), en la actividad viverista, igualmente, aunque un menos (50%) es su participación en el eslabón de materia primas, especialmente en la recolección de semillas.

### Enfoque de empresa

Este enfoque planteado por Porter se centra en las actividades estratégicas de la firma para cumplir con el objetivo de generar valor (utilidad) para la propia firma.

Para el caso de Fundación Miramar, el análisis identificó para las actividades de producción algunos factores que puede favorecer el desempeño de la empresa como acceso al agua, tamaños de bolsa más manejables, sin embargo temas como la carencia de registro ante el ICA o manejo eficiente del agua son aspectos por mejorar con miras a mejorar la producción.

Los costos de insumos y transporte son retos en las actividades logísticas, mientras que limitaciones en la capacidad del grupo para gestionar contratos constituyen aspectos por mejorar en el área de marketing y ventas, no obstante allí surgen propuestas como la diversificación de productos o la

visibilización en redes sociales. Las actividades relacionadas con contabilidad y finanzas así como costeo y presupuestos también figuran como aspectos susceptibles de mejora.

Del análisis DOFA, además se desprendieron fortalezas especialmente relacionadas con la vinculación de la Fundación con la reserva Miramar, lo que facilita el acceso y recolección de semillas, el conocimiento en temas de viverismo, ecología y biología de la flora de la región, también se resaltó el hecho que el Bosque seco es un ecosistema prioritario para la restauración. Como debilidades se incluyeron algunas ya mencionadas relacionadas con las escasas competencias en temas contables, costeo, presupuestos, carencia de plan de negocio, así como estandarización de procesos. Como amenazas fueron identificadas la presión a la baja en los precios por viveros más grandes que ofrecen a menos precio, la intermediación existente por parte de actores con experiencia en contratación para participar en proyectos de restauración con actores institucionales, así como el cambio climático. No obstante, también como oportunidades se presentaron la red de aliados y la posibilidad de diversificación de actividades y de acceso a recursos, por ejemplo de cooperación (Santamaría, 2021).

El análisis también delinea estrategias para aprovechar o superar los aspectos DOFA, como son la generación de un portafolio de proyectos para presentar a financiadores (cooperación y conservación), aprovechar el conocimiento para generar innovación y diversificación hacia productos comercializables como modelos agroforestales o silvopastoriles o adaptación al cambio climático. Capacitarse en aspectos de contabilidad, proyectos, marketing, entre otros aspectos de la gestión empresarial (Santamaría, 2021).

Para el caso del corredor de páramos, se observa la segmentación de grandes, medianos y pequeños viveros, de carácter familiar o comunitario. Los primeros son viveros comerciales con estructuras empresariales bien definidas lo que les permite abarcar la cadena desde la recolección o producción de semillas hasta el proceso de siembra. Por otra parte, el grado de integración de los pequeños viveros comerciales y los comunitarios/familiares es bajo, lo que los hace muy dependientes desde aspectos como la recolección de semillas, y encarece aspectos como la compra de insumos incluida la tierra. Si bien los viveros comunitarios/familiares no tienen las actividades definidas como contabilidad, marketing, ventas, costeos, o gestión de proyectos, los viveros comerciales medianos o grandes, si tienen sus actividades estructuradas, obviamente, los medianos cuentan con unas líneas estratégicas básicas, como contabilidad, mientras que los grandes cuentan con áreas de ventas, administración, contabilidad, incluso áreas de innovación.

## **2.2. Costos producción de material vegetal**

material vegetal. En el caso de la Fundación Miramar, Santamaría (2021) mostró la dificultad que enfrentan los viveros pequeños para solventar los costos fijos de su actividad, para esto presentó seis escenarios de costos unitarios. El primero de ellos con una producción exclusiva de 10.000 plántulas de seis especies distintas, un segundo escenario de 10.000 plántulas y 200 Kg de semilla de seis especies. Un tercer escenario con producción de 40.000 plántulas y 400 Kg de semillas y un cuarto escenario de producción de 60.000 plántulas y 200 Kg de semillas. Para todos los escenarios el precio de venta de las plántulas fue de 1.500 mientras el kg de semilla se estableció entre 20.000 y 60.000 siendo 30.000 el que se estableció para más especies.

Para estos escenarios solo el tercer y cuarto alcanzaron a cubrir los costos de producción, y los resultados presentados de costo-beneficio mostraron indicadores de valor presente neto-VPN positivas, tasa interna de retorno-TIR de 30.4% y 52.5% respectivamente así como y relación costo-beneficio-RCB de 1.38 y 1.93. Esto sugiere que sólo a partir de la producción balanceada entre plántulas y semillas por encima de las 40.000 plántulas se logran cubrir los costos fijos, aunque una

mayor especialización en la producción de plántulas por encima de las 60.000 puede presentar mejores indicadores de rentabilidad.

En el caso de Bosques y Semillas (Cubidez-Ariza, 2021), se tiene una mayor carga de costos fijos que incluyen el arriendo del terreno, viverista, así como una estructura básica de administración, contabilidad y mantenimiento del vivero. El costeo se llevó a cabo para la producción de plántulas para cinco especies, una de rápido crecimiento (1 año), tres de mediano crecimiento (18 meses) y una de lento crecimiento (2 años) para alcanzar una medida de 40 cm, aquí el precio base de venta fue de 3.000 pesos, y se evaluó una capacidad de producción de 15.000 plántulas. Con estas cifras de base no se alcanza la utilidad por costos unitarios para tres de las cinco especies. De esta manera, se exploraron escenarios de mayor precio donde un incremento de 200 pesos en las plantas de crecimiento medio, se alcanza utilidad por unidad, aunque ni siquiera con un incremento de 500 pesos en la especie de rápido crecimiento se logra la utilidad respecto a los costos unitarios.

A partir de estas estructuras de costos unitarios Cubidez-Ariza (2021) proyectó escenarios de costo-beneficio, manteniendo una producción de 15.000 plántulas, ya que el terreno es una de las limitantes a que se enfrenta la empresa para la expansión de la producción. El primer escenario fue de 15.000 plántulas con precio de venta de 3.000 pesos y altura de 40 cm, la producción se asumió distribuida proporcionalmente entre las cinco especies, es decir 3000 plántulas de cada una. Con estos supuestos, los indicadores financieros no son viables, un VPN negativo, TIR por debajo de la tasa de descuento, y RCB menor a 1.

Un segundo escenario, cambió la distribución de la producción, subiendo la producción de la especie de rápido crecimiento a 4500 plántulas, disminuyendo a 1500 la de lento crecimiento y manteniendo en 3000 las de mediano crecimiento. Esta distribución arrojó unos indicadores de viabilidad. VPN positivo, TIR de 16.3% y una RCB apenas de 1.11.

Un tercer escenario más orientado a la producción de la especie de rápido crecimiento (7500 plántulas), 1500 de la de lento crecimiento y 2000 de las otras tres especies de mediano crecimiento, generó una TIR de 21.8% y una RCB de 1.23.

Un cuarto escenario con distribución proporcional de plántulas por especie (3000 plántulas) pero con precios diferenciados según el tiempo de crecimiento, 3000 pesos para las de rápido crecimiento, 3200 pesos para las mediano y 3500 para la de lento crecimiento. Arroja apenas viabilidad, con un VPN positivo, TIR de 13.59% y RCB de 1.04.

Con estas proyecciones Cubidez-Ariza (2021) señaló que el escenario más rentable reduce la posibilidad de mantener diversidad de especies, mientras que el escenario de precios diferenciados apenas obtiene rentabilidad, pero es un escenario poco probable por la rigidez de precios del mercado.

### **2.3. Oferta y demanda**

La demanda estimada para los dos casos presentados es alta con respecto a la oferta. En el caso de Dibulla las áreas que requieren restauración, enriquecimiento, además del potencial de sistemas silvopastoriles, estimado para densidades entre 300 a 2500 árboles por hectárea, alcanzaría un área de 43 mil hectáreas aproximadamente, lo que se traduce en una necesidad de material vegetal de cerca de 19.5 millones de árboles (Santamaría, 2021).

El caso del corredor de páramos de Cundinamarca, que conforma un área mayor de cerca de 218 mil hectáreas con requerimientos de restauración, distribuidas en 169 mil hectáreas de bosque andino, y 48 mil de páramo. Esto requeriría entre 163 y 261 millones de plantas de las cuales cerca del 78%

(entre 127 y 203 millones) serían árboles y el restante; otra vegetación, por ejemplo de tipo arbustiva del ecosistema de páramo.

En contraposición la oferta para el caso de Dibulla estaría actualmente cercana a las 469 mil plantas, con una posibilidad de expansión hasta 532 mil plantas. De esto, cerca del 64% es provisto por dos viveros grandes de más de 100 mil plántulas de capacidad, uno privado y uno institucional.

En cuanto al corredor de páramos, la oferta estimada estaría alrededor de 10.8 millones de plantas anuales, siendo principalmente provista por dos grandes viveros comerciales que podrían suministrar por encima de los 2 millones de plántulas en dos producciones anuales.

Además de las precisiones presentadas en cada caso presentado por Santamaría (2021) y Cubidez-Ariza (2021) respecto a la Fundación Miramar y su proceso de producción de material vegetal para bosque seco, y el de Bosques y Semillas para ecosistemas altoandinos, aquí se mencionan algunas conclusiones alrededor de los análisis realizados.

Las cadenas no se encuentran tan segmentadas en eslabones intermediarios, situación que si resulta común en el sector agropecuario y que convierten a los intermediarios en actores determinantes para la fijación de precios al productor y al consumidor. Esto puede verse como una oportunidad para que se desarrolle un amplio eslabón de producción conformados por distintos tamaños de viveros que puedan tener un papel relevante en el desarrollo de la cadena, así como una interlocución constante con los principales demandantes como lo es el sector institucional e implementadores de la restauración.

Las estructuras de costos para ambos casos presentan rigideces, en el caso de Fundación Miramar, si bien tienen menos costos fijos, el precio bajo impide solventar la producción sin necesidad de recurrir a la venta hacia semillas. Para el caso de Bosques y Semillas los altos costos fijos impiden que pese a un valor unitario mayor se alcance a cubrir los costos, igualmente la estructura de costo dependiente de la cantidad de tiempo que se deba mantener la plántula para su comercialización hace que la rentabilidad surja en detrimento de la diversidad de especies, más aún cuando son de lento crecimiento y que por tanto impliquen más de 1.5 años para su venta. En cualquier caso, la identificación de cuál rigidez específica enfrenta cada vivero permitirá fijar estrategias para un mejor desempeño.

#### **2.4. Información sobre costos de restauración**

La revisión de fuentes secundarias ha tomado en cuenta literatura académica y literatura gris, relacionada con algunos informes sobre proyectos de consultoría y desarrollo de proyectos que contienen información sobre estructuras de costos. No obstante, la literatura al respecto es escasa y en la mayoría de casos se advierte que las particularidades de una zona pueden modificar estas estructuras, por lo que la recolección primaria de información en las zonas que se definan será la base del análisis.

Se recolectaron datos de experiencias de restauración por tipos de bosques y ecosistemas como humedales y páramo. Las experiencias contemplaron en su totalidad actividades de plantación de árboles en distintas densidades por lo que se pueden considerar restauración activa, así mismo incluían aislamiento y al menos un mantenimiento. Se recolectaron experiencias del Instituto Humboldt diferenciadas según tipo de disturbio ya fuera por especies invasoras, incendios, uso agropecuario o deforestación. Se recopilamos experiencias de Corporaciones Autónomas Regionales (Cornare), con casos que corresponden a valores para proyectos de nucleación y otro de

compensaciones ambientales. Se recopilaron datos de experiencias en humedales como la región de La Mojana, que se refieren al proyecto de restauración desarrollado por varias entidades en la región caribe colombiana. Entre las entidades están el Ministerio de Ambiente, el Instituto Humboldt, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia, Fondo de Adaptación, Universidad de Córdoba y la Corporación Paisajes Rurales, entre otras. Los valores corresponden a distintos tipos de disturbio a restaurar en áreas de bosque seco como son pastos, arbustales y bosques degradados. También se obtuvieron costos para zonas altas y bajas de áreas inundables, así como casos de restauración protectora, que se clasificó como áreas de bosque de galería. Finalmente se recolectaron experiencias de Invemar en restauración de manglares y se refieren a un valor promedio de experiencias de restauración de manglar, así como la experiencia de Invemar. Un mayor detalle está publicado en el artículo Mangrove restoration in Colombia: Trends and lessons learned.

Tabla 1. Resumen de promedio de costos recolectados para una hectárea restaurada. Valores en millones de pesos colombianos.

Tipo de bosque / ecosistema	Experiencias Instituto Humboldt					Experiencias Cornare		Experiencia Mojana						Experiencias Invemar		
	Invasoras	Incendios	Uso agropecuario	Deforestación	General	Proyectos Nucleación	Compensaciones	Pastos	Arbustales	Bosque	Zonas bajas	Zonas secas	Ripario 1 Mag Medio	Ripario 2 Mag Medio	Experiencia Invemar	Promedio
Bosque Subandino (1000-2400 msnm)	7.0	10.0	9.0	4.0	-	7.0	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bosque Altoandino (>2400 msnm)	6.0	7.0	6.5	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bosque húmedo tropical	-	-	-	-	9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bosque seco tropical	-	-	-	-	10.5	-	-	12.7	6.5	2.0	-	11.7	-	-	-	-
Páramo	9.5	12.5	8.5	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.7	-	-	-	-	-
Manglar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.6	5.4
Bosque Galería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	6.8	-	-

Fuente: Elaboración propia

Para ajustar la media de los costos por tipo de bosques y ecosistema se llevó a cabo simulaciones de montecarlo con bootstrapping para obtener una mayor cantidad de pseudomuestras de costos por hectárea.

Para esto, inicialmente se realizaron pruebas de normalidad Shapiro–Wilk para determinar la distribución de los costos por bosque/ecosistema y para la totalidad bosques/ecosistemas. Para bosque húmedo tropical, galería y humedales se asumió la distribución normal puesto que no se contaban con datos suficientes para la prueba de normalidad.

Tabla 2. Prueba de normalidad datos de costos por tipo de bosque/ecosistema.

Bosque/ecosistema	p-value Shapiro-Wilk normality test
-------------------	-------------------------------------

Bosque subandino	0.8985
Bosque altoandino	0.3970
Bosque seco	0.9362
Páramo	0.8414
Todos (incluyendo bosque húmedo tropical, galería y humedales)	0.3603

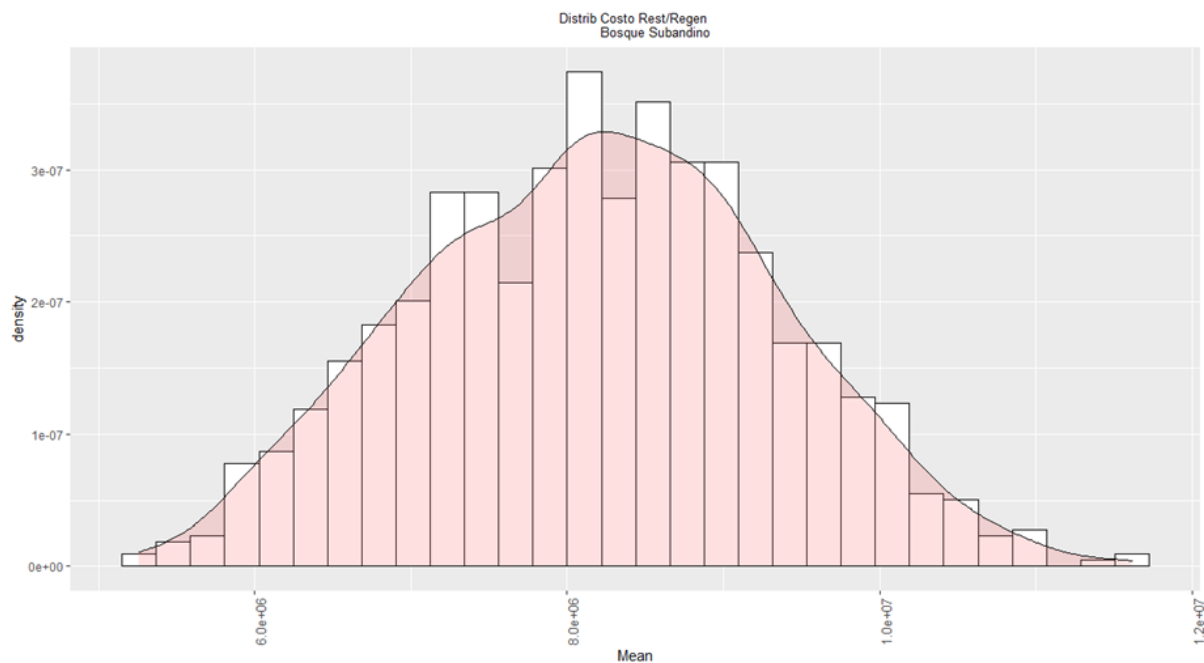
Fuente: *Elaboración propia*

La Tabla 2, muestra p-valores que no rechazan la hipótesis nula de normalidad.

Con base en las pruebas de normalidad, se procedió a realizar las simulaciones con 1000 repeticiones y 10 submuestras, a partir de estas se calculó el promedio y desviación estándar ajustados.

Los resultados para cada tipo de bosque/ecosistema se muestran a continuación en pesos colombianos (COP):

*Bosque subandino:*

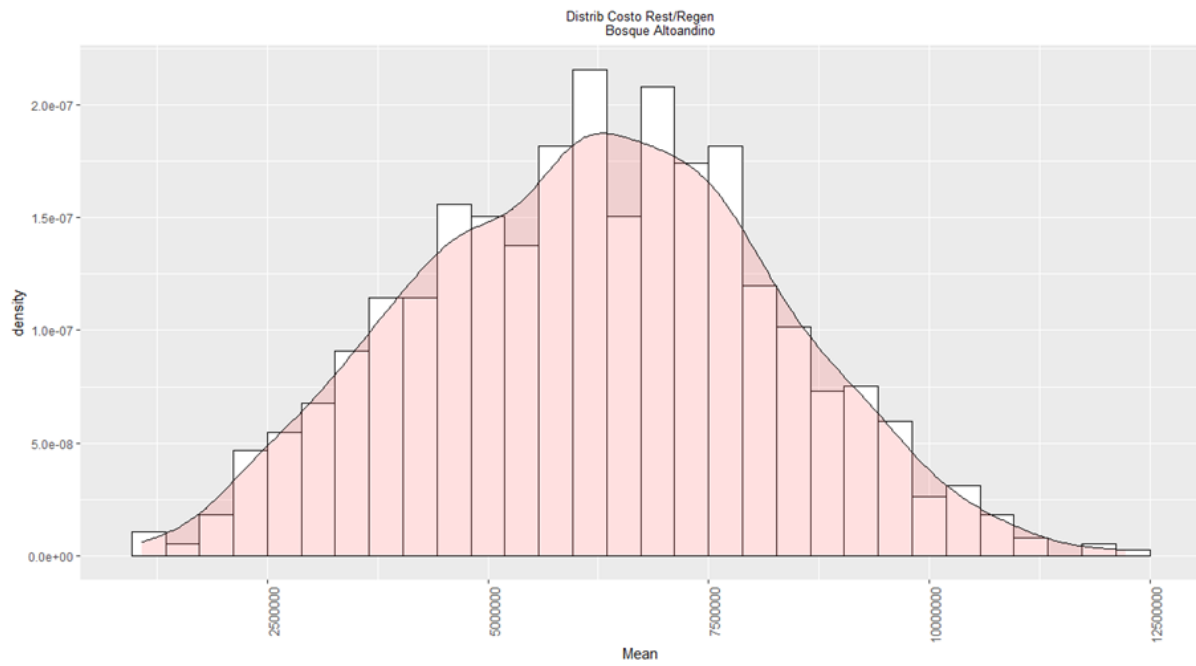


Media= 8183467 COP

Desviación estándar= 1151547 COP

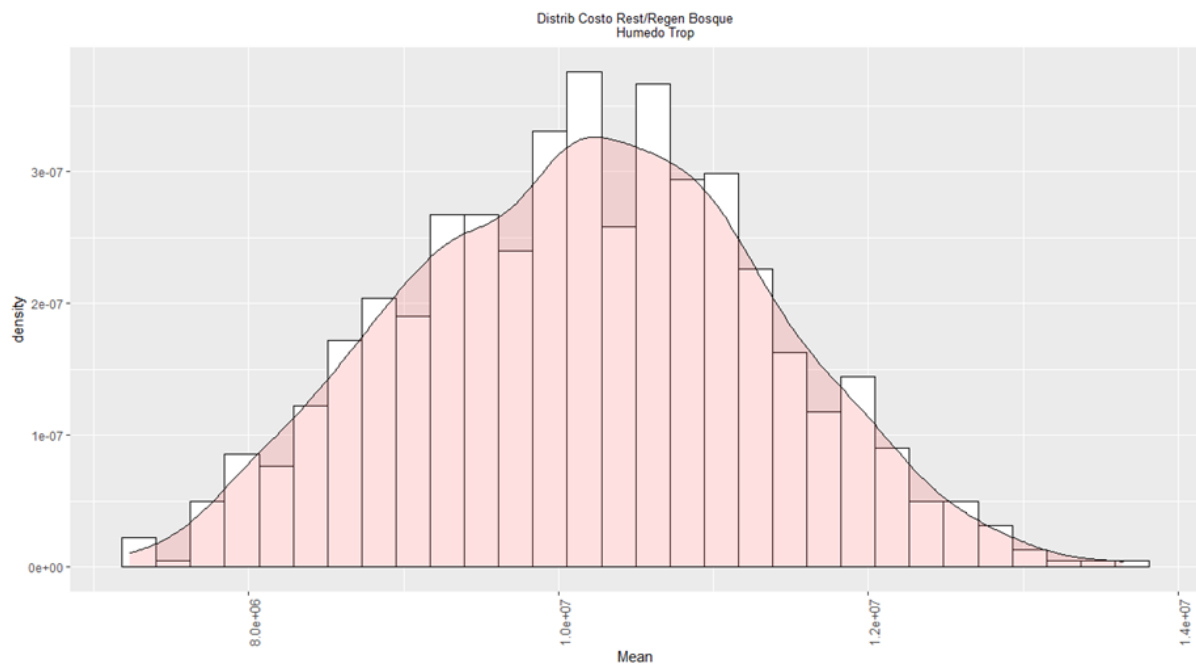
*Bosque altoandino:*





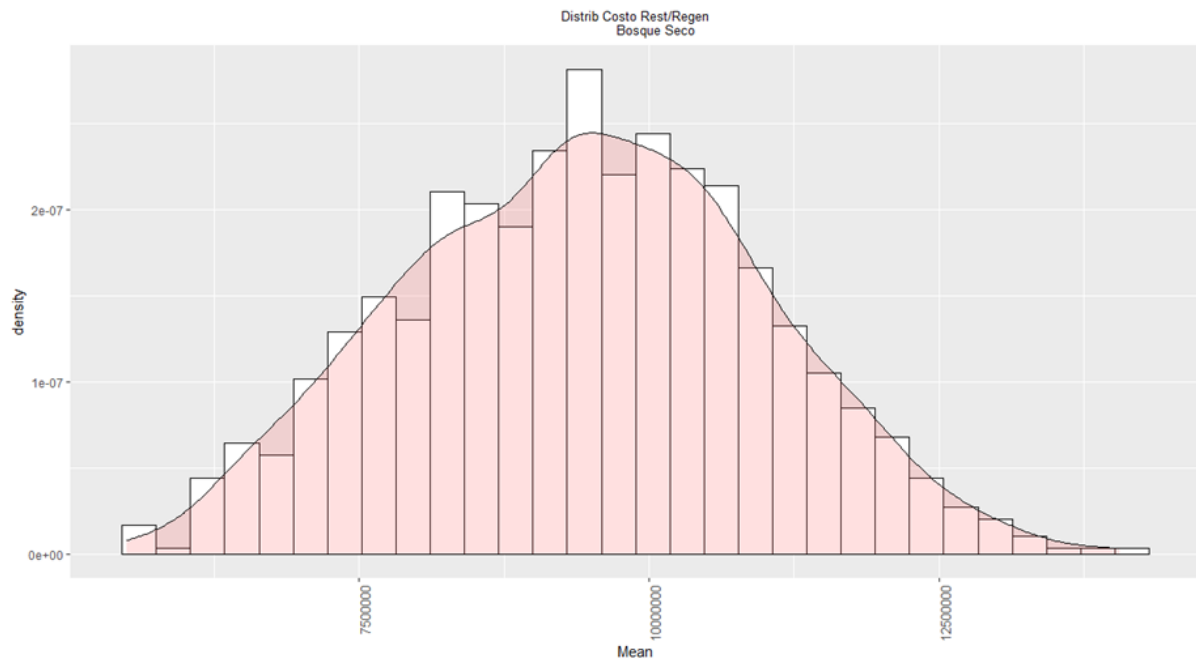
Media= 6209144 COP  
Desviación estándar= 2020450 COP

Bosque húmedo tropical:



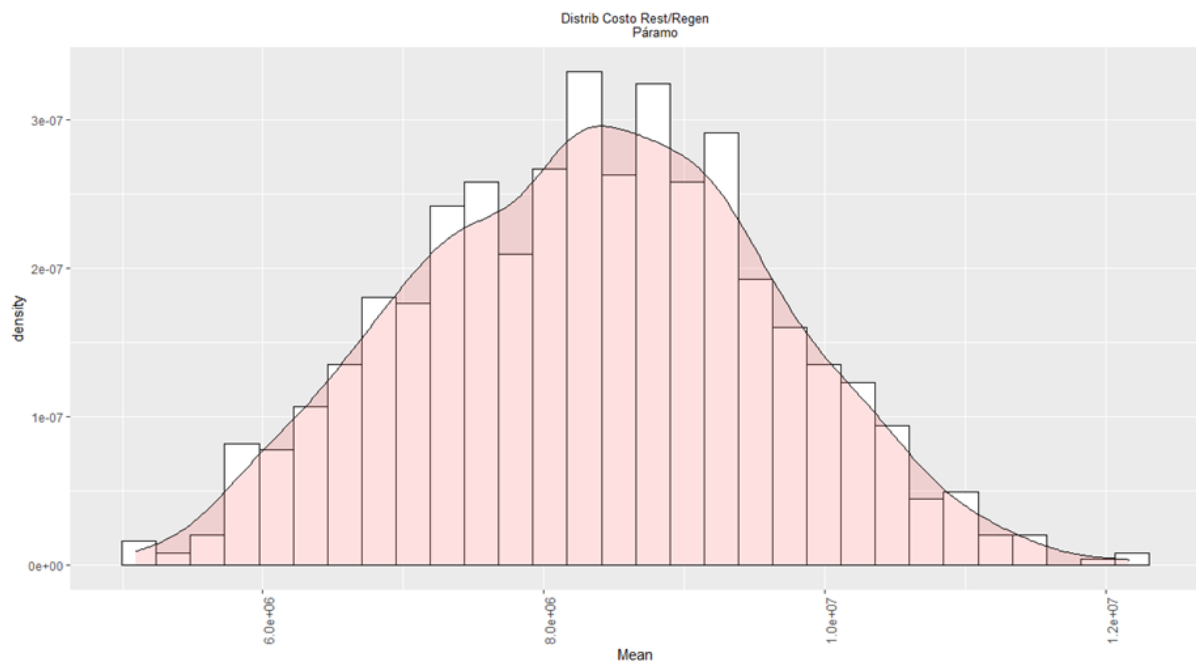
Media= 10183272 COP  
Desviación estándar= 1161172 COP

Bosque seco tropical:



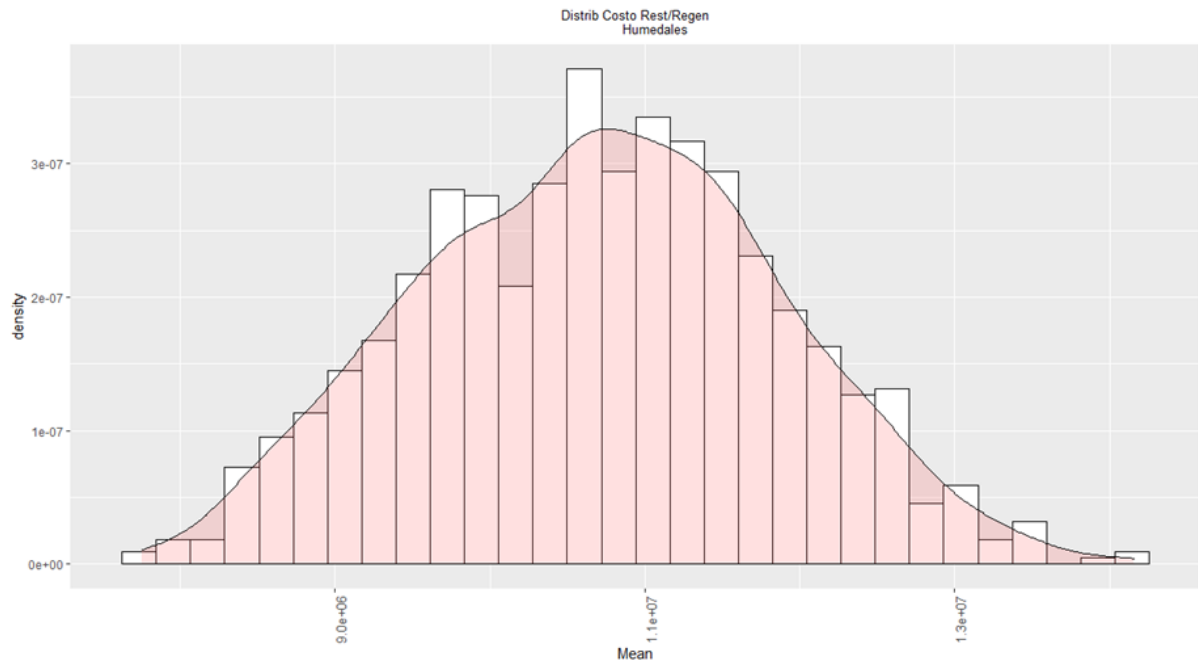
Media= 9437824 COP  
Desviación estándar= 1550226 COP

*Páramo:*



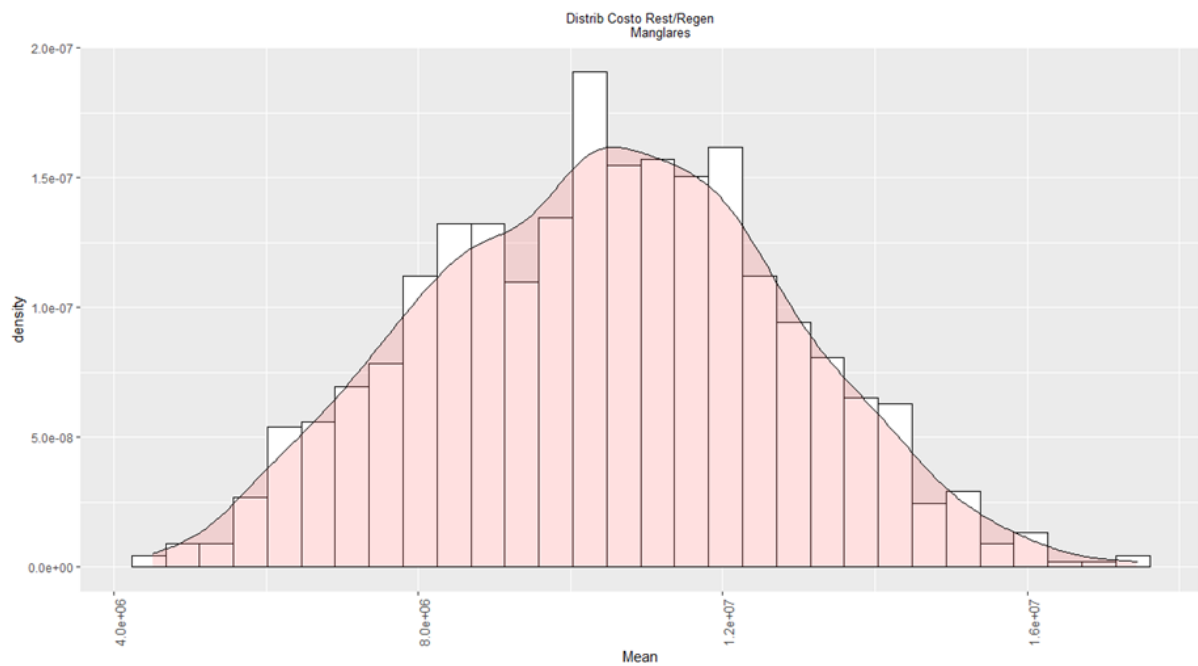
Media= 8349101 COP  
Desviación estándar= 1280762 COP

*Humedales:*



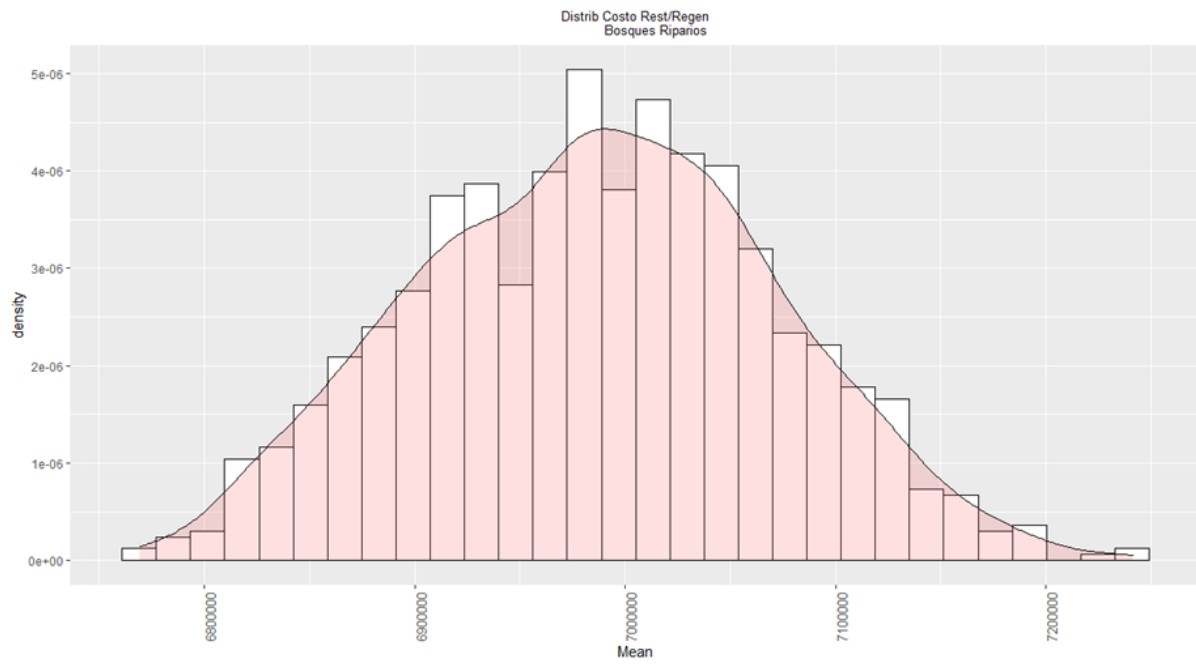
Media= 10698069 COP  
 Desviación estándar= 1161172 COP

Bosque de Manglar:



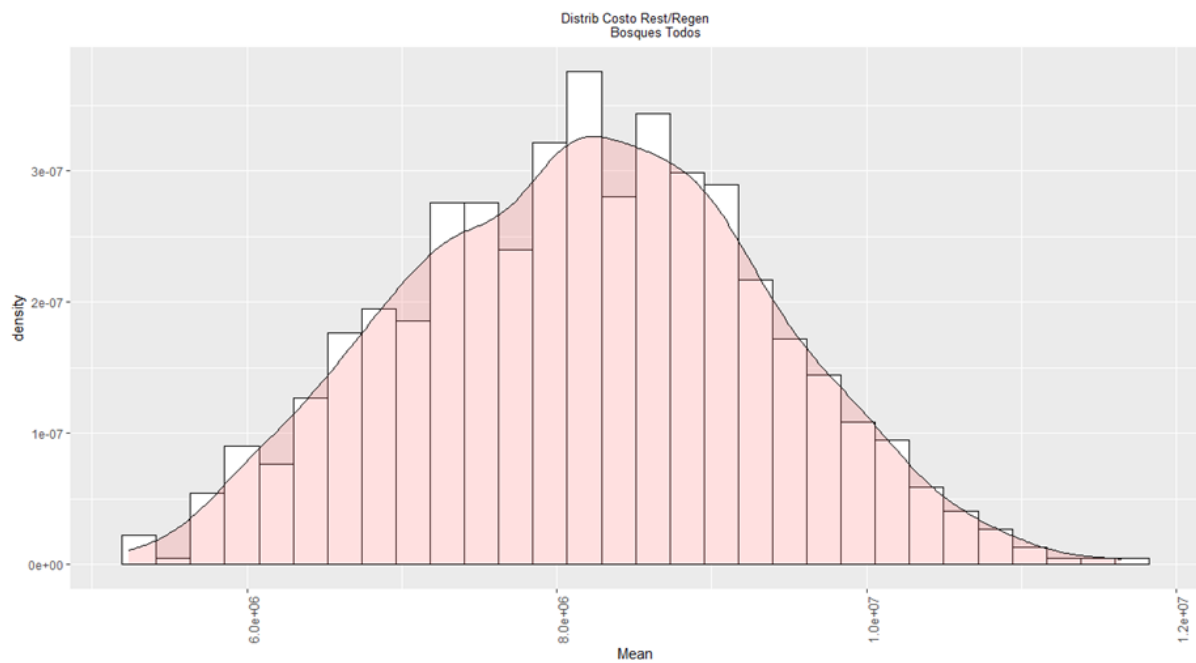
Media= 10456162 COP  
 Desviación estándar= 2341950 COP

Bosque de Ripario/galeria:



Media= 6986271 COP  
Desviación estándar= 85491.83 COP

Todos tipos de bosque/ecosistema:



Media= 8181622 COP  
Desviación estándar= 1161172 COP

Los resultados presentados indican las medias del valor del costo por hectárea de restauración. Las desviaciones estándar están principalmente entre 1 y 2 millones de pesos (COP) lo que permite inferir rangos de costos que son valores positivos.

La Tabla 3 muestra el resumen de resultados del valor promedio de costos por hectárea de restauración contemplando actividades de plantación, aislamiento y al menos un mantenimiento.

Tabla 3. Resumen costos restauración por tipo de bosque/ecosistema.

Tipo de bosque/Ecosistema	Pesos colombianos (COP) por hectárea	Costos USD por hectárea (Dólar tasa de cambio Sep 2021: 3.812 COP/USD)
Bosque Subandino (1000-2400 msnm)	8,183,467	2,146.76
Bosque Altoandino (>2400 msnm)	6,209,144	1,628.84
Bosque humedo tropical	10,183,272	2,671.37
Bosque seco tropical	9,437,824	2,475.82
Páramo	8,349,101	2,190.22
Humedales	10,698,069	2,806.42
Manglar	10,456,162	2,742.96
Bosque Ripario/Galería	6,986,271	1,832.70

Fuente: *Elaboración propia*

El promedio general, incluyendo toda la información recolectada por tipo de bosques y ecosistemas sitúa el valor del costo promedio por hectárea de restauración en COP \$8.181.622, con una desviación estándar de COP \$1.161.172, es decir que el valor del costo por hectárea oscilará entre los 7 millones y los 9.3 millones de pesos.

Ahora bien estos valores, como se indicó previamente correspondieron a datos generales y algunos detallados.

Dentro de los datos detallados se tienen experiencias de en la región andina y caribe. A continuación se describe la estructura de costos derivada de estas implementaciones realizadas en los últimos cinco años. Las cifras son aproximadas puesto que se construyó manteniendo una estructura básica que permitiera observar el costo de siembra, considerado como la sumatoria de los sub-componentes de plantas y mano de obra para la siembra. También se detallaron los componentes conexos a la siembra y que resultan de interés para comprender el comportamiento de los costos de la restauración como son el aislamiento, transporte, mantenimiento y asistencia técnica.

Los valores se presentan para conocer la proporción de cada componente: siembra, aislamiento, transporte, mantenimiento y asistencia técnica, así como la proporción de cada componente respecto a la siembra, puesto que este es el núcleo de la actividad. Esto puede arrojar luces sobre la composición de los costos y que tanto pueden encarecer otros componentes a la actividad esencial de la siembra. Vale la pena resaltar que la siembra y en general los demás componentes presentados son costos variables, es decir dependen de la densidad de árboles por hectárea.

Tabla 2. Caso 1 Bosque Ripario

Caso 1 Bosque Ripario Caribe, Mojana						
Densidad 2500 árboles/ha						
	Rubro		Valor unitario	Valor total	Proporción respecto total	Proporción respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	69.00	Jornales	25,000.00	1,725,000.00		0.41
Plantas	750.00	Plántulas maderables	1,400.00			
	1,750.00	plántulas no comerciales	800.00			
Total plantas	2,500.00			2,450,000.00		0.59
Insumos						
Total siembra				4,175,000.00	0.58	1.00
Aislamiento						
Mano de obra	17.00	Jornales	25,000.00	425,000.00		



Insumos	4.00	Rollos de alambre de 400 mts 16.5"	100,000.00	400,000.00		
	100.00	postes 2 mts	6,000.00	600,000.00		
		Otros (grapas, pie de amigo, inmunizante aceite quemado)		200,000.00		
Total Aislamiento				1,625,000.00	0.23	0.39
Mantenimiento	55.00	Jornales año 1	25,000.00	1,375,000.00		
Total Mantenimiento				1,375,000.00	0.19	0.33
Transporte menor						
Transporte mayor						
Total transporte						
Asistencia técnica/profesional						
Total hectárea restaurada				7,175,000.00	1.00	1.72

Fuente: Elaboración propia basada en información suministrada por experto

En la Tabla 2, se presenta un caso de restauración en bosque ripario, donde la siembra en sus componentes de plantas y siembra significó el 58% del total, así mismo otros componentes como aislamiento y mantenimiento, pueden significar hasta un 72% de costo por encima de los valores de siembra, agregando el aislamiento un 39% más respecto al siembra y el mantenimiento un 33% más.

Tabla 3. Caso 2 Bosque Ripario

Caso 2 Bosque Ripario Caribe, Mojana						
Densidad 2500 árboles/ha						
		Rubros	Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	48.00	Jornales	25,000.00	1,200,000.00		0.34
Plantas	2,500.00	plántulas maderables	950.00			
Total plantas				2,375,000.00		0.66
Insumos						
Total siembra				3,575,000.00	0.53	1.00
Aislamiento						
Mano de obra	14.00	Jornales	25,000.00	350,000.00		
Insumos	6.00	rollos de alambre de 400 mts 16.5"	100,000.00	600,000.00		
	200.00	postes 2 mts	6,000.00	1,200,000.00		
		Otros (grapas, pie de amigo, inmunizante aceite quemado)		76,000.00		
Total Aislamiento				2,226,000.00	0.33	0.62

Mantenimiento	40.00	Jornales año 1	25,000.00	1,000,000.00		
Total Mantenimiento				1,000,000.00	0.15	0.28
Transporte menor						
Transporte mayor						
Total transporte						
Asistencia técnica/profesional						
Total hectárea restaurada				6,801,000.00	1.00	1.90

Fuente: Elaboración propia basada en información suministrada por experto

Este caso muestra un peso relativo similar de la siembra en el total de la implementación, aunque el asilamiento está representando de 62% por encima de la siembra (Tabla 3).

Tabla 4. Caso 3 Bosque seco

Caso 3 Bosque seco Caribe						
Densidad 1100 árboles/ha - 650 herbáceo						
	Rubros		Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	46.00	Jornales	25,000.00	1,150,000.00		0.21
Plantas	1,140.00	arboles	3,000.00	3,420,000.00		

	780.00	herbaceo	1,000.00	780,000.00		
Total plantas				4,200,000.00		0.79
Insumos						
Total siembra				5,350,000.00	0.59	1.00
Aislamiento						
Mano de obra						
Insumos						
Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento	19.00		25,000.00	475,000.00		
Total Mantenimiento				475,000.00	0.05	0.09
Transporte menor				350,000.00		
Transporte mayor				1,450,000.00		
Total transporte				1,800,000.00	0.20	0.34

Asistencia técnica/profesional	0.20		5,700,000.00	1,425,000.00	0.16	0.27
Total hectárea restaurada				9,050,000.00	1.00	1.69

Fuente: Elaboración propia basada en información suministrada por experto

La Tabla 4, muestra un menor costo por encima de la siembra, debido a la ausencia de aislamiento, igualmente, la proporción de la siembra respecto al total es similar a los casos anteriores con un 59%.

Tabla 5. Caso 4 Bosque andino

	Caso1 bosques andinos					
	Densidad 1100 árboles/ha					
	Rubros		Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	42.00	Jornales	38,000.00	1,596,000.00		0.17
Plantas	1,210.00	arboles	4,950.00	5,989,500.00		
Total plantas				5,989,500.00		0.63
Insumos		Otros insumos micorizas, hidroretenedor, abono, etc)		1,995,000.00		0.21
Total siembra				9,580,500.00	0.67	1.00
Aislamiento						

Mano de obra						
Insumos						
Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento				1,632,315.00		
Total Mantenimiento				1,632,315.00	0.11	0.17
Transporte menor				400,000.00		
Transporte mayor				1,800,000.00		
Total transporte				2,200,000.00	0.15	0.23
Asistencia técnica/profesional				789,767.00	0.06	0.08
Total hectárea restaurada				14,202,582.00	1.00	1.48

Fuente: Elaboración propia basada en información suministrada por experto

En este caso de bosque andino, el peso relativo de la siembra alcanzó el 67%, sin embargo, al no realizarse aislamiento el valor por encima de la siembra apenas alcanzó el 48%.

Tabla 6. Caso 5 caribe

	Caso zonas secas Magdalena
	Densidad 1667 árboles/ha



	Rubros		Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	50.00	Jornales	40,000.00	2,000,000.00		0.32
Plantas	2,167.00	Plantas precio promedio (maderable, no comercial y frutal)	2,000.00	4,334,000.00		
Total plantas				4,334,000.00		0.68
Insumos						-
Total siembra				6,334,000.00	0.54	1.00
Aislamiento						
Mano de obra	12.00	Jornales	40,000.00	480,000.00		
Insumos	6.00	Rollos 400 mts 16.5"	160,000.00	960,000.00		
	200.00	postes 2mts	8,000.00	1,600,000.00		
		Otros (piedeamigos, inmunizante,grapas)		346,000.00		
Total Aislamiento				3,386,000.00	0.29	0.53
Mantenimiento		4 mantenimientos anuales de 10 jornales		1,600,000.00		

Total Mantenimiento				1,600,000.00	0.14	0.25
Transporte menor				480,000.00		
Transporte mayor						
Total transporte				480,000.00	0.04	0.08
Asistencia técnica/profesional					-	-
Total hectárea restaurada				11,800,000.00	1.00	1.86

Fuente: Elaboración propia basada en información suministrada por experto

Para el caso indicado en la Tabla 6, el peso relativo de la siembra es de 54%, con un sobrecosto por encima de este de cerca de 86% generado principalmente por el aislamiento.

A continuación se muestran las experiencias en el marco de la iniciativa de 180 millones de árboles “sembrar nos une”.

Tabla 7. Caso1 180 millones de árboles Dibulla

Caso1 180 millones de árboles Dibulla						
Densidad 2010 árboles/ha						
		Rubros	Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	2,010.00	Se pagó por planta	1,600.00	3,376,000.00		0.36
Plantas	2,211.00	plántulas	2,150.00	4,753,650.00		

Total plantas				4,753,650.00		0.51
Insumos		abono, hidroretenedor		1,178,000.00		0.13
Total siembra				9,307,650.00	0.69	1.00
Aislamiento		4,209.70				
Mano de obra						
Insumos						
Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento	2,010.00	plantas/se paga por planta	500.00	1,005,000.00		
Total Mantenimiento				1,005,000.00	0.07	0.11
Transporte menor				320,000.00		
Transporte mayor				1,100,000.00		
Total transporte				1,420,000.00	0.10	0.15
Asistencia técnica/profesional	12.00	días ing forestal/agronomo	150,000.00	1,800,000.00	0.13	0.19

Total hectárea restaurada				13,532,650.00	1.00	1.45
---------------------------	--	--	--	---------------	------	------

Fuente: Elaboración propia basada en (Santamaría, 2021)

Para este caso, la siembra alcanzó el 69% del valor total de la hectárea restaurada. Este mayor peso relativo de la siembra por un lado se debe a una mayor densidad de plantas y a que el sub-componente de mano de obra para la siembra se pagó por árbol al contrario de los anteriores casos donde se pagaba por jornal. Por otra parte, los demás componentes representaron un 45% más respecto a la siembra; siendo el componente de asistencia técnica el que más significó aumento respecto al este.

Tabla 8. Caso2 180 millones de árboles Dibulla

	Caso2 180 millones de árboles Dibulla					
	Densidad 2400 árboles/ha					
	Rubros		Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	2,400.00	Se pagó por planta	1,600.00	3,840,000.00		0.35
Plantas	2,640.00	plántulas	2,150.00	5,676,000.00		
Total plantas				5,676,000.00		0.52
Insumos		abono, hidroteenedor		1,454,000.00		0.13
Total siembra				10,970,000.00	0.70	1.00
Aislamiento		4,155.30				
Mano de obra						

Insumos						
Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento	2,400.00	plantas/se paga por planta	500.00	1,200,000.00		
Total Mantenimiento				1,200,000.00	0.08	0.11
Transporte menor				360,000.00		
Transporte mayor	2,400.00	calculo por planta	500.00	1,200,000.00		
Total transporte				1,560,000.00	0.10	0.14
Asistencia técnica/profesional	13.00	días ing forestal/agrónomo	150,000.00	1,950,000.00	0.12	0.18
Total hectárea restaurada				15,680,000.00	1.00	1.43

Fuente: Elaboración propia basada en (Santamaría, 2021)

Este caso resultó similar al anterior, con un peso relativo de la siembra del 70%, con unos costos adicionales de un 43% de este.

Tabla 9. Caso3 180 millones de árboles Dibulla

Caso3 180 millones de árboles Dibulla						
Densidad 3740 árboles/ha						
	Rubros		Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						

Mano de obra	3,740.00	Se pagó por planta	1,600.00	5,984,000.00		0.35
Plantas	4,114.00	plántulas	2,150.00	8,845,100.00		
Total plantas				8,845,100.00		0.52
Insumos		abono, hidroretenedor		2,183,000.00		0.13
Total siembra				17,012,100.00	0.74	1.00
Aislamiento		4,135.17				
Mano de obra						
Insumos						
Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento	3,740.00	plantas/se paga por planta	500.00	1,870,000.00		
Total Mantenimiento				1,870,000.00	0.08	0.11
Transporte menor				1,120,000.00		
Transporte mayor						
Total transporte				1,120,000.00	0.05	0.07

Asistencia técnica/profesional	20.00	días ing forestal/agrónomo	150,000.00	3,000,000.00	0.13	0.18
Total hectárea restaurada				23,002,100.00	1.00	1.35

Fuente: Elaboración propia basada en (Santamaría, 2021)

La estructura se mantiene para el caso mostrado en la Tabla 9, aunque fue un poco mayor el peso relativo de la siembra, aunque con unos costos adicionales en los demás componentes un poco menor cercano al 35%.

Tabla 10. Caso4 180 millones de árboles Dibulla

Caso4 180 millones de árboles Dibulla						
Densidad 1850 árboles/ha						
	Rubros		Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	1,850.00	Se paga por planta	1,600.00	2,960,000.00		0.35
Plantas	2,035.00	plántulas	2,150.00	4,375,250.00		
Total plantas				4,375,250.00		0.52
Insumos		abono, hidrotenedor		1,079,000.00		0.13
Total siembra				8,414,250.00	0.66	1.00
Aislamiento						
Mano de obra						
Insumos						

Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento	1,850.00	plantas/se paga por planta	500.00	925,000.00		
Total Mantenimiento				925,000.00	0.07	0.11
Transporte menor				1,250,000.00		
Transporte mayor						
Total transporte				1,250,000.00	0.10	0.15
Asistencia técnica/profesional	15.00	días ing forestal/agronomo	150,000.00	2,250,000.00	0.18	0.27
Total hectárea restaurada				12,839,250.00	1.00	1.53

Fuente: Elaboración propia basada en (Santamaría, 2021)

Igualmente, para la Tabla 10 la estructura se mantuvo en cerca de 66%, con un peso relativo con respecto a la siembra de cerca de 53% siendo la asistencia técnica la que mas apporto mayor valor respecto del siembra.

Tabla 11. Caso5 180 millones de árboles Altoandino Cundinamarca

Caso1 180 millones de árboles Altoandino						
Densidad 2000 árboles/ha						
		Rubros	Valor unitario	Valor total	% respecto total	% respecto siembra
Siembra						
Mano de obra	2,000.00	Se pagó por planta	3,000.00	6,000,000.00		0.47
Plantas	2,200.00		3,000.00	6,600,000.00		



Total plantas				6,600,000.00		0.51
Insumos		abono		240,000.00		0.02
Total siembra				12,840,000.00	0.70	1.00
Aislamiento						
Mano de obra						
Insumos						
Total Aislamiento					-	-
Mantenimiento	2,200.00	plantas/se paga por planta	500.00	1,100,000.00		
Total Mantenimiento				1,100,000.00	0.12	0.18
Transporte menor	2,200.00		350.00	770,000.00		
Transporte mayor	2,200.00		350.00	770,000.00		
Total transporte				1,540,000.00	0.17	0.25
Asistencia técnica/profesional					-	-
Total hectárea restaurada				8,880,000.00	1.00	1.42

Fuente: Elaboración propia basada en (Santamaría, 2021)

Para este caso, la proporción de la siembra respecto del total del costo de implementación alcanzó el 70%, mientras que el mayor valor por encima de este componente solo alcanzó un 42% siendo el transporte el que más representó con un 25% respecto al valor de la siembra.

La estructura de costos como proporción del componente de siembra representado por la mano de obra de siembra y las plántulas se situó alrededor de 55% hasta 70%, salvo los casos extremos de 53% y 74% para bajas o muy altas densidades. El valor total por hectárea estuvo alrededor de los 12 millones de pesos para la totalidad de los casos indicados, y de cerca de 14 para los casos de la iniciativa de sembrar nos une. Los datos sugieren que con precios más estandarizados alrededor de 2500 pesos por plántula y en escenarios de densidades medias de 1500, el peso relativo de la siembra respecto al total del valor de la implementación por hectárea estaría alrededor del 60%.

En los casos en los que se implementó aislamiento este representó entre el 23% y el 33% del valor total de la hectárea, es decir un peso de entre el 39% y el 62% respecto al sembrar. Es decir que por cada millón invertido en plantas y su siembra, si se considera aislamiento, este estará entre 400 mil y 600 mil pesos aproximadamente.

Para los casos en que se obtuvo datos de transporte, considerado como la sumatoria de transporte menor y mayor, este presentó mayor variabilidad y se encontró; en relación con la siembra más frecuencia alrededor de 15% y 25% con algunos valores por debajo de 10% y un valor en 34%, siendo el promedio para la totalidad de casos de 17%. Siguiendo la referencia previa, por cada millón invertido en la siembra, el transporte podría representar adicionalmente entre 150 mil y 250 mil pesos con un promedio de 170 mil pesos.

Para el mantenimiento se encontró que en promedio representa el 11% del costo total por hectárea, y en relación con la siembra resultaron más frecuentes valores entre el 11% y el 25%, con un promedio del 17% respecto al valor de siembra.

En cuanto a la asistencia técnica o profesional, esta representó un peso entre 18% y 27% con respecto a la siembra, con un promedio de 15%. En general, el incremento con respecto a la siembra fue de 53% en promedio, es decir que por cada millón de pesos invertidos en plantas y la labor de siembra, se requieren alrededor de 530 mil pesos para las actividades conexas de aislamiento, transporte, mantenimiento y asistencia técnica. Aunque con los valores altos el valor por encima de la siembra puede ser hasta el 123%. No obstante, los mayores valores superiores al 70% con respecto a la siembra se presentaron cuando se implementó aislamiento, es decir que si se requiere aislamiento es probable que se requieran más de 700 mil pesos adicionales por cada millón invertido en la siembra, sin aislamiento el promedio de las actividades conexas estaría alrededor del 48% respecto a la siembra (Anexo 1).

## **2.5. Análisis costo – beneficio**

Los análisis se realizaron en dos etapas principales. Por un lado, se desarrolló un análisis costo beneficio-ACB de las reconversiones productivas (agroforestales y silvopastoriles), así como de los sistemas convencionales relacionados con estas reconversiones.

Los análisis se realizaron determinando los costos y beneficios privados y sociales de cada par de sistemas, para lo cual primero se realizó la búsqueda de información (presentada en el producto 2) de sistemas de reconversión que tuvieran información de evaluación económica tipo ACB para Colombia. A partir de estos estudios, se orientó la búsqueda de información económica (tipo ACB) de los sistemas convencionales relacionados con los sistemas de reconversión encontrados. Esto se hizo

porque el propósito principal fue contrastar los sistemas y evaluar la transición hacia sistemas más sostenibles.

Con los resultados obtenidos se procedió a plantear algunos escenarios de costo-beneficio para sistemas que combinen distintos sistemas de producción de reconversión, convencional y con la inclusión de valor agregado de la restauración/rehabilitación como lo es la cría de abejas, y que permiten una aproximación a los beneficios de la diversificación de sistemas de producción basados en restauración y rehabilitación con un enfoque de funcionalidad de paisaje.

La segunda etapa consistió en las agregaciones de los resultados obtenidos para obtener las proyecciones generales de costos, beneficios, carbono capturado, amortiguación de degradación del suelo, demanda de trabajo generada y la costo-eficiencia del abatimiento de carbono.

### **2.5.1. Sistemas convencionales**

Con el objetivo de comparar con los sistemas de reconversión que se analizan en la siguiente sección como son café, cacao y silvopastoriles, en esta sección fueron indicados los sistemas analizados fueron café y ganadería convencional extensiva, se omitió el cacao en monocultivo ya que no es un sistema extendido y en general el cacao se establece agroforestal.

#### **Café**

Para este caso se realizó un análisis del sistema de café al sol como sistema convencional, mientras que el café bajo sombrío como arreglo agroforestal se trató como cultivo de reconversión.

El sistema de café al sol es generalmente más tecnificado en el sentido del desarrollo técnico para producir lo que en cierto modo puede requerir entre otros mayores insumos para su sostenimiento. El análisis realizado tomó como referencia un cultivo de alta densidad con 10000 plantas por hectárea (Farfán V., 2010), con rendimientos de 2.2 kg/planta de café cereza para el primer ciclo de 5 años previo a la zoca, y 2kg/planta para el segundo ciclo, lo que representa en promedio cerca de 4400 kg de pergamino seco por hectárea en el máximo de producción (Farfán V., 2010).

Con un precio conservador de 7500 pesos colombianos (COP)/kg de pergamino seco como promedio de los últimos 5 años (aunque para 2021 el precio ha alcanzado 14000 pesos por kg) basado en estadísticas de la Federación de cafeteros, se estimaron unos ingresos de cerca de 31.5 millones de pesos por hectárea, y con una estructura de costos actualizada a 2021 de cerca de 67000 pesos por arroba (Plataforma Comercio Sostenible, 2014), los costos por hectárea ascienden a 23.6 millones de pesos en el primer año de establecimiento.

Con estos datos y proyectando el flujo de caja con una tasa de inflación promedio de los 5 años de 3.3% según las series del Banco de la República, y una tasa de descuento más orientada a lo ambiental de 5% (Restrepo, 2008) se proyectó un flujo de caja a 20 años con el ánimo de incorporar el aprovechamiento de maderables en los modelos de reconversión que se presentarán más adelante.

En este sentido, el valor presente neto (VPN) privado es decir el que representa el negocio se ubicó cerca de 53.8 millones de pesos por hectárea lo que significa un flujo positivo y favorable como criterio de inversión. De igual modo, arrojó una tasa interna de retorno (TIR) de 21.05%, superior a la tasa de descuento, dado que la TIR muestra la tasa a la que el VPN se hace cero, una TIR superior a esta tasa es un indicador positivo. Finalmente la relación beneficio costo (RBC) fue de 1.27, es decir

que por cada peso invertido se generan cerca de 0.27 pesos de utilidad, consistente con las cifras de utilidad estándar para el sector (Semana, 2016).

Como se observa, los costos son elevados pero en los ciclos anuales puede llegar a representar cerca de 10 millones de pesos de utilidad por hectárea anual, por lo que el riesgo de pérdida usualmente se cubre con la escala (muchas hectáreas) y el manejo por lotes del cultivo. Ahora bien, parte de los altos costos de sostenimiento del cultivo sobre todo en los primeros años del cultivo cuando no hay producción suficiente que pueden ascender al 75% de los cuales el 22% estarían relacionados con fertilizantes edáficos, enmiendas y abonos orgánicos aproximadamente (Finagro, 2017). Los cálculos detallados se pueden observar en el para café sin sombra aptitud alta para el cultivo.

En cuanto a los costos y beneficios sociales representados en la captura de carbono, se estimaron la cantidad de captura y su valoración, en específico para este tipo de cultivo de alta densidad de cultivo de bajo porte y sin cobertura arbórea la captura estaría alrededor de 1.26 toneladas por hectárea considerando una captura de 0.63 ton/ha para un cultivo de densidad media (Andrade, Marín, & Pachón, 2014). Con estas cifras anuales, y considerando una transformación del carbono a unidades comercializables de dióxido de carbono equivalente - CO<sub>2</sub>e (factor de conversión de 3.67 según el IPCC (Andrade et al., 2014), se asumió un precio de 17000 pesos por tonelada para el mercado colombiano de carbono que tiene como referencia el valor del impuesto al carbono (Asocarbono, 2021).

A partir de esos datos se obtuvo que el carbono capturado por sistemas de este tipo estaría alrededor de 1.2 millones de pesos para el periodo de 20 años establecido. Asimismo, se calculó el diferencial de captura entre el sistema analizado y bosque natural basado en las estimaciones de Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., (2011) para un promedio de captura de 92.6 toneladas por hectárea. Estos cálculos arrojaron un diferencial promedio de 91.8 ton/ha de carbono anual, lo que valorado con el precio de referencia de 17000 COP/ton, arroja una pérdida asociada al cultivo en este sistema con respecto al bosque que podría considerarse en 150.5 millones COP/ha para el periodo de 20 años.

Tabla 12. Datos Sistema convencional café sin sombra alta densidad

VPN privado	53,837,218.21
RCB privado	1.27
TIR privada	21.05%
Costo social (diferencial entre captura de carbono en sistema y promedio de captura en bosque)	150,529,409.39

Fuente: elaboración propia.

### Ganadería convencional doble propósito

Para este caso se realizaron la proyección de costos y beneficios asumiendo una carga por hectárea de 0.7 como promedio nacional, con una composición del hato de 70% hembras con una producción de leche de 4 litros diarios para ciclos de 180 días, el precio de la leche se fijó en 1100 pesos por litro según datos de Fedegan de precio al productor. La ganancia diaria de peso para la producción de carne se estableció en 298 gr/día. El tiempo de salida a venta con un peso de 353 kg, se fijó en 3.3 años. El precio utilizado fue el promedio de ganado flaco y gordo para octubre de 2021 según datos

de Fedegan. Los costos asociados se establecieron en 2700 pesos/kg para carne y 790 pesos/lit para leche. Estos datos se proyectaron según las estructuras de costos de la Federación Colombiana de Ganaderos (2014).

Con estos datos se determinaron unos ingresos alrededor de 797 mil pesos por hectárea anual, para una venta promedio de 2.5 millones por animal. Los ingresos anuales de leche se estimaron en 388 mil pesos por hectárea. Siguiendo los supuestos de incremento en precios de 3.3% y tasa de descuento de 5%, se obtuvieron un VPN de 2.6 millones de pesos por hectárea para el periodo de los 20 años, una TIR de 11% y una RBC de 1.51. Estos indicadores aunque positivos, pueden ser considerados reducidos en términos absolutos, pero dado que son valores por hectárea y este tipo de sistemas es esencialmente extensivo, y que además involucra unos costos bajos para el sostenimiento, en promedio de 366 mil pesos por hectárea anual, con ingresos de 1.2 millones por hectárea anual, hace que la utilidad anual se sitúe alrededor de los 629 mil pesos anuales por hectárea de ahí la TIR sea elevada y la RBC de 1.5, es decir que por cada peso invertido, se obtiene 0.5 de utilidad. Los cálculos detallados se pueden observar en el Anexo 1- GanadConvDobleProp.

Por otra parte, la valoración del carbono como costo social arrojó una muy baja capacidad de acumulación de carbono en biomasa aérea por parte de la cobertura de pastos equivalente a 2.49 ton/ha (Giraldo, Zapata, & Montoya, 2006), vale la pena advertir que en los análisis presentados solo se considera biomasa aérea, ni la radical, ni en suelo se consideraron.

La valoración de la acumulación de carbono por parte de estos sistemas de ganadería, llevada a Ton de CO<sub>2</sub>e apenas alcanzó los 204 mil pesos para el periodo de 20 años. En este mismo sentido, la pérdida por el diferencial de carbono que se captura con esta cobertura transformada y el bosque como ecosistema de referencia, es casi del 100% de la capacidad de captura de carbono ( 92.6tonC/ha según Phillips et al., (2011))del bosque y el promedio que arrojó de carbono no capturado fue de 92.4 tonC/ha; lo que equivale a un costo social alrededor de los 151 millones de pesos para el periodo de 20 años.

Tabla 13. Datos Sistema convencional ganadería doble propósito

VPN privado	2,607,387 .1
RCB privado	1.51
TIR privada	11%
Costo social (diferencial entre captura de carbono en sistema y promedio de captura en bosque)	151,565,9 85.11

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.2. Sistemas de reconversión/rehabilitación ecológica

Si bien los sistemas de reconversión que pueden ser de utilidad en los procesos de rehabilitación abarcan un amplio espectro de actividades como mejores prácticas, estrategias de adaptación climática, entre otros, aquí se exploran sistemas productivos que han sido más ampliamente implementados y promovidos, lo que que entre otras, permitió encontrar información sobre los costos y beneficios y con esto lograr el propósito de comparar los sistemas respecto a los

convencionales, comparar entre estos sistemas de reconversión y proveer la información para la agregación de valores a una mayor escala, como se muestra en el apartado siguiente de este documento. Así entonces se analizaron los agroforestales de café, cacao y silvopastoriles.

### **Agroforestal de café**

Los sistemas de café con sombrío son de amplia aceptación en la agricultura colombiana y son muchos los desarrollos técnicos e investigación alrededor de estos (Andrade et al., 2014; Cardona-Calle & Sadeghian-Kh, 2005; Farfán V., 2010). En general, si las condiciones agrologicas para el cultivo de café no son altas, es conveniente un cultivo en sombra (Farfán, 2014; Farfán V., 2010).

En el caso analizado se asumió un sistema con densidad de 4500 plantas de café (Farfán V., 2010) con 270 árboles en el arreglo. Para los cálculos de carbono se supuso árboles de nogal cafetero (*Cordia alliodora*). El rendimiento que se asumió se basó en Farfán V., (2010) donde se estimaron 2,4 kg/planta para la totalidad del ciclo, lo que representaría en promedio cerca de 1800 kg de pergamino seco por hectárea en el máximo de producción. El precio con el que se valoró fue de 7500 COP/kg alcanzando, entonces, aproximadamente 11.5 millones de ingresos, mientras los costos estimados por hectárea para este sistema estuvieron alrededor de 9.2 millones de pesos. Estos menores costos de establecimiento y la mayor duración de la producción sugieren la conveniencia de este sistema en áreas con aptitud del cultivo diferente a alta, además resulta más accesible en tanto requerimientos de capital.

Ahora bien considerando la posibilidad de comercializar los maderables hacia el año 19, en el periodo de renovación del cafetal, se asumieron cerca de 1 m<sup>3</sup> de volumen comercial para árboles de cerca de 40cm de diámetro y cerca de 20 mts de altura (Hernandez et al., 2010), por lo que supuso un aproximado de 2 m<sup>3</sup> de volumen comercial por árbol de 90 cm de diámetro y alrededor de 30 mts de altura. Para estos datos se valoró el m<sup>3</sup> de madera de 1.18 millones de pesos descontando el costo de aserrar, por lo que el beneficio por árbol estaría cercano a 2.3 millones.

Sumado a este valor se proyectó un valor agregado de la restauración por producción de miel, para esto se basó el supuesto de 80kg de producción por hectárea equivalente a 4 colmenas con unos costos por colmena de 94 mil pesos, y ventas por cerca de 159 mil pesos, para una utilidad de 64 mil pesos anuales por colmena y para las 4 colmenas de 258 mil pesos (Dirección de Cadenas Pecuarías Pesqueras y Acuícolas, 2020).

El flujo de caja proyectado con los supuestos indicados previamente de ajuste de precios de 3.3% y tasa de descuento de 5%, arrojó un VPN de 193 millones de los cuales cerca del 90% corresponde a los maderables al terminar el periodo de 20 años. De este modo la RBC alcanza 3.65 y la TIR 32.3%. El cultivo de café alcanza utilidades de 1.5 millones de pesos anuales en el máximo de producción. Solo el café alcanza un VPN de 21.2 millones, TIR de 21.45%, mientras la RBC se situó en 1.25. La inclusión de la miel no modifica sustancialmente los indicadores con respecto a solo café; puesto que significa un promedio de 340 mil pesos anuales de ingreso, pero sugiere la posibilidad de diversificación y valor agregado basado en la restauración.

Con respecto a los costos y beneficios sociales representados en carbono de biomasa aérea para este tipo de sistemas se consideró una capacidad de captura de 4.37 ton de carbono anual (Andrade et al., 2014). Con estas cifras y considerando una transformación en unidades comercializables de dióxido de carbono equivalente – CO<sub>2</sub>e (factor de conversión de 3.67 según el IPCC (Andrade et al., 2014), se asumió un precio de 17000 pesos por tonelada para el mercado colombiano de carbono que tiene como referencia el valor del impuesto al carbono (Asocarbono, 2021).

A partir de esos datos se estimó que el carbono capturado por sistemas de este tipo estaría alrededor de 61 toneladas para el periodo de 20 años, valoradas en 5 millones de pesos aproximadamente. Asimismo, se calculó el diferencial de captura entre el sistema analizado y bosque natural basado en las estimaciones de Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., (2011) para un promedio de captura de 92.6 toneladas por hectárea. Estos cálculos arrojaron un diferencial promedio de 89 ton/ha de carbono anual, lo que valorado con el precio de referencia de 17000 COP/ton, arrojó una pérdida asociada al cultivo en este sistema con respecto al bosque que podría considerarse en 146 millones COP/ha para el periodo de 20 años.

Tabla 14. Datos Sistema agroforestal café, maderables y miel

VPN privado café, maderables y miel *solo café	193,403,0 86.33 * 21,296,75 5.35
RCB privado café, maderables y miel *solo café	3.68 *1.25
TIR privado café, maderables y miel *solo café	25.06% *21.49%
Costo social (diferencial entre captura de carbono en sistema y promedio de captura en bosque)	146,679,0 06.29

Fuente: elaboración propia.

### Agroforestal de cacao

El cultivo de cacao es esencia agroforestal, entre los arreglos más extendidos se encuentra el de cacao, plátano y maderables, de ahí que no se compare con un modelo de monocultivo, sino que el propósito es comparar frente al agroforestal de café (considerando que en algunas zonas la aptitud agrologica permitiría el cultivo de cualquiera de los dos) y porque hay áreas aptas para cacao y no para café. Para el análisis se asumió un arreglo de 1000 plantas de cacao, como media entre arreglos de mediana densidad alrededor de 500-700 plantas (Compañía Nacional de Chocolates, 2021; Rojas, 2019) y otros más densos de las 1200 plantas (Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales, 2021), también se asumieron 721 plantas de plátano y 96 de maderables; igualmente se incluyó producción de miel como valor agregado de la restauración.

Se asumió un rendimiento de cerca de 1.3 kg/planta para el cacao basado en datos de Rojas, (2019) aunque este valor sobrestima el promedio nacional de cerca de 450 kg/ ha; por lo que el arreglo presentado debiera ser implementado en zonas de alta aptitud para el cultivo. También se consideró un precio de 8173 pesos/kg (Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales, 2021), para el plátano, se tomó un rendimiento de 17 kg/planta y un precio de 750 pesos/kg, mientras que para las mieles se tomaron los mismos supuestos que para agroforestal de café, es decir 80kg de producción por hectárea equivalente a 4 colmenas con unos costos por colmena de 94 mil pesos, y ventas por cerca de 159 mil pesos, para una utilidad de 64 mil pesos anuales por colmena y para las 4 colmenas de 258 mil pesos (Dirección de Cadenas Pecuarias Pesqueras y Acuícolas, 2020).

Para los maderables, se consideraron también los mismos supuestos para su valoración monetaria, siendo 2 m3 de volumen comercial por árbol, con un valor del m3 de madera de 1.18 millones de

pesos descontando el costo de aserrar, por lo que el beneficio por árbol estaría cercano a 2.3 millones.

Con estos supuestos, se calculó un VPN para la totalidad del sistema (cacao, plátano, miel, maderables) de cerca de 192 millones, una TIR de 35% y una RBC de 3.72. Considerando solo cacao, plátano y miel, se alcanzó un VPN de 81.6 millones, TIR de 31.9% y RBC de 1.49. Finalmente solo considerando el cacao, los indicadores arrojaron un VPN de 55.8 millones, TIR de 13.59% y RBC de 1.34. Los cálculos detallados se pueden encontrar en el Anexo 1 SAF cacao.

Asimismo se estimó la capacidad de captura de carbono en los 20 años de 72 ton/ha de carbono aproximadamente, valorado en cerca de 6.3 millones de pesos. El diferencial calculado de la pérdida con respecto al bosque natural estuvo en promedio en 89 toneladas de carbono por hectárea, y un valor total estimado en cerca de 145 millones para el periodo de 20 años.

Tabla 15. Datos Sistema agroforestal cacao, maderables y miel

VPN cacao, plátano, miel y maderables	192,642,707
*VPN cacao, plátano, miel	*81,684,32
**VPN cacao	**55,894,435
RBC cacao, plátano, miel y maderables	3.72
* RBC cacao, plátano, miel	*1.49
** RBC cacao	**1.34
TIR cacao, plátano, miel y maderables	35.03%
* TIR cacao, plátano, miel	*31.93%
** TIR cacao	**13.59%
Costo social (diferencial entre captura de carbono en sistema y promedio de captura en bosque)	145,439,800

Fuente: elaboración propia.

## Silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles han emergido como una oportunidad para aliviar el impacto de la ganadería en el cambio climático, así mismo se ha venido considerando como una forma de mejorar la funcionalidad del paisaje ganadero sin cobertura arbórea en áreas que solían ser bosque. Son muchos los arreglos que se plantean alrededor de los silvopastoriles. El arreglo que se analiza en este apartado incorpora árboles y arbustales forrajeros, los cuales han resultado más favorables en algunos aspectos como aumento de capacidad de carga, mejora en propiedades de la leche, entre otros (Agrosavia, 2020; Barragan, Mahecha, & Cajas, 2016; Roncallo, Murillo, & Barros, 2010).

Los supuestos para el análisis fueron un incremento a 2 animales por hectárea, 1.3 más que el promedio nacional; sin embargo continúa siendo un aumento conservador puesto que se han planteado cargas superiores a 3 e incluso de 5 animales por hectárea (Barragan et al., 2016). También se asumió un incremento en la producción de leche de 23% basado en datos de Barragan et al., (2016).



De otra parte, el arreglo incorpora 264 árboles maderables como valor medio-alto de árboles en silvopastoriles basado en datos de Agrosavia, (2020) y Roncallo et al., (2010), estos maderables pueden interpretarse como una mezcla de árboles de ciclo corto (5-10 años) y largo (20 o más) de aprovechamiento. De igual modo se supuso la inclusión de 1500 plantas forrajeras.

Los costos de establecimiento del sistema se completaron con la cerca y dispositivos eléctricos para cercar por un valor de 2 millones de pesos, siguiendo valores reportados por Gutiérrez et al., (2018) y el promedio de valor de la plántula y siembra derivado del análisis realizado en el marco de esta consultoría para las actividades de siembra de la iniciativa 180 millones de árboles “sembrar nos une”, que arrojó un valor promedio de 5000 pesos por planta (plántula más siembra). De ahí que el costo total de establecimiento se calculó alrededor de 8.1 millones por hectárea.

Los indicadores del arreglo estudiado fueron favorables, incluso con solo producción ganadera, alcanzando un VPN de 9.7 millones por hectárea, una TIR de 11% y una RBC de 1.55. Ahora bien, con la inclusión del aprovechamiento de maderables en dos turnos uno para maderables de ciclo corto a 10 años y otro de ciclo largo a 20 años; se obtuvieron un VPN de 421 millones, una TIR de 43% y una RBC de 19.3. La incorporación del aprovechamiento de maderables aporta cerca de un 97% al flujo de utilidades.

En el mismo sentido, el incremento en la productividad ganadera alcanzó valores cercanos a 3,6 millones anuales por hectárea, respecto a los 1.1 millones/ha/año en promedio del sistema convencional siendo una mejora sustancial frente al sistema convencional, aunque los costos del silvopastoril también se incrementaron en promedio a 1.6 millones anuales, un incremento de más del 100% considerando un costo promedio anual por hectárea de 636 mil pesos para el convencional.

El carbono capturado es mayor al del sistema convencional y alcanzó una captura de 28 tonC/ha, siendo modelado un poco más conservador que el estimado por Giraldo et al., (2006) que alcanza las 36.1 tonC/ha. Dicha cifra capturada de carbono se valoró en ton CO2e por un valor de 2.2 millones para los 20 años. El aumento en la captura permitió alcanzar un promedio de 91.1 tonC/ha de pérdida respecto a la captura de un bosque, siendo esta valorada en 149.5 millones para los 20 años, un poco menos que el sistema convencional.

Tabla 16. Datos Sistema silvopastoril

VPN ganadería y maderables *VPN solo ganadería	421,960,782.7 * 9,745,652.3
RBC ganadería y maderables * RBC solo ganadería	19.3 *1.55
TIR ganadería y maderables * TIR solo ganadería	43% *11%
Costo social (diferencial entre captura de carbono en sistema y promedio de captura en bosque)	149,566,415.41

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 17, muestra el resumen de los distintos sistemas analizados, como se observa el sistema convencional de ganadería es el más rentable en términos privados, aunque su costo social en términos de carbono es el más alto, el sistema silvopastoril también resulta muy rentable y mejora un poco el diferencial de pérdida por captura de carbono asumiendo

que el ecosistema de referencia fue un bosque. Por supuesto los sistemas que menor costo social representaron dentro de los sistemas analizados fueron los agroforestales y entre ellos el de mayor rentabilidad privada fue el cacao.

Tabla 17. Resumen de indicadores para los distintos sistemas analizados

	Datos Sistema convencional café sin sombra alta densidad	Datos Sistema convencional ganadería doble propósito	Datos Sistema agroforestal café, maderables y miel  Para Café, maderables y miel *Para solo café	Datos Sistema agroforestal cacao, maderables y miel.  Para cacao, plátano, miel y maderables *Para cacao, plátano, miel **Para solo cacao	Datos Sistema silvopastoril  Para ganadería y maderables *Para solo ganadería
<b>VPN privado</b>	53,837,218.21	2,607,387.1	193,403,086.33 * 21,296,755.35	192,642,707 *81,684,632 **55,894,435	421,960,782.7 * 9,745,652.3
<b>RBC privado</b>	1.27	1.51	3.68 *1.25	3.72 *1.49 **1.34	19.3 *1.55
<b>TIR privada</b>	21.05%	11%	25.06% *21.49%	35.03% *31.93% **13.59%	43% *11%
<b>Costos privados /Establecimiento //promedio anual privado (millones)</b>	/23.6 //19.7	/3.07(incluye ganado) //0.63	/9.2 //8.7	/12.3 //8.0	/14.6(incluye ganado) //1.6
<b>Costo social (diferencial entre captura de carbono en sistema y promedio de captura en bosque)</b>	150,529,409.39	151,565,985.11	146,679,006.29	145,439,800	149,566,415.41

## 2.6. Agregación del análisis económico en el marco del enfoque de funcionalidad del paisaje.

En este apartado se sintetizan varios de los resultados de los productos núcleo, enfocado en la cadena de valor de la producción de material vegetal, incluyendo aspectos de la estructura de costos de los viveros y precios, oferta y demanda; así como el análisis de la estructura de costos de las actividades de siembra y el análisis de algunos sistemas productivos convencionales en comparación con sistemas de reconversión productiva como estrategia desde el enfoque de rehabilitación ecológica.

De esta manera el objetivo de este apartado es lograr la agregación y consolidación de las cifras de los análisis mencionados alrededor de la restauración y rehabilitación ecológica desde un enfoque de funcionalidad del paisaje.

Este enfoque se basa en la conectividad ecológica como fundamento para el sostenimiento de las funciones ecológicas a escala del paisaje. Desde el punto de vista de política pública, el sostenimiento de la funcionalidad del paisaje puede orientar el diseño de estrategias que atiendan varios objetivos, entre los que pueden estar mitigar y adaptarse al cambio climático, generar incentivos para la transición de la producción hacia formas más sostenibles, así como garantizar el flujo genético de las especies a través del paisaje, objetivo prioritario para el mantenimiento de la biodiversidad. Igualmente, permite enfocar las acciones balanceando los objetivos con los escasos recursos.

Lo que se buscó agregar fueron:

- Los datos de costo de establecimiento para rehabilitación y restauración ecológica, los primeros con base en lo presentado en este Producto 5 y los segundos con base en lo presentado en el Producto 6 en el marco de la iniciativa “Sembrar nos Une”.
- Los datos del volumen de demanda potencial de material vegetal nativo para rehabilitación y restauración, y determinar los requerimientos y estructura de viveros para responder a esa demanda.
- Los datos del flujo de recursos por material vegetal nativo que se pueden transferir a familias y comunidades rurales que se dediquen a esta actividad productiva.
- La demanda de mano de obra requerida para el establecimiento de rehabilitación y restauración.
- El abatimiento de carbono, es decir la costo-eficiencia de la rehabilitación y la restauración

La Figura 3 muestra el esquema general de análisis espacial que permitió determinar las áreas para realizar las agregaciones de los análisis económicos indicados. En este sentido se partió de análisis de conectividad previos desarrollados por el Instituto Humboldt, seleccionándose el análisis de conectividad para áreas parques nacionales (Correa-Ayram, 2017), para ajustar el área se tomaron las zonas de más alta probabilidad de conectividad. Para esta área se cruzaron las capas de coberturas (Corine Land Cover IDEAM – 2018). De este modo, para las coberturas naturales se orientó el ejercicio hacia restauración-enriquecimiento.

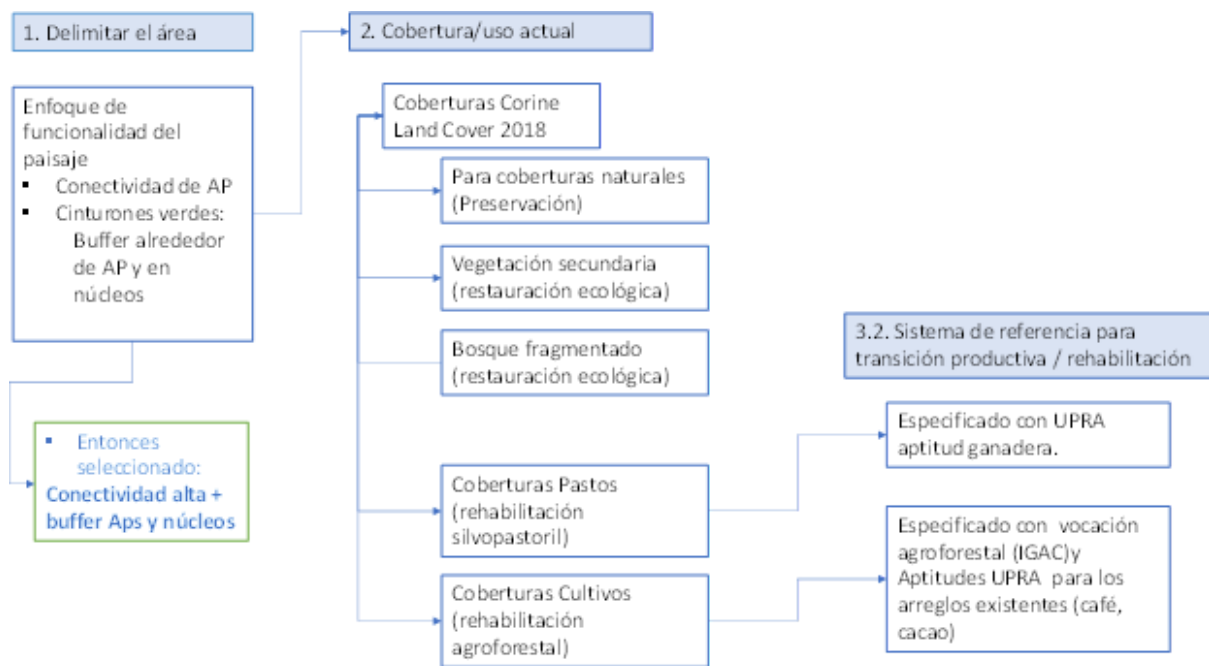


Figura 3. Esquema de análisis espacial desde el enfoque de funcionalidad

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, para las coberturas transformadas de cultivos y pastos, se utilizaron además vocación de uso del suelo (IGAC 2012), y aptitud para ganadería, café y cacao; esta información permitió especificar las áreas para asignar los valores de los análisis costo-beneficio presentados previamente. Los resultados se muestran a continuación.

### 2.7. Restauración de áreas con coberturas naturales con algún grado de degradación

La Tabla 18 muestra los resultados del análisis para las coberturas naturales identificadas. Para este escenario de agregación, se asumió una estrategia de enriquecimiento como opción moderada dado los costos de establecimiento, los valores indicados de 1.56 millones por hectárea solo corresponden al material vegetal y su siembra, según los valores indicados en el Producto 6 de esta consultoría, en donde se analizó la estructura de costos de algunos casos de restauración incluyendo algunos en el marco de la iniciativa 180 millones de árboles “Sembrar nos une”. Con estos datos se tiene que el promedio de una plántula y su siembra estaría alrededor de los 5200 pesos, alcanzando valores máximos de 6000 pesos, con lo que 300 árboles significarían 1.56 millones de pesos.

De estos análisis del producto 6, también se derivó que la necesidad de incorporar aspectos como el aislamiento pueden elevar hasta en 51% el costo, el transporte puede elevar entre un 17% y un 29%, mientras que el mantenimiento aumenta en promedio entre un 12% y un 22%, aspectos como asistencia técnica pueden sumar otro 21%, de ahí que el escenario de máximos el costo se podría incrementar en un 123% respecto al valor de la plántula y su siembra, es decir 1.92 millones adicionales, alcanzando el enriquecimiento un valor cercano a 3.48 millones de pesos. Los cálculos se pueden observar en el Anexo2\_Agregados de este producto.

Tabla 18. Valores agregados para restauración de coberturas naturales

Coberturas naturales	Áreas (hectáreas)	Costo establecimiento (enriquecimiento o 300 árboles /ha) Pesos	Valor total (miles de millones de pesos)	Demanda de material vegetal (millones de plantas)	Inversión en material vegetal/mercado potencial de viveros (miles de millones de pesos)	Demanda de mano de obra (45 plantaciones por jornal) Millones de jornales
Bosques	6,094,256.7	-	-	-	-	-
Bosque fragmentado	445,252.3	1,566,600.0	697.5	133.6	362.7	2.97
Vegetación secundaria	1,491,884.1	1,566,600.0	2,337.2	447.6	1,215.3	9.95
Otras (Desnudas, degradadas o quemadas)	56,206.0	1,566,600.0	88.1	16.9	45.8	0.37
Total	8,087,599.1		3,122.8	598.0	1,623.8	13.29

Fuente: Elaboración propia

Los valores agregados del valor de establecimiento alcanzan los 3.1 billones de pesos, lo que podría significar cerca de 312 mil millones de pesos anuales en un periodo de 10 años. En este escenario la demanda de material vegetal nativo ascendería a 598 millones de árboles.

Los aspectos económicos y sociales de un programa de restauración de esta magnitud abrirían, por ejemplo, un mercado para la producción de árboles nativos de 1.6 billones de pesos, que podrían constituirse alguna parte de ello como sector activo de beneficio directo de población rural que pueda dedicarse a la producción familiar o comunitaria de árboles nativos.

Otro aspecto, es la demanda de mano de obra. En la Tabla 18 se muestra un requerimiento de cerca de 13.2 millones de jornales que incluso se podrían expresar en cerca de 4.43 mil empleos anuales durante un periodo de 10 años. Esta demanda surge como una oportunidad para el trabajador rural, pero también advierte sobre el déficit que puede presentarse para cubrir la labor de restauración dada la escasez de mano de obra rural en algunas regiones, lo que puede presionar al alza el valor de mano de obra o interrumpir los procesos de restauración.

Tabla 19. Abatimiento de carbono por restauración de coberturas naturales

Coberturas naturales	Abatimiento de Millones de tonCO <sub>2</sub> e	\$/tCO <sub>2</sub> e abatida
Bosque fragmentado	119.3	5,847.5
Vegetación secundaria	399.7	5,847.5
Otras (Desnudas, degradadas o quemadas)	4.0	21,778.9

Total	523.02	-
-------	--------	---

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19, muestra el abatimiento de carbono bajo el escenario de enriquecimiento de coberturas naturales con algún nivel de degradación. El proceso supone que la vegetación secundaria y fragmentada, logrará alcanzar la captura de un bosque, mientras que las tierras más degradadas apenas llegarían a vegetación secundaria; con estos supuestos se permitirá abatir cerca de 523 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e. Como se observa, el valor del abatimiento de una tonelada de CO<sub>2</sub>e es mayor para tierras degradadas; mostrando que es menos eficiente tal inversión que la que se realice en las coberturas secundaria y fragmentada, donde el precio del abatimiento de una tonelada de CO<sub>2</sub>e es menor.

### Rehabilitación de áreas con coberturas de pastos

Las coberturas de pastos limpios, arbolados y enmalezados sumaron 3.48 millones de hectáreas de los cuales alrededor del 84% fueron pastos limpios.

Tabla 20. Áreas con coberturas de pastos y vocación

Vocación	2.3.1. Pastos limpios	2.3.2. Pastos arbolados	2.3.3. Pastos enmalezados	Total
Agrícola	730,796.8	23,658.3	70,048.5	824,503.61
Agroforestal	343,569.0	4,979.2	46,621.7	395,169.87
Cacao alta y media	90,254.6	1585.08536	15207.2777	107,047.01
Café alta, media, baja	237,782.1	3250.80666	29,762.5	270,795.36
Exclusión legal				17,327.50
Conservación de Suelos	120,580.7	1,922.8	35,772.5	158,276.01
Forestal	1,508,380.9	19,943.9	276,933.3	1,805,258.11
Ganadera	236,534.4	10,972.2	38,725.0	286,231.67
NA	11,056.1	810.0	3,329.8	15,195.92
Totales	3,278,954.6	67,122.4	516,400.6	3,862,477.56

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 20 muestra la vocación (IGAC) de las coberturas de pastos (IDEAM), en este sentido se planteó un escenario conservador de reconversión agroforestal solo de las áreas de vocación agroforestal, para lo cual se clasificaron las áreas de aptitud según fuera más apto para cacao cuando la aptitud fue media y alta, cuando la aptitud de cacao fue baja, se asumió para café ya que el sistema agroforestal de café es adecuado para aptitudes incluso medias o bajas, como se indicó en el apartado correspondiente. Para unas áreas que se

calcularon como de pastos en zonas de exclusión (áreas protegidas), se asumió una restauración con densidad de 1000 plantas. Las demás áreas se plantearon para un escenario silvopastoril.

Tabla 21. Valores agregados para rehabilitación de coberturas de pastos

vocación	área	Costo establecimiento del sistema	Número de árboles	Costo establecimiento (plántula + siembra)	Costo total establecimiento (plántula + siembra) en las áreas	Inversión en material vegetal/mercado potencial de viveros (miles de millones de pesos)	Demanda de material vegetal (millones de plantas)	Demanda de mano de obra (45 plantaciones por jornal) Millones de jornales
Agrícola	824,503.61	6,174,000.00	264.00	1,378,608.00	1,136.67	591.07	217.67	4.84
Agroforestal	395,169.87	-	-	-	-	-	-	-
Cacao alta y media	107,047.01	12,374,460.00	96.00	501,312.00	53.66	27.91	10.28	0.23
Café alta, media, baja	270,795.36	9,279,208.50	170.00	887,740.00	240.40	125.01	46.04	1.02
Exclusión legal	17,327.50	5,222,000.00	1,000.00	5,222,000.00	90.48	47.05	17.33	0.39
Conservación de Suelos	158,276.01	6,174,000.00	264.00	1,378,608.00	218.20	113.46	41.78	0.93
Forestal	1,805,258.11	6,174,000.00	264.00	1,378,608.00	2,488.74	1,294.15	476.59	10.59
Ganadera	286,231.67	6,174,000.00	264.00	1,378,608.00	394.60	205.19	75.57	1.68
NA	15,195.92	6,174,000.00	264.00	1,378,608.00	20.95	10.89	4.01	0.09
Totales	3,862,477.56				4,643.7	2,414.7	889.3	19.8

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la Tabla 21, indican que la sola inversión en la siembra de los árboles puede alcanzar los 4 billones de pesos, de estos cerca de 2.4 billones sería el volumen de mercado potencial de provisión de material vegetal nativo. La demanda de plantas estaría por el orden de 889 millones y se requerirían cerca de 20 millones de jornales equivalentes a cerca de 6.59 mil empleos durante un periodo de 10 años.

Tabla 22. Abatimiento de carbono por restauración de coberturas de pastos.

Vocación	Abatimiento Millones de tonCO2e	\$/tCO2e abatida

Agrícola	101,843,666.81	11,160.90
Agroforestal	-	
Cacao alta y media	6,721,877.73	7,983.48
Café alta, media, baja	17,004,242.82	14,137.41
Exclusión legal	5,481,624.77	16,506.82
Conservación de Suelos	19,550,441.32	11,160.90
Forestal	222,987,629.67	11,160.90
Ganadera	35,355,676.22	11,160.90
NA	1,877,018.23	11,160.90
Totales	410,822,177.6	

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 22 muestra los valores de abatimiento para estas estrategias, alcanzando cerca de 410 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, con unos valores marginales de abatimiento entre 7.9 mil pesos por tonelada abatida con agroforestal de cacao, seguido por el silvopastoril en 11.1 mil pesos por tonelada abatida, luego el café con 14.4 mil pesos/ton abatida y el más costoso fue el enriquecimiento para áreas de exclusión con pastos, con valores cercanos a los 16 mil pesos/ton abatida lo que sugiere que este tipo de enriquecimiento con mayor densidad es un poco menos costo efectivo, pese a la capacidad de captura que se puede lograr en el largo plazo ya que se podría llevar de pastos a un bosque, sin embargo, en este caso en particular resulta costoso respecto al área que se trata, lo que eleva el costo por tonelada abatida..

### Rehabilitación de áreas con coberturas de cultivos

En cuanto a los cultivos, solo se abordaron los mosaicos de cultivos, se omitieron las áreas con coberturas de cultivos permanentes, transitorios y agroindustriales permanentes o transitorios en tanto se trata de producciones establecidas con menos disponibilidad para la reconversión, o que se salen de los sistemas aquí planteados. En el mismo sentido, las coberturas de mosaicos suponen más del 85% de las coberturas de cultivos (Ver Tabla 23). Para estos mosaicos se asumió una estrategia de enriquecimiento de baja densidad que reduzca los costos es igual con un potencial de abatimiento importante dadas las áreas.

Tabla 23. Áreas con coberturas de cultivos

Coberturas (Leyenda Corine Land Cover 2018)	Áreas	Porcentaje de área de cultivo
2.1.1. Otros cultivos transitorios	12,730	0.28%
2.1.2. Cereales	14,990	0.33%



2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	71	0.00%
2.1.4. Hortalizas	61	0.00%
2.1.5. Tubérculos	56	0.00%
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	512	0.01%
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	1,459	0.03%
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4,564	0.10%
2.2.4. Cultivos agroforestales	107	0.00%
2.2.5. Cultivos confinados	7,283	0.16%
2.1.2.1. Arroz	96,118	2.09%
2.1.2.2. Maíz	1,488	0.03%
2.1.2.3. Sorgo	2,412	0.05%
2.1.3.4. Soya	1,383	0.03%
2.1.4.1. Cebolla	281	0.01%
2.1.5.1. Papa	9,302	0.20%
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	8,344	0.18%
2.2.1.2. Caña	902	0.02%
2.2.1.2.1. Caña de azúcar	232,109	5.04%
2.2.1.2.2. Caña panelera	17,680	0.38%
2.2.1.3. Plátano y banano	29,049	0.63%
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	343	0.01%
2.2.2.2. Café	163,337	3.54%
2.2.2.4. Viñedos	159	0.00%
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	1,615	0.04%
2.2.3.2. Palma de aceite	54,748	1.19%
2.2.3.3. Cítricos	4,152	0.09%
2.2.3.4. Mango	33	0.00%
2.4.1. Mosaico de cultivos	106,941	2.32%

2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1,244,212	26.99%
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1,224,210	26.56%
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1,109,469	24.07%
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	258,953	5.62%
Total general	4,609,076	

Fuente: Elaboración propia

De este modo las áreas de mosaicos suman cerca de 3.94 millones de hectáreas, bajo el supuesto de una estrategia de enriquecimiento de baja intensidad con 250 árboles por hectárea como cifra conservadora, arroja un valor total aproximado de 5.1 billones, de los cuales cerca de 2.6 billones sería volumen de mercado potencial para el sector de producción de materia vegetal nativo. Ver Tabla 24.

Tabla 24. Valores agregados para rehabilitación de coberturas de mosaicos de cultivos

Cobertura	Áreas de Mosaicos	Costo enriquecimiento o baja densidad 250 árboles/ha	Valor total (miles de millones de pesos)	Demanda de material vegetal (millones de plantas)	Inversión en material vegetal/mercado potencial de viveros (miles de millones de pesos)	Demanda de mano de obra (45 plantaciones por jornal) Millones de jornales
Mosaicos	3,943,786	1,305,500	5,148.61	985.95	2,677.27	21.91

Fuente: Elaboración propia

En el mismo orden de ideas, la demanda de mano de obra podría estar alrededor de los 21 millones de jornales, equivalentes aproximadamente a 7.3 mil empleos durante un periodo de 10 años.

Tabla 25. Abatimiento de carbono por restauración/enriquecimiento de coberturas de mosaicos de cultivos

Abatimiento tonCO <sub>2</sub> e	\$/tCO <sub>2</sub> e abatida
199,736,990.72	25,776.96

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al abatimiento de carbono, (Ver Tabla 25) esta estrategia de enriquecimiento en baja densidad tendría un potencial de abatir cerca de 199.7 millones de CO<sub>2</sub>e, con un costo de 25.7 mil pesos por tonelada abatida, lo que lo hace un poco más costoso que otras estrategias señaladas previamente. Ver Tabla 25.

De este modo la demanda agregada de material vegetal nativo podría superar 2470 millones de árboles, que distribuido en un periodo de 10 años significaría una demanda de 247 millones al año. Retomando las cifras de capacidad de los viveros comunitarios indicadas en el producto 4 de esta consultoría, donde este tipo de viveros podrían tener capacidad de producir 100 mil plántulas al año, entonces el mercado que se asume aquí podría permitir la entrada de alrededor de 2400 viveros pequeños, o diferentes combinaciones de grandes y pequeños viveros.

Los análisis de costos beneficio, para los sistemas convencionales y de reconversión mostraron por un lado, como los sistemas convencionales pueden ser favorables desde el punto de vista económico ya sea por el elevado flujo de ingreso que pueden generar como el caso del café pese a que la carga de costos también es elevada y puede ser insostenible sin un buen flujo de capital, en general dado por la mayor escala de la producción. En forma similar la ganadería convencional es muy eficiente dado el flujo de ingresos que puede alcanzar con respecto a los bajos costos que acarrea.

De otra parte los sistemas de reconversión mostraron menores indicadores de rentabilidad, más aún cuando no se incorporó el componente maderable, esto puede hacer sensible el flujo de caja ante cambios en la productividad del componente principal sea cacao o café. Pese a esto, los sistemas de reconversión en específico el silvopastoril mostró indicadores similares a la contraparte convencional e incluso un mayor VPN por el aumento en la productividad.

No obstante, son los agroforestales los que más reducen la pérdida social en el largo plazo por el diferencial de captura de carbono del sistema y el carbono de referencia capturado por un bosque.

Pese a esta característica la implantación a gran escala de los agroforestales arrojó resultados menos costo-eficientes que el silvopastoril cuando se elaboró el escenario de rehabilitación de pastos en área con vocación agroforestal y aptitudes alta y medias para cacao y café.

La cifra de implementación incluso tomando escenarios conservadores alcanzó cerca de los 13 billones de pesos, para un total de 9.2 millones de hectáreas, esto que exigiría como requerimiento algo más de 1.2 billones anuales en un periodo de 10 años. Estos grandes requerimientos en restauración y rehabilitación abren la oportunidad de generar un mercado de producción de material vegetal nativo de alrededor de los 6.7 billones de pesos en un escenario de 10 años.

Es factible que este flujo de recursos pueda ir vía mercado a la economía rural colombiana y dadas las características de los viveros familiar y comunitarios rurales, resaltadas en el producto 4 de este documento que recoge los análisis de cadena de valor en el marco de la iniciativa “Sembrar nos une”, es probable que los ingresos del viverismo estén especialmente captados por la población mujer rural, quienes en mayor proporción participan de esta labor. Tal situación podría ser un mecanismo redistributivo de mercado dada la inequidad que recae sobre este sector de la población.

De manera similar, otro factor a considerar es la demanda de mano de obra rural para el establecimiento del proceso de restauración y rehabilitación. Incluso en escenarios moderados de intervención, la demanda de mano de obra (calculada sobre datos de los procesos de siembra de la iniciativa “Sembrar no Une” de los casos Fundación Miramar y empresa Bosques y Semillas, presentados en el producto 6 de esta consultoría), estaría por encima de los 54 millones de jornales, que podrían ser equivalentes a cerca de 18 mil empleos durante 10 años.

Pese a los altísimos costos de la restauración y rehabilitación generados en los procesos de degradación no resueltos por la sociedad, esta necesidad puede ser motor de un sector económico que puede tener efectos directos en la ruralidad colombiana. La manera en que se regule y se permita la participación de la población rural, balanceando la búsqueda de reducir costos, puede ser

un mecanismo de redistribución del mercado a un sector de la población que históricamente ha buscado alternativas (Anexo 2 y 3).

## Conclusiones

### **Ideas clave sobre la cadena de valor y estructura de costos de producción de material vegetal nativo.**

- Las cadenas no se encuentran tan segmentadas en eslabones intermediarios, situación que sí resulta común en el sector agropecuario y que convierten a los intermediarios en actores determinantes para la fijación de precios al productor y al consumidor.

Esto puede verse como una oportunidad para que se desarrolle un eslabón agremiado de producción conformados por distintos tamaños de viveros que puedan tener un papel relevante en el desarrollo de la cadena, así como una interlocución constante con los principales demandantes como lo es el sector institucional e implementadores de la restauración.

Lo anterior con el ánimo de generar precios de referencia, diferenciar precios, entre otros aspectos que permitan un comercio justo de una producción con características especiales de biodiversidad, producción orgánica, investigación y que puede tener un impacto social con enfoque de género, en especial en la población femenina rural quienes se dedican mayoritariamente a la labor del viverismo.

- Las estructuras de costos de los viveros presentan rigideces, en el caso observado de Fundación Miramar, si bien tienen menos costos fijos, el precio bajo impide solventar la producción sin necesidad de recurrir a la venta hacia semillas. Para el caso de Bosques y Semillas los altos costos fijos impiden que pese a un valor unitario mayor se alcance a cubrir los costos, igualmente la estructura de costo dependiente de la cantidad de tiempo que se deba mantener la plántula para su comercialización hace que la rentabilidad surja en detrimento de la diversidad de especies, más aún cuando son de lento crecimiento y que por tanto impliquen más de 1.5 años para su venta. En cualquier caso, la identificación de cuál rigidez específica enfrenta cada vivero permitirá fijar estrategias para un mejor desempeño.

- Aspectos como la asociatividad o agremiación de los viveros, generación de paquetes tecnológicos, generación de precios de referencia pueden tener un impacto alto en el fortalecimiento de la cadena con criterios de equidad y acceso al mercado.

### **Ideas clave sobre la implementación de la restauración y estructura de costos de los procesos de siembra.**

- Es posible establecer una estructura de costos a partir del componente de siembra ya que este puede significar entre un 55% y un 70% del valor por hectárea restaurada. Es decir que siendo el componente principal de la restauración cuando el enfoque es el enriquecimiento con árboles, es factible identificar una estructura de costos que contribuya a la planeación de los proyectos y programas. Los datos a continuación se desprenden de la estructura de costos descrita en el estudio.

- Bajo un precio alrededor de los 2500 pesos por planta y densidades de 1500 árboles por hectárea el peso relativo de la planta y su siembra se sitúa en 60%.

- El precio de planta más su siembra, estaría en promedio situado alrededor de 5222 pesos por árbol. De los cuales la planta puede representar el 52%.

- La mano de obra puede aumentar el valor si el pago se realiza por siembra de árbol, cerca del 20% respecto al promedio de 2500 pesos/árbol alcanzando los 3000 pesos árbol/plantado, o hasta 44% respecto al pago por jornal. No obstante el pago por árbol puede incrementar hasta el doble la productividad en la siembra pasando de cerca 45 plantas sembradas por jornal, hasta 90 plantas por día pagadas por árbol sembrado.

- A partir del costo promedio de siembra (planta más la mano de obra) se sugiere una estructura de incrementos respecto a esta actividad según el componente que se adicione. De este modo, si se requiere aislamiento el precio respecto a la siembra se incrementa en 51%. El mantenimiento incrementa entre un 12% y un 22%, el transporte entre 17% y 29%. La asistencia técnica puede sumar otro 21%.

En este sentido, si un proyecto debe incluir los demás componentes, el valor por árbol se incrementa en un 123% respecto al valor promedio de siembra; con lo que estaría cercano a los 12000 pesos, lo que incluiría aislamiento, transporte, mantenimiento y asistencia técnica.

- Considerando los efectos sociales que puede tener la restauración en el ámbito rural tanto por la producción del material vegetal como de la mano de obra para la siembra, lograr un menor costo de los proyectos de restauración a cuenta del valor del material vegetal o al jornal estaría por fuera de una noción de comercio justo.

Sin embargo, se pueden planear estrategias para optimizar costos reduciendo requerimientos de transporte, por ejemplo, vía promoción de redes de viveros regionales y locales. Se debe tener en cuenta que aspectos culturales respecto al transporte pueden influir en los procesos, por ejemplo, cuando la población presta sus medios para el transporte. Igualmente las condiciones del costo general del transporte en las distintas regiones pueden afectar el valor por árbol.

También es posible la optimización del costo de la asistencia técnica evitando la dispersión de proyectos, lo que permite la contratación de asistencia técnica para cubrir un mayor número de hectáreas. Con esto no se subvalora la asistencia técnica como un aspecto clave, pero se insiste en que la multitud de proyectos pequeños hace que se requiera contratar más asistencia técnica elevando los costos fijos por hectárea. Por el contrario, proyectos más grandes pueden contratar asistencia técnica cuyo valor por hectárea tiende a disminuir, obviamente hasta el límite en que la efectividad de dicha asistencia sea adecuada.

### **Ideas clave sobre la rehabilitación, sistemas de reconversión productiva y valor agregado de la restauración.**

- Los análisis de costos beneficio, para los sistemas convencionales y de reconversión mostraron por un lado, como los sistemas convencionales pueden ser favorables desde el punto de vista económico ya sea por el elevado flujo de ingreso que pueden generar como el caso del café pese a que la carga de costos también es elevada y puede ser insostenible sin un buen flujo de capital, en general dado por la mayor escala de la producción. En forma similar la ganadería convencional es muy eficiente dado el flujo de ingresos que puede alcanzar con respecto a los bajos costos que acarrea.

- Si bien los sistemas de reconversión son menos rentables en la actividad base, la inclusión del potencial maderable e incluso el valor agregado de la restauración como puede ser los productos de las abejas, significan una mayor rentabilidad y mejores indicadores en el largo plazo. Superando los sistemas convencionales entre 2 (agroforestales) y casi 18 veces en la relación beneficio-costo, esta última alcanzada por los sistemas silvopastoriles.

- En el ejercicio realizado los sistemas agroforestales son los que más reducen la pérdida social en el largo plazo por el diferencial de captura de carbono del sistema y el carbono de referencia capturado por un bosque.

### **Ideas clave sobre la restauración basada en funcionalidad del paisaje.**

- Basado en un ejercicio de conectividad de áreas protegidas (Correa-Ayram, 2017) a nivel nacional, se ajustaron y seleccionaron las áreas de más alta probabilidad para la conectividad, y cinturones verdes para núcleos boscosos y áreas protegidas, se obtuvo un área potencial de 9.2 millones de hectáreas donde se realizan estrategias de enriquecimiento para restauración ecológica y rehabilitación (agroforestales y silvopastoriles).

Los costos de restaurar estas áreas ascenderían a 13 billones de pesos, que distribuidos, por ejemplo, en un programa de 10 años podrían significar cerca de 1.2 billones anuales.

- La demanda agregada de material vegetal nativo podría superar 2470 millones de árboles, que distribuido en un periodo de 10 años significaría una demanda de 247 millones al año.

- Estos grandes requerimientos en restauración y rehabilitación abren la oportunidad de generar un mercado de producción de material vegetal nativo de alrededor de los 6.7 billones de pesos, que representaría cerca de 670 mil millones de pesos anuales en un escenario de 10 años.

Es factible que este flujo de recursos pueda ir vía mercado a la economía rural colombiana y dadas las características de los viveros familiares y comunitarios rurales, es probable que los ingresos del viverismo estén especialmente captados por la población mujer rural, quienes en mayor proporción participan de esta labor. Tal situación podría ser un mecanismo redistributivo vía mercado dada la inequidad que recae sobre este sector de la población, alcanzando un impacto social directo.

- Retomando las cifras de capacidad de los viveros comunitarios consideradas en este estudio donde viveros de tipo comunitario o pequeña empresa podrían tener capacidad de producir 100 mil plántulas al año, entonces el mercado que se asume aquí podría permitir la entrada de alrededor de 2400 viveros pequeños, o diferentes combinaciones de grandes y pequeños viveros.

- De manera similar, otro factor a considerar es la demanda de mano de obra rural para el establecimiento del proceso de restauración y rehabilitación. Incluso en escenarios moderados de intervención, la demanda de mano de obra estaría por encima de los 54 millones de jornales, que podrían ser equivalentes a cerca de 18 mil empleos anuales durante 10 años.

Esta demanda puede ser considerada como una potencial para la ruralidad donde se desarrolle la restauración, pero también puede observarse como una limitante para el desarrollo de grandes programas de restauración por el déficit de mano de obra rural que puede encontrarse en distintas regiones.

- El potencial de abatimiento al concluir un programa de esta magnitud podría estar en escenarios moderados de captura de biomasa aérea y sin incluir suelo o biomasa radicular en cerca de 1200 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e, valoradas en cerca de 19.2 billones de pesos. Lo que muestra la costo-eficiencia de la restauración en términos generales mostrando una relación beneficio costo de 1.48.

No sobra indicar que este beneficio es un indicador moderado en carbono, y tampoco toma en cuenta los demás beneficios en términos de funcionalidad ecosistémica, por tanto en servicios ecosistémicos y por consiguiente en términos sociales de la restauración y que por su complejidad no se tomaron en consideración para este ejercicio y su valoración.

## Agradecimientos

El presente trabajo fue posible a la colaboración de la información recopilada en la iniciativa 180 millones de árboles, convenios Bosques y Semillas y Fundación Miramar. Asimismo, agradecemos la información brindada por el investigador Mauricio Aguilar Garavito del Instituto Humboldt, Alexandra Rodríguez del Invemar, David Echeverrri de Cornare, Beatriz Miranda de Enel.

## Referencias

Agrosavia. (2020). *Arreglo silvopastoril basado en eucalipto para la producción de leche de vaca y madera en ganaderías de doble propósito en el Caribe seco.*

Andrade, H. J., Marín, L. M., & Pachón, D. P. (2014). Fijación de carbono y porcentaje de sombra en sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) en el Líbano, Tolima, Colombia. *Bioagro*, 26(2), 127–132.

Asocarbono. (2021). *MERCADO COLOMBIANO DE CARBONO.*

Barragan, W., Mahecha, L., & Cajas, Y. (2016). Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río Sinú, Colombia. *Rev Colombiana Ciencia Animal*, 8(2), 187–196.

Cardona-Calle, D. A., & Sadeghian-Kh, S. (2005). Beneficios del sombrío de guamo en suelos cafeteros. *Avances Técnicos - Cenicafe*, 335, 8. Retrieved from <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/411/1/avt0335.pdf>

Compañía Nacional de Chocolates. (2021). *Sistemas agroforestales sostenibles.* Medellín.

Correa-Ayram, C. (2017). *Modelo de conectividad Areas Protegidas Colombia.*

Cubidez-Ariza, A. (2021). Análisis de la cadena de valor del material de siembra con énfasis en procesos de restauración en el corredor de páramos de Cundinamarca. Bogotá.

Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. (2021). *Cadena de cacao.*

Dirección de Cadenas Pecuarias Pesqueras y Acuícolas. (2020). *Cadena de las Abejas y la Apicultura.*

Farfán, F. (2014). *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café.* Manizales.

Farfán V., F. (2010). Café orgánico al sol y bajo sombrío. Una doble posibilidad para la zona cafetera de Colombia. *CENICAFE. Avances Técnicos* 399, (8), 1–8. Retrieved from <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/360/1/avt0399.pdf>

Federación Colombiana de Ganaderos. (2014). *FORO GANADERÍA REGIONAL VISIÓN 2014 -2018 Resumen y Conclusiones.*

Finagro. (2017). *Marco de Referencia Agroeconómico Café Sombrío.* 1–12.

- Giraldo, L., Zapata, M., & Montoya, E. (2006). Estimación de la captura y flujo de carbono en silvopastoreo de *Acacia mangium* asociada con *Brachiaria dictioneura* en Colombia. Estimation of the carbon capture and flow in a silvopastoral system of *Acacia mangium* associated to *Brachiaria dictioneura* in Co. *Pastos y Forrajes*, 29(4).
- Gutiérrez, J., Burkart, S., Hering, J., Muñoz, J., Enciso, K., Bravo, A., ... Urrea, J. (2018). Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas. *Publicación CIAT*, 471.
- Hernandez, R., Ospina, C., Sanchez, F., Rincon, E., Augusto, C., José, R. C., ... Obando, D. (2010). *Majo silvicultural Cordia alliodora*.
- Phillips, J. F., Duque, A. J., Cabrera, K. R., Yepes, A. P., Navarrete, D. A., García, M. C., ... Vargas, D. M. (2011). Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. In *Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., C. D. (2011). *Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos*.
- Plataforma Comercio Sostenible. (2014). *Estudio de caso costos de producción de café 2014*.
- Restrepo, F. C. (2008). *El debate de la tasa social de descuento de largo plazo: estado del arte* 1. 61–82.
- Rodríguez-Rodríguez, J. A., Mancera-Pineda, J. E., & Tavera, H. (2021). Mangrove restoration in Colombia: Trends and lessons learned. *Forest Ecology and Management*, 496(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119414>
- Rojas, M. T. (2019). *PORTAFOLIO DE OPORTUNIDADES PRIORIZADAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARA LA AMAZONÍA COLOMBIANA, BASADO EN LA METODOLOGÍA ROAM PROPUESTA POR IUCN. Documento con los costos estimados y los beneficios de las diferentes opciones viables de restauración*.
- Roncallo, B., Murillo, J., & Barros, J. (2010). *Diseño y aplicación del sistema agrosilvopastoril, basados en ceiba roja (Pachira quinata), para mejorar la productividad de empresas ganaderas en el Cesar*.
- Santamaría, A. (2021). *ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIAL VEGETAL FORESTAL EN EL MUNICIPIO DE DIBULLA, LA GUAJIRA*. Bogotá.
- Semana. (2016). *La maldición de Buriticá*.