

CONTRIBUCIÓN DE ESPECIES NATIVAS COMO SUMIDEROS DE CARBONO  
PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO

MARIA SOFIA RUEDA BARRERA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL BUCARAMANGA

2019

CONTRIBUCIÓN DE ESPECIES NATIVAS COMO SUMIDEROS DE CARBONO  
PARA REDUCIR LA HUELLA DE CARBONO

MARIA SOFIA RUEDA BARRERA

Práctica empresarial para optar por el título de ingeniera ambiental

DIRECTOR

KENTO TARO MAGARA GÓMEZ

Ingeniero Químico

Msc. Ingeniería Química e Ingeniería Ambiental

Ph.D Química y Tecnología Ambiental

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL BUCARAMANGA

2019

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bucaramanga, Junio de 2019.

“Somos lo que hacemos día a día. De modo que la excelencia no es un acto, sino un hábito”

-Aristóteles

## DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por darme la fortaleza que necesito para continuar siempre que encuentro un obstáculo, por iluminarme en cada decisión que tomo, por permitirme estar donde estoy y por todo lo que tiene preparado para mí.

A mi madre Luz Stella, por hacerme ver que los grandes sueños requieren grandes sacrificios, gracias mamá por recordarme que soy capaz de cumplir cada meta que me proponga, y sobre todo, por enseñarme a dar lo mejor de mí al mundo sin esperar algo a cambio.

A mi padre Reinaldo, por enseñarme a trabajar con esfuerzo y dedicación, por siempre apoyarme, aun cuando me equivoqué, por recordarme que en este mundo mi única competencia debe ser conmigo misma día tras día.

Gracias padres por creer en mi aun cuando yo misma dudé de mis capacidades, son mi ejemplo más grande de amor y estoy segura de que mis logros son el reflejo de la entrega total en mi crianza por parte de ambos, ustedes son mi motivación más grande.

A mis amigos, Claude, Daniela y Haidy, quienes más que amigos son mis hermanos de la vida, agradezco a ustedes por cada esfuerzo que han hecho por mí, por tenerme tanta paciencia y por tanta incondicionalidad, tenerlos en mi vida es sin duda de los privilegios más grandes que he tenido.

A mis docentes, gracias por exigirme y demostrarme que las limitaciones son mentales y que el lugar en el que estamos es el producto de nuestras acciones, ustedes me formaron no solo como profesional sino también como persona.

Gracias Unidad de Gestión Ambiental del Banco de la República, por darme la oportunidad de demostrar todo lo que he aprendido, gracias por su apoyo y por terminar de formarme como profesional.

Gracias a todos los que me han acompañado en el camino de la vida, soy el producto de mi entorno y ustedes me han inspirado para poder cumplir todas mis metas. Han hecho que tenga un motivo más para darle al mundo mi mejor versión.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO.....</b>	<b>12</b>
<b>GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE.....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>1. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
<b>2. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
<b>5. PLAN DE TRABAJO.....</b>	<b>27</b>
<b>6. CONTENIDO TEMÁTICO DESARROLLADO.....</b>	<b>28</b>
6.1. PRÓLOGO.....	28
6.2. ANTECEDENTES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA HUELLA DE CARBONO, LAS COMPENSACIONES AMBIENTALES Y LA LEGISLACIÓN COLOMBIANA PERTINENTE .....	30
6.2.1. Cambio Climático .....	30
6.2.2. Huella de Carbono (HC). .....	31
6.2.3. Compensaciones Ambientales. ....	32
6.2.4. Legislación Ambiental Colombiana.....	33
6.2.5. Plan Verde. ....	36
6.3. ASPECTOS RELEVANTES SOBRE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL.....	42
6.4. PROYECTOS NACIONALES DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL EMPLEANDO PRÁCTICAS DE REFORESTACIÓN .....	45
6.5. PROYECTOS DESARROLLADOS COMO COMPENSACIÓN/MITIGACIÓN AMBIENTAL IMPUESTA POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE .....	46
6.6. COSTOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE REFORESTACIÓN .....	54
6.7. ESPECIES FORESTALES NATIVAS QUE PUEDEN SER BENEFICIADAS CON EL CERTIFICADO .....	56
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>

**8. BIBLIOGRAFÍA.....63**

## TABLA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Organigrama Banco de la República de Colombia. ....	22
---	----

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A. PLAN DE TRABAJO**

## GLOSARIO

**CALENTAMIENTO GLOBAL:** Incremento de la temperatura de la atmósfera terrestre asociado en parte a la emisión de gases de efecto invernadero.

**CAMBIO CLIMÁTICO:** fenómenos provocados total o parcialmente por el aumento en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, principalmente CO<sub>2</sub>, relacionado de forma directa o indirecta, con actividades humanas como el uso de combustibles fósiles y la deforestación

**CARBONO NEUTRO:** Entidad capaz de compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente mediante estrategias de compensación que pueden involucrar proyectos de reforestación, implementación de nuevas tecnologías más limpias, apoyo económico a proyectos que incentiven secuestro de carbono, compra de bonos de carbono, entre otros.

**COMPENSACIONES AMBIENTALES:** instrumento de gestión ambiental, establecidos desde 1993. Sin embargo estas acciones de conservación y restauración ambiental, realizadas como compensación ambiental, no han arrojado los resultados esperados.

**ESPECIES FORÁNEAS:** Especies forestales que no son propias de un determinado lugar, sino que por el contrario, fueron introducidas.

**ESPECIES NATIVAS:** Especies forestales autóctonas de cierto lugar.

**HUELLA DE CARBONO:** Representada por una cierta cantidad de emisiones gaseosas relevantes para el cambio climático y asociados actividades de producción o consumo humano.

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** Contribución de Especies Nativas como Sumideros de Carbono para Reducir la Huella de Carbono

**AUTOR(ES):** Maria Sofia Rueda Barrera

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR(A):** Kento Taro Magara Gómez

### RESUMEN

El siguiente documento presenta la información relevante encontrada en la recopilación bibliográfica, realizada durante la práctica empresarial en el Banco de la República sobre la relación cambio climático, huella de carbono, y compensación de huella. La problemática general que expone el cambio climático, el cual puede ser evidenciado en la disminución de la superficie terrestre cubierta por hielo, el aumento del nivel del mar, los aumentos o disminuciones inesperadas en la precipitación, entre otros. La contribución al cambio climático en la industria puede ser medida a partir de variables como la huella de carbono, se representa por la cantidad de emisiones gaseosas relevantes para el cambio climático y asociados a la producción o consumo humano. Su medida puede obtenerse mediante el empleo de calculadoras, factores de emisión, análisis de ciclo de vida, etc. Para demostrar interés por el cuidado y preservación del ambiente, las compañías han desarrollado estrategias de compensación de la huella de carbono, entre ellas la regeneración con especies nativas, las cuales promueven una mejor interacción entre las especies que se encuentren en el ecosistema. Cabe mencionar que, mediante la resolución No. 80 de 2013, Colombia establece 6 especies forestales como autóctonas, Roble, Ceiba Roja, Nogal Cafetero, Balso, Caucho y Guadua. Hoy en día la problemática del cambio climático encuentra un apoyo en la legislación colombiana, gracias a esto, la conciencia ambiental industrial se ha visto afectada positivamente y han empezado a surgir cambios, sin embargo, falta mucho camino por recorrer en materia ambiental.

### PALABRAS CLAVE:

CAMBIO CLIMÁTICO, HUELLA DE CARBONO, COMPENSACIÓN,  
REGENERACIÓN FORESTAL, ESPECIES NATIVAS

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** Native Species Contribution as a Carbon Sinks to Reduce Carbon Footprint

**AUTHOR(S):** Maria Sofia Rueda Barrera

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR:** Kento Taro Magara Gómez

### ABSTRACT

The next document presents the relevant information that was found in the bibliographic compilation, done in the internship at Banco de la República de Colombia about the relation between climate change, carbon footprint and compensation of the footprint. The general problematic that climate change has exposed, that may be evidenced by the diminution of the ice covered surface area, the increase of the sea level, the unexpected increases and decreases of precipitation, etc. The industrial contribution to the climate change may be measured from variables as the carbon footprint, is represented by gaseous emissions quantity relevant to climate change and associated to human production and consumption. Its measure can be obtained using calculators, emission factors, life cycle analysis, etc. To demonstrate interest in the care and preservation of the environment, companies have developed carbon footprint compensation strategies, one of them, the regeneration by using native species, which promotes a better interaction between the species which are in the ecosystem. It is worth mentioning that, thanks to the Resolution No. 80 of 2013, Colombia has established 6 forest species as autochthonous, Roble, Ceiba Roja, Nogal Cafetero, Balso, Caucho and Guadua. Nowadays, the climate change problematic finds a support in the Colombian legislation, thanks to this, the industrial environmental awareness has been affected positively and has begun to change, nevertheless, there is still a long way to go in environmental matters.

### KEYWORDS:

CLIMATE CHANGE, CARBON FOOTPRINT, COMPENSATION, FOREST REGENERATION, NATIVE SPECIES.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## INTRODUCCIÓN

El Banco de la República de Colombia, demuestra su compromiso e interés con la preservación del medio ambiente, y reducción de las emisiones de carbono; para lo cual está desarrollando un proyecto sobre estrategias para reducir la huella de carbono, entre las cuales se encuentra la compensación de huella de carbono mediante la siembra de especies vegetales nativas. En tal sentido, asignó a la estudiante la realización de una revisión bibliográfica de los aspectos asociados a cambio climático, huella de carbono y compensación de huella de carbono, mediante la búsqueda de información en bases de datos indexadas, con el fin de sustentar el proyecto con información actualizada que pueda ser utilizada a lo largo del desarrollo del proyecto del Banco.

El Banco está interesado en promover la economía baja en carbono, y esta definiendo una línea base para conocer los antecedentes existentes en Colombia, que pudieran estar asociados a cambio climático, compensación de Huella de Carbono, gobernanza de la Huella de carbono y economía verde.

El siguiente documento es el producto de una práctica empresarial, realizada en la Unidad de Gestión Ambiental - UGA del Banco de la República de Colombia, en la ciudad de Bogotá, bajo los lineamientos, condicionantes y objetivos de la dirección de la UGA, y durante un periodo de seis meses, bajo la coordinación del Director, ingeniero Roberto Saavedra A.

La búsqueda de información relevante se constituye en un ciclo enfocar – buscar – referenciar - analizar – profundizar – en los temas de importancia, información que será procesada en la siguiente fase del proceso de huella de carbono neutra.

La información encontrada evidencia que el tema de cambio climático y Huella de carbono es una relación que requiere estudiarse detalladamente para ofrecer alternativas de intervención a las compañías u organizaciones y al Estado

colombiano, en función de tomar medidas frente al cambio climático y los impactos ambientales que se generan.

La información relevante aquí presentada no representa un juicio de opinión del Banco, ni de ninguno de sus directivos; ni implica un juicio sobre las actividades, empresas o referencias aquí presentadas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Las opiniones, errores u omisiones de los autores son su responsabilidad, por lo que no reflejan las del Banco de la República ni la de su Junta Directiva.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Identificar fuentes y contenidos de información relevantes para determinar el estado del arte y relación entre cambio climático, huella de carbono y compensación de huella de carbono.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer los avances en la información sobre el estado del cambio climático.
- Determinar experiencias en modelos de compensación de huella de carbono.
- Reconocer experiencias en compensación de huella de carbono mediante regeneración con especies nativas.

## **2. GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN.**

El Banco de la República es un órgano del Estado de naturaleza única, con autonomía administrativa, patrimonial y técnica, que ejerce las funciones de banca central. Según la Constitución, el principal objetivo de la política monetaria es preservar la capacidad adquisitiva de la moneda, en coordinación con la política económica general, entendida como aquella que propende por estabilizar el producto y el empleo en sus niveles sostenibles de largo plazo. En ejercicio de esta función adopta las medidas de política que considere necesarias para regular la liquidez de la economía y facilitar el normal funcionamiento del sistema de pagos, velando por la estabilidad del valor de la moneda.

Las funciones especiales asignadas al Banco comprenden la de regular la moneda, los cambios internacionales y el crédito, emitir la moneda legal colombiana, administrar las reservas internacionales, ser prestamista y banquero de los establecimientos de crédito y servir como agente fiscal del Gobierno. Como parte de sus funciones, el Banco también contribuye a la generación de conocimiento y a la actividad cultural del país.<sup>2</sup>

Dirección sucursal en Bucaramanga: Carrera 19 # 34-47

Tel. (571) 343 1111

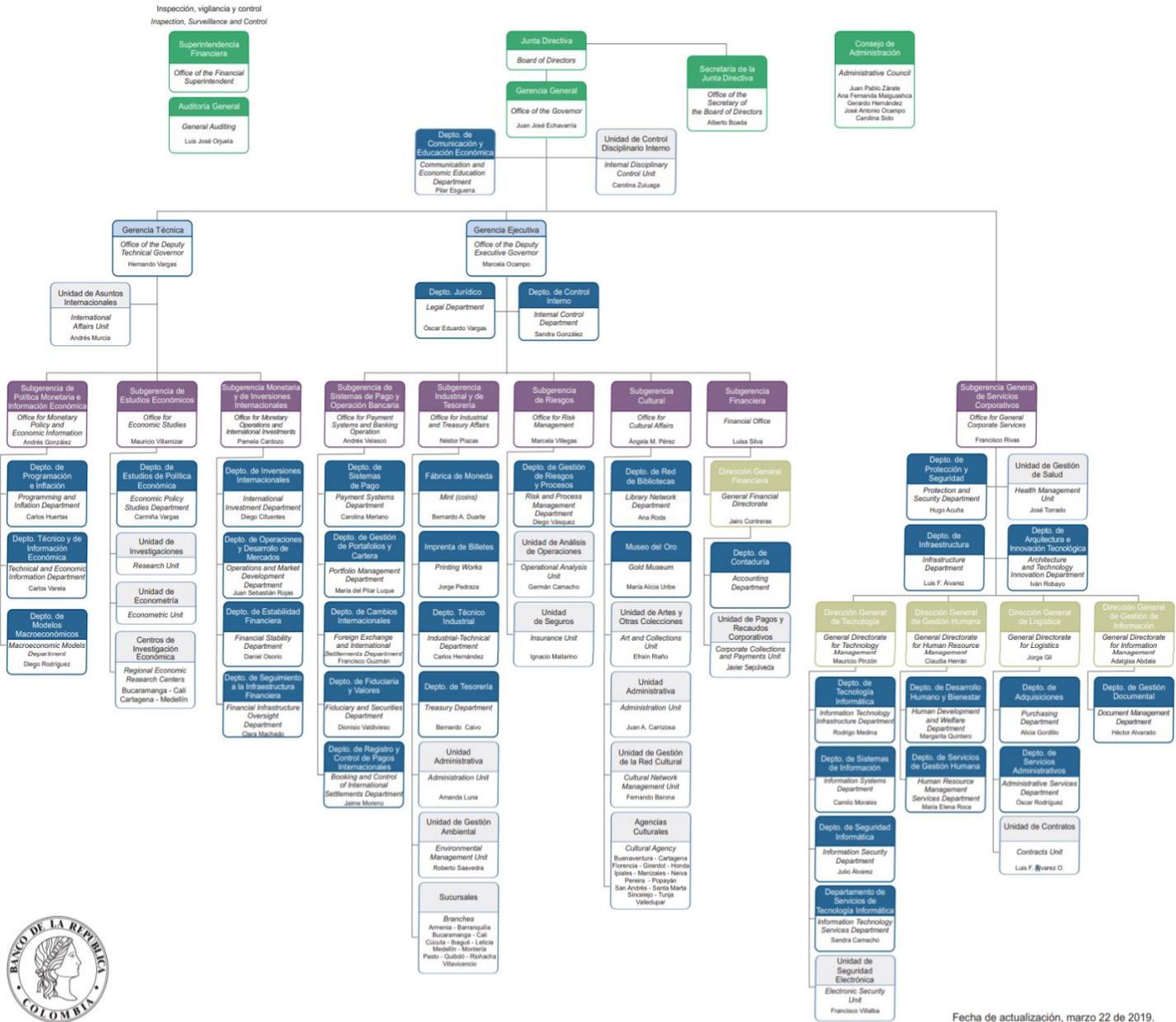
Dirección Sede Principal: carrera 7 # 14-78, Bogotá, D.C.

Tel. 6334109

---

<sup>2</sup> Banco de la Republica, 2012, <http://www.banrep.gov.co/es/el-banco/que-hacemos>

**Gráfica 1. Organigrama Banco de la República de Colombia.**



Fecha de actualización, marzo 22 de 2019.

Fuente: Banco de la República de Colombia.

### **3. POLÍTICA DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL BANCO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA<sup>3</sup>**

El Banco de la República en el desarrollo de sus funciones de banca central, establecidas por la Constitución Política de Colombia, es consciente de su compromiso con el cuidado del medio ambiente, por lo cual promueve la implementación de medidas enfocadas a la prevención, control y mitigación de los aspectos e impactos ambientales generados de sus operaciones. La política de gestión ambiental es establecida por la Alta Dirección del Banco y aplica a todos los funcionarios, incluyendo personal que labore en calidad de temporales o contratistas. La ejecución y control de la política de gestión ambiental y los planes derivados de ésta, están a cargo de los Gerentes, Subgerentes, Directores Generales, Directores de Departamento y Unidad, Directores de la Imprenta de Billetes y Fábrica de Moneda y Gerentes de Sucursales y Agencias Culturales. La Unidad de Gestión Ambiental brindará apoyo y asesoría para implementar y ejecutar las políticas definidas. Las actividades y procesos ejecutados por las diferentes áreas deberán orientarse por las siguientes políticas:

- Compromiso con el cumplimiento de normatividad: Asegurar el estricto cumplimiento de la legislación ambiental vigente en todas las actividades desarrolladas por el Banco.
- Gestión sostenible de recursos: Usar eficientemente los recursos necesarios para el desarrollo de cada uno de los procesos (agua, energía, materias primas e insumos) persiguiendo metas de ahorro.
- Gestión integral de residuos: Prevenir la generación de residuos, reducir su cantidad y dar el manejo adecuado para su tratamiento y disposición final.

---

<sup>3</sup> Banco de la Republica, 2012, documento interno

Igualmente, en la adquisición de bienes y en la contratación de servicios con terceros, se debe propender por la adecuada disposición final de los residuos, requerida al término de vida útil del bien o a la finalización del servicio.

- Gestión en vertimientos y emisiones: Controlar y minimizar las emisiones atmosféricas y la generación de vertimientos a las redes de alcantarillado y otros posibles impactos a la comunidad.
- Mejoramiento continuo: Mejorar continuamente el desempeño ambiental del Banco, teniendo como base el control de los procesos con información fiable y oportuna, la verificación, la medición, el seguimiento, la concientización ambiental y la adopción de medidas preventivas y correctivas.
- Gestión presupuestal: Identificar las necesidades presupuestales requeridas para el desarrollo de planes y programas ambientales adelantando los trámites pertinentes con las áreas interrelacionadas.
- Rendición de informes: Registrar y reportar oportunamente la información relacionada con los procesos de generación de residuos, consumo de recursos, ejecución presupuestal y otros aspectos relacionados, que requerirá la Unidad de Gestión Ambiental para consolidación, análisis y posterior reporte a las Autoridades respectivas.
- Gestión en Infraestructura: Concebir los planes de edificación de nuevos inmuebles o de actualización de los existentes, dentro del marco de las buenas prácticas frente a la preservación y sostenibilidad del medio ambiente.

El Banco de la República, a través de la Unidad de Gestión Ambiental, consolidará y presentará informes periódicos públicos sobre su gestión ambiental y el cumplimiento de indicadores, objetivos y metas propuestas.

#### 4. METODOLOGÍA

Bajo la directriz del Director de la Unidad de Gestión Ambiental del Banco de la República, se realizó una búsqueda y recopilación bibliográfica en bases de datos como Environment Complete, GreenFILE, Nature, Science Direct, Industrial and Engineering Chemistry Research, entre otras. También fue de interés del Banco, conocer aspectos económicos de la compensación mediante siembra de especies vegetales, sin embargo, debido a la poca facilidad para obtener información sobre costos, ubicación, y demás generalidades sobre proyectos desarrollados como compensación mediante el uso de reforestación, fue necesario acudir a las fuentes primarias mediante correos electrónicos, llamadas telefónicas y reuniones, datos sobre los que se asume la buena fe de quien los suministro.

Para el desarrollo de la práctica empresarial se ejecutaron las siguientes actividades organizadas en orden cronológico, encaminadas a identificar las fuentes de información relevantes para determinar el estado del arte y relación entre el cambio climático, la huella de carbono y la compensación de la huella de carbono, y de esta forma, identificar los beneficios de la implementación de proyectos de reforestación con especies nativas como sumideros de carbono:

- Revisión bibliográfica de antecedentes sobre el cambio climático, la huella de carbono, las compensaciones ambientales, y la legislación colombiana pertinente
- Revisión bibliográfica de aspectos relevantes sobre la compensación ambiental
- Revisión de información sobre proyectos nacionales de compensación ambiental empleando prácticas de reforestación
- Evaluación de costos de desarrollo de proyectos de reforestación precedentes.
- Recopilación de información sobre especies forestales nativas que pueden ser

beneficiadas por estímulos tributarios o fiscales.

Al avanzar en cada una de las anteriores actividades, se realizaron reuniones con el Director de la Unidad de Gestión Ambiental para analizar la información encontrada y profundizar en algún tema o referencia de interés para el proyecto del Banco. Así mismo, dichas reuniones tenían como objetivo fortalecer la formación de la estudiante en los temas recopilados, mediante la explicación de las aplicaciones prácticas que el Banco encontraba respecto a los conocimientos referenciados.

## 5. PLAN DE TRABAJO

Para conocer el tiempo en el que se desarrollaron las actividades planeadas ver el Anexo A.

- Inducción al sistema de sostenibilidad del Banco de la República
- Inducción al sistema de gestión ambiental del Banco de la República
- Realización de inspecciones planeadas a factores ambientales
- Identificación de características de Huella de Carbono
- Revisión bibliográfica de aspectos de reducción de Huella de Carbono
- Planteamiento del proyecto de investigación “Contribución de Especies Nativas, Como Sumideros de Carbono”
- Desarrollo de consultas de fuentes de información sobre el proyecto
- Retroalimentación sobre información recopilada
- Búsqueda de información técnico-económica sobre sistemas de regeneración de predios con especies nativas
- Exploración de mercado de potenciales proveedores
- Presentación informe final

## **6. CONTENIDO TEMÁTICO DESARROLLADO**

A continuación, se presentan aspectos relevantes de la información recopilada sobre las temáticas relacionadas con el cambio climático, la huella de carbono, las compensaciones ambientales, la legislación colombiana pertinente y la incorporación de la reforestación como método de compensación ambiental.

Es de resaltar que la recopilación bibliográfica de información forma parte de un proyecto de Reducción de la Huella de Carbono que el Banco realiza y que excede el alcance de la pasantía, pero que la información recopilada es fundamental para interpretar e implementar dicho proyecto.

### **6.1. PRÓLOGO**

El cambio climático es una problemática mundial cuya definición ha sufrido cambios desde principios del siglo XIX hasta el día de hoy. La universidad Autónoma de Nuevo León (UNAL), define el cambio climático como los fenómenos provocados total o parcialmente por el aumento en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, principalmente CO<sub>2</sub>, relacionado de forma directa o indirecta, con actividades humanas como el uso de combustibles fósiles y la deforestación, (UANL, 2003).

De manera general, el cambio climático se evidencia en cambios como la disminución de la superficie terrestre cubierta por hielo, la reducción del tiempo en el que lagos y ríos permanecen congelados durante el año, el aumento en el nivel medio del mar, cambios en los patrones de precipitación, variaciones en la velocidad de los vientos y la nubosidad, aumento de epidemias de dengue y malaria, etc. (González Elizondo, Jurado Ybarra, Aguirre Calderón, Jiménez Pérez, & Návar Cháldez, 2003). En Colombia, suceden cambios como el blanqueamiento de corales en el caribe, la pérdida de biodiversidad asociada a este ecosistema,

existe repercusión en el sector turístico, pesquero y la seguridad alimentaria, se intensifican fenómenos internos del sistema climático como “El Niño”, y su complemento “La Niña”, hay desprotección frente a marejadas y huracanes, etc. (Posada, 2007).

Según modelos computarizados de la Universidad de Princeton, los ciclones y huracanes en el mar Atlántico, están estrechamente relacionados con el cambio climático, cuando la temperatura de la superficie del mar tiene cambios anormales se da una mayor actividad, (Europa Press, 2018). Estos fenómenos repercuten en la economía mundial; en Latinoamérica y el Caribe, los huracanes producen una caída en la producción económica de aproximadamente el 0.83%; si el nivel del mar aumentara 20cm, las inundaciones costeras generarían pérdidas aproximadas de \$940.000.000 de dólares anuales en las ciudades costeras de Latinoamérica, y si el aumento fuera de 40cm, las pérdidas podrían llegar a \$1,2 billones de dólares; el agotamiento del agua repercutiría en una disminución del 62% de la producción de madera, la tasa de mortalidad de los arboles llegaría a casi duplicarse. Si la temperatura llegará a aumentar 4°C, las perdidas por tormentas y daños en infraestructura y pérdidas por turismo podrían llegar a \$46 billones de dólares, (Reyer, y otros, 2017).

El cambio climático va ligado a la emisión de GEI, en especial a la emisión del dióxido de carbono, y con el interés en esta problemática surgió un nuevo término, “Huella de Carbono” (HC), Wiedmann y Minx, afirman que: “la HC se representa por una cierta cantidad de emisiones gaseosas relevantes para el cambio climático y asociados a actividades de producción o consumo humano”, (Wiedmann & Minx, 2008). Para medir la HC pueden emplearse calculadoras de HC, se puede realizar cálculos mediante factores de emisión y/o considerar datos de actividad evaluados con el BOM (bill of materials), o se puede obtener a través de una evaluación del ciclo de vida; la Secretaria Distrital de Ambiente, por ejemplo, propone que las entidades del distrito Capital empleen el mecanismo definido en el protocolo Green House Gas Protocol (GHG), (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013). Para los autores del artículo Product carbon footprint for Product Life Cycle Under

Uncertainty, “las incertidumbres ligadas a medir la HC, bien sean incertidumbres técnicas asociadas a modelación incompleta, o cuantificación de datos limitada, muestreos inefectivos, suposiciones erradas, entre otras, o incertidumbres de variabilidad natural”, (Bin, Qijun, & Zhongqiang, 2018); pueden disminuirse mediante evaluaciones más rigurosas y detalladas.

Una HC elevada, refleja un impacto negativo sobre el planeta, una contribución a que el cambio climático y el calentamiento global empeoren, y es por esto que se generan las compensaciones, estas actúan como un método capaz de resarcir el daño ambiental generado, CeroCO2 menciona que: “consisten en el aporte económico (proporcional a las toneladas de CO2 generadas), para un proyecto cuya finalidad sea captar una cantidad equivalente de toneladas de CO2 a las generadas; en estas compensaciones se incluyen proyectos de reforestación, regeneración con especies nativas, proyectos de ahorro y/o eficiencia energética, sustitución de combustibles fósiles por energías renovables, tratamiento de residuos, deforestación evitada, entre otros,” (CeroCO2, SF).

Las empresas capaces de compensar sus emisiones mediante las prácticas mencionadas pueden llegar a convertirse en carbono neutro, básicamente, son organizaciones capaces de operar con un impacto cero de GEI, para ello, la compañía debe evaluar su HC y con esta evaluación decidir mediante qué tipo de proyecto o actividad pueden compensar la HC y equilibrar sus emisiones de GEI. Esto permite obtener ventajas competitivas y beneficios que repercuten en ahorro económico. (Walenta, 2015).

## **6.2. ANTECEDENTES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA HUELLA DE CARBONO, LAS COMPENSACIONES AMBIENTALES Y LA LEGISLACIÓN COLOMBIANA PERTINENTE**

6.2.1. Cambio Climático. Entre finales de los años 80 y el año 1990 surgieron importantes acciones vinculadas a la preocupación mundial frente al cambio climático; en 1988, se dio la creación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), encargado de establecer las

políticas a seguir, soportadas científicamente con el conocimiento actual sobre cambio climático.

Desde su creación el IPCC, ha tenido la responsabilidad de elaborar reportes cada cierto tiempo, donde se retroalimentan las políticas formuladas. A la fecha, se han publicado cinco informes completos; el primero, publicado en 1990, se centra en la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC); en 1995, tras la elaboración del Protocolo de Kyoto, se transmitió el segundo reporte; seis años después se generó el tercer informe, abordando los impactos del cambio climático y la necesidad de adaptación. En el 2007, se publicó sobre la necesidad de limitar el calentamiento global a 2°C; y por último, en el periodo 2014-2018, salió al público el reporte que afrontaba el Acuerdo de París, (IPCC, s.f.).

En el 2018, mediante la ley 1931, Colombia adopta por definición de cambio climático:

Variación del estado del clima, identificable, por ejemplo, mediante pruebas estadísticas, en las variaciones del nivel medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste en largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos.

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmosfera por el incremento de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero o el uso del suelo. El cambio climático podría modificar las características de los fenómenos meteorológicos o hidroclimáticos externos en su frecuencia promedio e intensidad, lo cual se expresará paulatinamente en el comportamiento espacial del ciclo anual de estos, (Congreso de Colombia, 2018).

6.2.2. Huella de Carbono (HC). Según Hertwich y Peters, la HC captura el interés de negocios, consumidores y formuladores de políticas; enfatizan que la HC

se ha popularizado a pesar de que el término ha podido utilizarse erróneamente; la HC se refiere básicamente a la masa acumulada de emisiones de CO<sub>2</sub>, (Hetwich & Peters, 2009). Frente a esto Mancini afirmaba que, para poder definir la HC en toda su dimensión, se necesita considerar la responsabilidad de los consumidores a través de su capacidad de compra, los cuales serían una de las principales causas de la HC generada a partir de un bien o servicio, (Mancini , y otros, 2016).

Existen antecedentes de marcos metodológicos usados para el cálculo de la HC desde los años 70 y a partir de los años 80 existe información sobre las aplicaciones dadas. Sin embargo, hasta el 2008, la HC tuvo un incremento en la producción de literatura, lo cual evidencia el interés de la sociedad en el mundo por reducirla, (Espíndola & Valderrama, 2012).

En el 2004, el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y el World Resources Institute (WRI), mencionaban los alcances en los que se divide la generación de la HC. El alcance 1 es referente a emisiones directas, es decir, combustión de calderas, hornos, vehículos, bien sean, propiedades o controlados por la empresa, provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados. El alcance 2, va ligado a las emisiones indirectas, derivadas de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. El alcance 3 se caracteriza por ser opcional de reporte, permite incluir el resto de las emisiones indirectas, es decir, emisiones que son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son controladas ni propiedad de esta; incluyendo transporte de combustibles adquiridos, uso de productos y servicios vendidos, etc. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013).

6.2.3. Compensaciones Ambientales. Según el documento de discusión “Hacia un Sistema de Bancos Hábitat de como Herramienta de Compensación Ambiental en Colombia”, las compensaciones ambientales son un instrumento de gestión ambiental, establecidos desde 1993. Sin embargo

estas acciones de conservación y restauración ambiental, realizadas como compensación ambiental, no han arrojado los resultados esperados, (Sarmiento, 2014).

La compensación de emisiones de CO<sub>2</sub>, consiste en un aporte económico voluntario proporcional a las toneladas de CO<sub>2</sub> generadas, para un proyecto que persigue específicamente captar una cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente a la generada, puede ser mediante la puesta en práctica de un proyecto de reforestación, evitando la emisión de una cantidad de toneladas, o evitando la emisión de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente a la generada por medio de un proyecto de ahorro o eficiencia energética, bien sea, sustituyendo el uso de combustibles fósiles por energías renovables, haciendo un mejor tratamiento de residuos o efectuando la deforestación evitada.

Más adelante, se generó la necesidad de crear los Programas de Compensación de Emisiones de GEI, según la cartilla de Compensaciones de Gases de Efecto Invernadero en Paisajes Cafeteros de Colombia, son el “conjunto de acciones definidas para compensar emisiones de gases de efecto invernadero, organizadas en un sistema que mide, registra, cuantifica y gestiona las remociones de GEI, a través de actividades en el sector forestal”, (Duque, Pardo, & Rubiano, 2014). Según los protocolos de compensación generados por Icontec, esto se realiza mediante la compra de reducciones logradas por otros proyectos o implementando programas forestales o energéticos en la compañía, (Icontec Internacional, 2019).

6.2.4. Legislación Ambiental Colombiana. La legislación colombiana relacionada con la conservación y mejora del medio ambiente, ha sufrido varios cambios a lo largo del tiempo, esto, con la finalidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propios requerimientos. A continuación, se presenta una breve recopilación, organizada cronológicamente, de las leyes más destacadas de

la legislación colombiana.

En 1974 el país creó mediante el decreto 2811, el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables (RNR) y de Protección al Medio Ambiente, donde se recalca la necesidad de preservación y manejo del ambiente como patrimonio común, además de conservar y mejorar el uso racional de los RNR, prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de RNR, regular la conducta humana respecto del ambiente y los RNR y relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y de ambiente, menciona también los incentivos y estímulos económicos, tasas retributivas de servicios ambientales, sistema de información ambiental, entre mucha más legislación relacionada con los RNR.

En la constitución política de Colombia de 1991, encontramos como justificación para la preservación y cuidado del medio ambiente a los artículos 8, 58, 79, 95 y el más específico en lo que concierne al tema desarrollado en este documento, el artículo 80, el cual reza que “El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

En 1994, se crea el certificado de incentivo forestal, su fin es promover la realización de inversiones directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector – productor en terrenos de aptitud forestal, es pertinente mencionar que, dependiendo de las cuantías (artículo 4) que se estipulen, dan derecho a la persona beneficiaria a obtener directamente al momento de su presentación, las sumas de dinero fijadas por parte de la entidad bancaria que haya sido autorizada para el efecto por FINAGRO. Este certificado de incentivo se complementa con el documento conocido como CONPES 2836 - MINAGRICULTURA, MINAMBIENTE, DNP: UDA-UPA

elaborado en 1996, titulado como “Distribución de Recursos del Certificado Forestal – CIF”.

En este mismo año, el Congreso de la República, mediante la ley 164, aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuyo objetivo es la estabilización de concentraciones de GEI en la atmósfera, a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

Más adelante, en el año 2000, se fija la ley 629, fija obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones de GEI para países desarrollados y prevé mecanismos de flexibilidad que servirán, de manera complementaria, para el logro de las reducciones fijadas, los cuales permiten el intercambio de cuotas permisibles de emisión.

La norma ISO 14064-2:2006 plantea la metodología de verificación de reducción de emisiones o remociones de GEI y cuyos resultados obtenidos en la verificación.

Para temas de compensación, restauración y recuperación ambiental por efecto de sustracción de áreas de reservas forestales nacionales y regionales se creó la Resolución 918 de 2011.

Para el año 2015, se creó la ley 1753 que en su artículo 175, menciona la creación del Registro Nacional de Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, del cual hará parte el Registro Nacional de Programas y Proyectos de acciones para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradación Forestal de Colombia (REDD+). Reglamentados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Para conocer sobre definiciones relacionadas con los temas se sugiere tener en cuenta el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015; de la misma manera se puede recurrir a este decreto para encontrar información sobre verificación de cantidades de combustible solicitadas por el sujeto pasivo para la no causación del impuesto, sobre obtención de la declaración de verificación y características

de las reducciones de emisiones o remociones de GEI.

Entre la legislación más actual pertinente podemos encontrar la Reforma Tributaria Estructural (Ley 1819 de 2016), la cual menciona en su artículo 221 lo pertinente al impuesto al carbono. Incluyendo aquí los beneficios tributarios otorgados por obtener la certificación de carbono neutro. Adicionalmente, el decreto 298 de 2016, que establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictan otras disposiciones y el decreto 926 de 2017 establece el mecanismo de no causación del impuesto, es operativo desde el 01 de junio de 2017.

La ley 1931 de 2018, establece las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, concurrencia en la nación, departamentos, municipios, distritos, áreas metropolitanas y autoridades ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, mitigación de GEI, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.

- 6.2.5. Plan Verde. El 4 de junio de 1998, el Consejo Nacional Ambiental aprobó la publicación del Plan Estratégico para la Restauración Ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia – Plan Verde – cuyo objetivo principal es generar las bases para involucrar la restauración ecológica, la reforestación con fines ambientales y comerciales y la agroforestería en el ordenamiento ambiental territorial, esperan lograr este objetivo aportando criterios y alternativas de uso de la tierra en los Planes de Ordenamiento Territoriales (POT), promoviendo la restauración de ecosistemas degradados por acción antrópica, mediante la activación de procesos de sucesión natural, recuperando la biodiversidad o con acciones de restauración ecológica, promoviendo la reforestación protectora de los ecosistemas donde sea prioritario garantizar el suministro de servicios básicos a la población y el

mantenimiento de servicios básicos esenciales, impulsando el establecimiento de plantaciones forestales sostenibles con fines comerciales, fomentando la agroforestería en los programas de reinserción y proponiendo y mejorando instrumentos económicos, técnicos, administrativos, jurídicos y políticos que fomenten la reforestación y la implementación de actividades orientadas a la restauración de ecosistemas. A continuación, una breve síntesis del Plan Verde, con los puntos más importantes y/o relacionados con el tema central de este proyecto.

El plan verde planea ciertas estrategias para lograr cumplir sus objetivos:

1. Involucrar el uso forestal, la agroforestería, la conservación y restauración ecológica en el ordenamiento ambiental del territorio, cuyas metas involucran que:

En las categorías de uso de la tierra en el ámbito nacional, regional y local, que den relevancia a la cobertura vegetal arbustiva y arbórea.

- Incluir criterios ecológicos, técnicos, sociales, económicos y culturales en la definición de categorías de uso de la tierra y zonificación ecológica. El Ministerio de Ambiente junto con las CAR's garantizarán que los planes de uso de la tierra contemplen criterios biofísicos, culturales, sociales, económicos y técnicos. Las CAR's deberán implementar zonificaciones forestales, apropiadas a las nuevas circunstancias, para la aplicación del Certificado de Incentivo Forestal. El Ministerio de Ambiente y de Agricultura revisarán los decretos Reglamentarios del Certificado de Incentivo Forestal con el fin de garantizar que las plantaciones forestales se efectúen en áreas competitivas.
- La planificación del uso de la tierra en los ámbitos nacional, regional o municipal, tendrá coherencia con los Principios del Convenio Nacional de Biodiversidad.

2. Restaurar Ecosistemas degradados y promover la reforestación protectora en áreas que generen servicios ambientales básicos a la población y de especial significancia para la economía nacional. Cuyas

metas comprenden:

- Identificar, zonificar y establecer prioridad de análisis en los principales tipos y áreas donde haya evidencias de degradación ambiental que ameriten ser objeto de restauración ecológica.
- Desarrollar prototipos de restauración para diferentes ecosistemas degradados. Para ello el Instituto Alexander Von Humboldt junto con las CAR's establecerán protocolos de restauración ecológica para cada tipo de degradación y según sus respectivos objetivos de desarrollo.
- Fomentar valores culturales tendientes al estudio, conservación y propagación de especies nativas. Las entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA), promoverán la elaboración de guías de árboles y de flora local para cada región, departamento o municipios.
- Manejo de ecosistemas estratégicos de importancia nacional destinados al abastecimiento de servicios a la población y procesos productivos. El Ministerio continuará impulsando y fortaleciendo el Certificado de Incentivo Forestal para la conservación de bosques naturales, orientando a la asignación de recursos económicos hacia los ecosistemas estratégicos y áreas prioritarias de conservación natural, también coordinará los proyectos del Macizo Colombiano y la Sierra Nevada de Santa Marta, junto con las CAR's u de la comunidad.
- Proteger los ecosistemas de importancia para la producción de hidroenergía.
- Manejar sosteniblemente las áreas destinadas al abastecimiento de agua potable para la población. Los municipios y las empresas municipales de acueductos, realizarán actividades orientadas a restaurar y reforestar, las cuencas degradadas que abastecen de agua a la población.
- Restaurar los manglares degradados.
- Restaurar las áreas afectadas por la explotación de minerales en las diferentes regiones del país.
- Restaurar, conservar y proteger las áreas de influencia de los distritos

de riego. El Instituto Nacional de Adecuación de Tierras (INAT), realizará con los usuarios, el diagnóstico actual de los Distritos de riego del país, y emprenderá coordinadamente con los municipios beneficiarios y CAR's, las acciones necesarias para su adecuado manejo y restauración, particularmente en ciertos distritos. El INAT adelantará estudios para establecer un sistema tarifario que garantice mayor eficiencia en el uso del recurso hídrico en los distritos cuya administración aún no ha sido transferida a los usuarios.

- Establecimiento de reforestación de carácter protector. Las CAR's incluirán en sus Planes de Desarrollo y Planes de Acción el establecimiento de proyectos de reforestación y/o revegetalización en áreas degradadas de microcuencas, que realizarán en coordinación con los municipios y las comunidades. La Corporación del Río Grande de la Magdalena, (CORMAGDALENA), en coordinación con los municipios ribereños y las CAR's que tienen jurisdicción sobre el río Magdalena, asignarán anualmente en su presupuesto los dineros adecuados que permitan el establecimiento y manejo de 24.000 has, de reforestación de carácter protector hasta el año 2.007. ECOCARBON, establecerá hasta el año 2.007, alrededor de 7.000 has, con fines protectores, productores y dendroenergéticos.

3. Incorporar y aplicar criterios ambientales que contribuyan a controlar la deforestación. Las siguientes se proponen como metas:

- Revisar las políticas sectoriales, normas, criterios y planes que inciden en la perturbación de los bosques y en la titulación de predios.
- Incorporar criterios ambientales en los programas de los desplazados por la violencia y sustitución de cultivos ilícitos. Se propondrá al Plan Nacional de Desarrollo Alternativo (PLANTE), incluir en sus programas, proyectos de establecimiento de plantaciones forestales, agroforestales, silvopastoriles y de restauración ecológica.
- Promover la restauración por compensación, en obras de

infraestructura. El Ministerio de Ambiente junto con las CAR's exigirán como medida de compensación en proyectos de infraestructura, la restauración de las áreas afectadas, y/o la restitución de los bosques afectados por las obras.

- Monitores de las coberturas vegetales. El Ministerio de Ambiente apoyará la ejecución en el país del Programa de Evaluación de los Recursos Forestales 2.000 (FRA 2000), liderado por la FAO a nivel mundial, que tiene por objetivo suministrar información sobre el estado de los recursos forestales y los cambios ocurridos en el período 1.990 a 2.000.

4. Propiciar usos agropecuarios sostenibles mediante la implantación de la agroforestería.

- Desarrollar un programa de agroforestería a nivel nacional, que incluya caracterización e identificación de zonas que ofrecen posibilidades de establecimiento de la agroforestería en términos ambientales y sociales, con sus requerimientos tecnológicos, económicos y ecológicos.

Las CAR's, las Secretarías de Agricultura y las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) diseñarán indicadores de seguimiento a los sistemas agroforestales y silvopastoriles establecidos y evaluarán la viabilidad e idoneidad de sus regiones para la implantación de los sistemas basados en agroforestería.

- Evaluar y replicar los sistemas agroforestales y silvopastoriles exitosos.

5. Propiciar acciones necesarias para hacer competitiva la reforestación comercial, con las siguientes metas:

- Disminuir el uso de la madera del bosque natural y proveer como mínimo el 80% de la materia prima procedente de los bosques plantados, para la industria del aserrío, contrachapado y muebles de madera; asimismo abastecer plenamente los requerimientos de madera para pulpa de fibra larga, a partir del 2005.
- Fomentar el cultivo de caucho y realizar el seguimiento del estado de

las plantaciones establecidas

- Mejorar, adecuar y fortalecer las industrias del sector forestal a nivel del pequeño y mediano productor.
6. Propiciar un entorno favorable para los “mecanismos de desarrollo limpio”.
- Desarrollar y fortalecer la capacidad institucional.
  - Establecimiento de proyectos pilotos experimentales. Minambiente establecerá con la Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) de Minminas, Ecocarbón y la cooperación del Gobierno de Suiza, un estudio para estimar la capacidad de reducción de emisiones de los gases de Efecto de Invernadero del parque térmico de Colombia y la estimación de captación de emisiones de bosques naturales, en algunas áreas de los Parques Nacionales Naturales. La Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) de Minminas, desarrollará metodologías para la formulación y evaluación de proyectos de desarrollo limpio con énfasis en la reducción de los gases de efecto de invernadero del parque térmico. Minambiente conjuntamente con el sector reforestador preparará un portafolio para gestionar ante organismos internacionales la negociación y financiación de proyectos de desarrollo limpio o bosques sumideros de carbono.
  - Investigación sobre la capacidad de los diferentes tipos de ecosistemas en fijación del CO<sub>2</sub>. Minambiente en coordinación con el IDEAM, el INVEMAR el SINCHI, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico-John Von Newman, el Instituto Alexander Von Humboldt y las universidades, iniciarán un estudio relacionado con la capacidad de captura de CO<sub>2</sub> en las áreas antes mencionadas.
7. Desarrollar y fortalecer la investigación.
- Impulsar la investigación que contemple la silvicultura, la restauración de ecosistemas, la agroforestería y los sistemas silvopastoriles, para facilitar la prestación de los servicios de asistencia técnica, para el

fortalecimiento de las cadenas productivas.

8. Impulsar procesos de formación y participación ciudadana.
  - Definición y coordinación de programas de capacitación y formación ambiental, que involucre temas de ciencia y tecnología, aspectos de uso sostenible de los recursos naturales y manejo y conservación de la biodiversidad.
  - Concertar y coordinar acciones, programas y proyectos de educación ambiental a nivel institucional.
  - Diseño y coordinación de un proceso de comunicación educativa a nivel nacional, que contenga los aspectos necesarios para el desarrollo el Plan Verde.
9. Involucrar la silvicultura en los programas y planes nacionales de la paz.
  - Definir áreas prioritarias para los programas de restauración, reforestación y agroforestería, dentro de las áreas adjudicadas por el INCORA a los grupos de desmovilizados.
  - Evaluación y seguimiento técnico y económico de los sistemas, que involucre definición de mecanismos para garantizar el incremento de los ingresos de las familias de los desmovilizados.

### **6.3. ASPECTOS RELEVANTES SOBRE LA COMPENSACIÓN AMBIENTAL**

Es preciso citar un fragmento del documento de declaraciones y Plan de Acciones publicado en el 2014 como resultado de la Declaración de Nueva York sobre Bosques.

Los bosques son esenciales para nuestro futuro. Más de 1.600 millones de personas dependen de ellos para sus alimentos, agua, combustible, medicinas, culturas tradicionales y medios de vida. Los bosques también albergan cerca del 80% de la biodiversidad terrestre y desempeñan un papel vital en la protección del clima a través de la captación natural de carbono. Aun así, cada año desaparece

un promedio de 13 millones de hectáreas de bosques, a menudo con devastadores impactos sobre las comunidades y los pueblos indígenas. La conversión de los bosques para la producción de productos básicos - como la soja, el aceite de palma, la carne vacuna y el papel- representa aproximadamente la mitad de la deforestación mundial. Las infraestructuras, la expansión urbana, la energía, la minería y la recolección de leña también contribuyen en distinto grado, (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2014).

A pesar de la importancia que tienen los bosques y la necesidad de preservarlos, existe una rápida disminución a nivel mundial. La razón de que esto suceda se debe a la poca sostenibilidad en la búsqueda del bienestar per cápita; se necesita mantener constante el nivel real de consumo de los bienes y servicios provistos por los bosques en el tiempo, por lo que el stock de capital debe ser constante, a su vez, debe existir un mayor control frente a la deforestación ilegal. En Colombia la cifra es alarmante, el 50% del país está cubierto por bosques, en 1990 la cobertura era de 64.442.269, mientras que para el 2010, la superficie boscosa disminuyó a 59.021.810, lo que indica que en 20 años, Colombia perdió en bosques un área del tamaño de Costa Rica, (García Romero, 2014).

Como una medida frente a la deforestación provocada por la ganadería y la agricultura se proponen prácticas como la reforestación, en partes rurales mejora la calidad de vida de la población de estos sectores en todo el mundo. Hoy en día los programas de reforestación no han logrado el éxito esperado debido a la inexistencia de una sensibilización previa y la ausencia de educación ambiental.

Según el artículo “Modelo de Reforestación con Plantas Nativas de la Ciénaga de Jaraba Mediante la IEP”, Colombia posee una masa crítica de bosque plantado, pero no es una parte sólida, según los autores, el país tampoco ha impulsado la forestación ni la creación de una industria forestal relevante que contrarreste el problema. Mas sin embargo, reforestar trae muchos beneficios, además del cuidado ambiental también hay mejor difusión de la cultura ambiental, existe el beneficio directo de la acción de reforestar y un beneficio general en la comunidad, (Camaño-Guerra, y otros, 2018).

En Colombia hay dos tipos de compensación, las compensaciones voluntarias y las compensaciones impuestas por la autoridad ambiental. En el caso de las primeras, según el artículo “Las Compensaciones de Carbono: Los Dolores de Crecimiento de un Mercado Creciente”, “pueden ser vertederos donde se capta metano, viveros productores de árboles en los trópicos, o instalaciones de energía renovable, como las granjas eólicas”, (Schmidt, 2009). La Secretaría Distrital de Ambiente divide las compensaciones en la siembra de especies vegetales apropiadas y en espacios permitidos, en la implementación de techos verdes y jardines verticales y en el desarrollo de procesos de renaturalización, (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013). Schmidt también establece que:

Para que se los considere viables, los proyectos de compensación deben cumplir cuatro requisitos clave: deben ser “adicionales”, lo cual significa que provienen de actividades que no ocurrirían en ausencia de un incentivo de compensación; deben ser cuantificables, lo que significa que reducen las emisiones de una manera medible; deben ser permanentes, lo que significa que los gases invernadero que mantienen fuera de la atmósfera no serán liberados después, y deben ser reales, lo que significa que pueden ser verificados por inspectores independientes. (Schmidt, 2009)

Según la Secretaría Distrital de Ambiente, hay que diferenciar entre estrategias de compensación y estrategias de mitigación, estas incluyen:

Cambiar los tipos de combustibles de vehículos y equipos en general, mejorar tecnologías de maquinarias y equipos, adquirir equipamientos más eficientes, cambiar luminarias convencionales a ahorradoras, hacer uso eficiente de la energía eléctrica y los combustibles, adquirir bienes y servicios ambientalmente sostenibles, promover comportamientos ambientalmente responsables, incentivar el uso de la bicicleta y otros mecanismos de transporte limpio, mantenimiento periódico de los vehículos empleados, reducción de residuos sólidos, entre otras, (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013).

#### **6.4. PROYECTOS NACIONALES DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL EMPLEANDO PRÁCTICAS DE REFORESTACIÓN**

En la actualidad hay poca información de proyectos desarrollados en el país, abiertos al público, sin embargo, las siguientes son algunas empresas, generadoras de bienes y/o servicios, certificadas como carbono neutro, junto con las acciones empleadas para lograr la certificación:

- EDEQ: Plantea el plan carbono neutro 2018 - 2020, plantea reducir las fugas de SF6 y las pérdidas no técnicas de energía eléctrica, sustituir los vehículos de combustión por vehículos eléctricos, reducir el consumo interno de energía, reducir la generación de residuos, y más actividades alineadas con la estrategia de cambio climático del Grupo EPM, (Grupo EPM, 2018).
- CEMEX: Desde el 2017, CEMEX, además de recibir el Sello Verde, logró certificar su flota vehicular como carbono neutral mediante la compensación de emisiones por medio de un proyecto forestal en la Orinoquía; esta compensación se realiza a través de la empresa CO<sub>2</sub>CERO, donde se siembran y mantienen 480.000 árboles, distribuidos en 400 hectáreas y capaces de compensar 120.000 toneladas de CO<sub>2</sub>, (CEMEX , 2017).
- Pintuco: Las operaciones de la compañía de 2016 y 2017, fueron certificadas por Icontec como Carbono Neutro. En este periodo, se compensaron 4441,2 toneladas de CO<sub>2</sub>, por medio de un proyecto de la empresa BanCO<sub>2</sub> que consistió en un aporte para el sostenimiento de campesinos que tienen parcelas con bosque nativo y nacimientos de agua en el Oriente Antioqueño. A demás de esto, Pintuco realiza acciones que permiten la optimización del consumo de energía eléctrica y de combustibles (instalación de iluminación tipo LED, implementación de motores y hornos de alta eficiencia, eficiencia en los sistemas de frío, control de tiempos en los sistemas de extracción de vapores en el proceso, automatización enfocada en la disminución del consumo energético, aire comprimido y nitrógeno eficiente); Por cada galón que produce la empresa, disminuyó las emisiones de CO<sub>2</sub>e en un 42%, (Pintuco, 2019).

- Universidad Pontificia Bolivariana: Es la primera Universidad en Colombia y Latinoamérica certificada como carbono neutral, este logro fue obtenido mediante líneas claras que fomentaron la reducción de emisiones con acciones puntuales como: Micro Red Inteligente UPB (proyecto de ciudad inteligente en el campus para la optimización de energía, de biocombustible y de energías alternativas), laboratorio de tracción eléctrica (laboratorios en función del estudio de movilidad limpia. Automóviles, motocicletas, bicicletas, metros y trolebuses hacen parte del estudio), más de 14.000 árboles (en el campus Laureles de la Universidad Pontificia Bolivariana, allí habitan más de 30 especies de aves), Grupo de Investigaciones Ambientales (Grupo enfocado a temas de aire, olores, residuos y agua. Trabajos para la universidad y para las ciudades en cuanto a estudios y análisis ambientales), Instituto de energía y termodinámica (para la identificación potencial de ahorro en consumos energéticos y optimización de procesos industriales), Centro de Investigación, Desarrollo y Calidad en Refrigeración y Climatización (donde se recuperan gases refrigerantes y analiza la implementación de sistemas de refrigeración y climatización energéticamente eficientes y ambientalmente amigables), Implementación de ciclorruta dentro del Campus (acciones de función de motivar el uso de bicicleta, así como la adecuación de bici-parqueaderos), Reducción del consumo de papel (con la campaña “Cero Papel de Gestión Documental”), Manejo integral del agua (por medio de tanques de almacenamiento de aguas lluvia), Manejo de residuos (para la obtención de energía). (Universidad Pontificia Bolivariana , 2019)

#### **6.5. PROYECTOS DESARROLLADOS COMO COMPENSACIÓN/MITIGACIÓN AMBIENTAL IMPUESTA POR LA AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE**

Con el fin de evaluar y tener una idea de cómo se han desarrollado los proyectos de reforestación para captura de carbono se hace la siguiente recopilación

bibliográfica, de esta se obtuvo información sobre el tiempo que toma realizar la siembra, regiones, áreas, etc.

En el caso de las compensaciones impuestas por la autoridad ambiental competente, el Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, emitió un documento en el 2016 en el que define las compensaciones como:

Mecanismo para resarcir en alguna medida las afectaciones generadas sobre la flora o la fauna en Colombia por el ejercicio de actividades humanas; sin embargo su efectividad ha sido puesta en duda por la academia, las comunidades locales e incluso las autoridades ambientales. (Silva, Corzo, & Portocarreño, 2016).

Este tipo de compensaciones ambientales son más comunes debido a que es de cumplimiento obligatorio. En este documento daremos más importancia a los proyectos que emplean como compensación procesos de reforestación, a continuación se enlistan algunos proyectos desarrollados por empresas en Colombia y algunas de sus especificaciones, tomados de la página web de la Revista M&M (Revista M&M, 2013):

- Proyecto Forestal Smurfit Kappa Cartón de Colombia S.A  
Fecha de inicio: 1969  
Lugar: Región Andina, Cordilleras occidental y central en Antioquia, Tolima, Quindío, Caldas, Risaralda, Valle del Cauca y 36 municipios en otros departamentos.  
Hectáreas: 69.300 de las cuales 38.124 son plantaciones propias; 6.543, plantaciones de cuentas en participación; 21.492 pertenecen a bosques naturales protegidos; 630 a áreas dedicadas a la investigación y 3.144 para infraestructura y vías.  
Especies: Pino y eucalipto  
Objetivo: Asegurar una fuente sostenible de madera para producir pulpa, papel y cartón
- Programa Forestal de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Banco KfW  
Fecha de inicio: Junio de 1993

Lugar: 58 municipio cafeteros en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Risaralda, Santander y Tolima.

Hectáreas: 69.193, de estas, 20.865 están reservadas para conservación y recuperación de bosques nativos en fincas cafeteras; y 16.561 para sistemas agroforestales con café en 7.231 fincas.

Especies: 68% de las áreas de plantaciones y sistemas agroforestales se ha establecido con *P. patula*, *E. grandis*, y *C. alliodora*. Un 26% con *P. tecunumanii*, *P. oocarpa*, *C. lusitánica*, *A. acuminata*, *P. maziminoii*, *T. rosea* y *O. pyramidale*, y el 7% restante corresponde a más de 66 especies, principalmente nativas de presencia común en la zona cafetera: *C. odorata*, *C. gerascanthus*, *G. arbórea*, *A. mangium* y *A. carbonaria*.

Objetivo: Consolidar el uso forestal productivo como alternativa de diversificación de ingresos para los caficultores, y la generación de empleos que mejore las condiciones de vida de la población rural

- Proyecto MDL para la restauración forestal de corredores biológicos y productivos

Lugar: llanos orientales

Hectáreas: 27.961

Especies: *Acacia mangium*, *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus teriticornis*, *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* y *Tectona grandis*.

Objetivo: Establecer plantaciones forestales comerciales y restaurar bosques naturales en la Orinoquia alta de Colombia

- Pizano S.A

Fecha: 1981

Lugar: Sabanas del Caribe, departamentos de Bolívar, Magdalena y Cesar.

Hectáreas: 22.000

Especie: *Pachiraquinata*, *Gmelina arbórea* y *Eucalyptus spp.*

Objetivo: Producción de madera para la industria de tableros contrachapados y tableros de astillas aglomerada, además de los servicios ambientales como reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

- Cipreses de Colombia S.A – Núcleos S.A  
 Fecha: Julio de 1963  
 Lugar: Departamento de Antioquia, Medellín, Caldas, Yarumal y Yolombó  
 Hectáreas: 12.610  
 Especies: Pinus spp, Ciprés y Eucalipto  
 Objetivo: Garantizar en las plantaciones establecidas, una producción sostenible de madera para diferentes usos institucionales
- Reforestadora Integral de Antioquia (RIA S.A) Sociedad de Economía Mixta.  
 Fecha: Febrero de 2003  
 Lugar: Departamento de Antioquia; Nordeste 2.560; Occidente 1.452; Norte 1.546; Bajo Cauca 1.262; Urabá 2.067; Suroeste 2.371  
 Hectáreas: 11.260  
 Especie: Pino oocarpa, Pino Recunumanii, Pino patula, Acacia mangium, Teca y Melina  
 Objetivo: Producir, transformar y comercializar productos maderables y no maderables a través de líneas diversificadas para optimizar los productos, en mercados nacionales e internacionales.
- Corpoverde  
 Fecha: 2007  
 Lugar: Puerto Carreño (Vichada)  
 Hectáreas: 9.870 sembradas de las 53.400 que componen el proyecto  
 Especie: 55% eucalipto pellita y entreticornis, 20% pino caribea y 25% acacia mangium  
 Objetivo: Para los próximos cinco años, establecer una siembra en la totalidad de los predios, y el manejo de un área importante de ciclos cortos de soya, sorgo y maíz.
- Compañía Agrícola de la Sierra, sucursal Colombia.  
 Fecha: Formulación y evaluación de proyecto en febrero de 2006. Inicio de actividades, octubre de 2006  
 Lugar: subregiones del Nordeste y Magdalena Medio del departamento de

Antioquia, con influencia directa sobre los municipios, Amalfi, Vegachí, Yalí, Yolombó, Maceo, Caracolí y San Roque

Hectáreas: 7.500 ya establecidas, de 25.000

Especie: Pinus oocarpa y Pinus tecunumanii

Objetivo: A través de silvicultura intensiva, producir madera sólida de alto valor para abastecer procesos industriales.

- Programa de fomento forestal (PFF) – EPM

Fecha: Mayo de 1980

Lugar: Cuencas hidrográficas que abastecen los embalses de EPM

Hectáreas: 7.179 en plantaciones forestales; sin embargo, no todo el material que producen los viveros va a consumo interno, gran parte lo entrega, gratuitamente, la empresa, a los propietarios de predios en las cuencas hidrográficas de interés.

Especie: Cultivos de caucho y guadua; ciprés, pinos, eucaliptos, guayacán rosado, melina, cedro, abarco para reforestación comercial; y acacia japonesa y mangium para la recuperación de áreas degradadas

Objetivo: El programa PFF de EPM, tiene como objetivo la protección y mejoramiento de los acueductos mediante la entrega gratuita de plántulas para reforestación, además de los servicios ecosistémicos de cuencas hidrográficas que abastecen los embalses para la generación de energía y agua potable.

- Reforestadora El Guásimo - Empresa MS Timberlando Holdings Limited, (propietaria de la Reforestadora El Guásimo).

Fecha: Más de 25 años.

Lugar: Angostura y Yarumal (Antioquia), Neira, Villamaria y alto del guamo, en el departamento de Caldas, y Herveo en Tolima

Hectáreas: 6.588 reforestables, de 10.852 las cuales son bosques naturales y áreas no forestables

Especie: Pino patula y maximinoi

Objetivo: Mantener la sostenibilidad del proyecto de reforestación.

- Refocosta – Villanueva y la Gloria  
 Fecha: 1982  
 Lugar: Municipio de Villanueva (Casanare), y La Gloria en el corregimiento de Monterrubio, municipio de Sabanas de San Ángel, (magdalena).  
 Hectáreas: 6.431  
 Especie: En Villanueva: Pino Caribe ( *Pinus caribaea*) y Eucalipto pellita (*Eucaliptus pellita*). En la Gloria: Teca (*Tectona grandis*), Eucalipto Tereticornis (*Eucaliptus tereticornis*), Roble o Flor Morado (*tabebuia rosea*), Melina (*Gmelina arbórea*).  
 Objetivo: mantener y mejorar el activo forestal de la empresa con el fin de alimentar sus plantas de transformación de madera.
- Inverbosques S.A. Gerencia de Proyectos Forestales  
 Fecha: 2007  
 Lugar: Puerto Carreño (vichada)  
 Hectáreas: 6.200  
 Especie: Eucalipto Pellita 40% y Acacia Mangium 60%  
 Objetivo: Plantaciones forestales con fines de aserrío MDF y/o biomasa  
 Proyección: Alcanzar un potencial de siembra de 42.000 hectáreas.
- Gresco, conformado por Pro – Oriente S.A.S, Maderas de Oriente S.A., Agroindustrias la Florida S.A y Global de Inversiones S. C. A  
 Fecha: 1971  
 Lugar: Departamento de Caldas, en los municipios de Pensilvania y Manzanares  
 Hectáreas: 4.000  
 Especie: Pino Pátula y Maximinoi  
 Objetivo: Reforestación Comercial, madera destinada al mercado de embalajes, muebles y construcción principalmente.
- 3f Kanguroid – Bosques Del Futuro S.A  
 Fecha: Enero de 2000  
 Lugar: Núcleo Forestal de Tierralta, departamento de Córdoba

Hectáreas: 3.500

Especie: Acacia Mangium Wild y Gmelina Arborea

Objetivo: Transformar la madera producida para lograr el máximo valor agregado del producto, además de optimizar la producción por medio del mejoramiento genético y tecnológico.

- Tablemac

Hectáreas: De las 5.051 de tierra, propiedad de la compañía, 3.178 están en plantaciones comerciales; durante 2010, la compañía sembró 300ha nuevas, e hizo mantenimiento a 2.328

Lugar: Yarumal (Antioquia), Pacora (Caldas) y Herveo en el Norte del Tolima.

- Proyecto Forestal para la Cuenca del Río Chinchiná – Procuenca

Fecha: Junio de 2001, primeras plantaciones, julio 2002

Lugar: Cuenca del río Chinchiná, en los municipios de Manizales y Villamaría; parcialmente Neira, Palestina y Chinchiná

Hectáreas: 3.147 hectáreas productivas y 698 hectáreas de conservación

Especie: Pinos centroamericanos, patula, maximinoi, tecunumanii, nogal cafetero, aliso o cerezo

Objetivo: Consolidar un proceso de desarrollo forestal sostenible en la Cuenca del Río Chinchiná, orientado a asegurar la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y a generar una alternativa de producción y empleo para la ciudad y la región.

- Madeflex 1

Fecha: Marzo de 2009

Lugar: Región de los Montes de María de jurisdicción de los municipios de San Jacinto y San Juan de Nepomuceno (bolívar)

Hectáreas: 3.000 del proyecto en ejecución. Todos los proyectos que esta empresa ha realizado desde el año 2.005, y las hectáreas propias que tiene establecidas en la Reforestadora San Sebastián, suman 12.000 hectáreas

Especie: Eucalyptus

Objetivo: Establecer una plantación forestal comercial de 3.000 hectáreas

con las especies *Eucalyptus tereticornis* y *Eucalyptus camaldulensis*, para la producción de madera para fibra, postes y aserrío.

- Inmunizar del Llano

Fecha: 2.000

Lugar: Puerto López (Meta)

Hectáreas: 1.200

Especies: Pino Caribeña y Eucalipto Pellita

Objetivo: Cultivo de bosques para suministrar de manera permanente, madera para nuestra empresa inmunizar el llano.

Es importante resaltar que algunos de los proyectos mencionados anteriormente se caracterizan por haber sido desarrollados con especies nativas. Según el Manual de Reforestación con Especies Nativas, reforestar con este tipo de plantas repercute positivamente favoreciendo no sólo a la conservación de la biodiversidad de nuestros recursos, sino que también facilitando la recuperación de la gran cantidad de áreas deforestada. Cabe mencionar que según la misma fuente, la reforestación con especies nativas es más adecuada para sitios que tienen mayor tiempo de abandono y presentan una vegetación herbácea establecida, (Arriaga, Vargas-Mena, & Cervantes, 1994).

Profesionales pertenecientes a grupos como “the Philippine Tropical Forest Conservation Foundation, (PTFCF)” y “Foundation for the Philippine Environment, (FPE)” mencionan que es común ver reforestación con especies exóticas por su rápido crecimiento, pero es importante tener en cuenta que las especies nativas tienen ciertas características que las hacen más adecuadas; se adaptan mejor al clima y condiciones locales lo que las hace más fuerte y resilientes a largo plazo; Tienen mayor resistencia frente a plagas y tifones; Son más efectivos promoviendo la biodiversidad; Algunos árboles tienen un alto valor, esto puede contribuir a disminuir los índices de pobreza y brindar sustento a las comunidades a través de productos forestales; Por último, los árboles nativos pueden proveer beneficios a

comunidades indígenas ya que son estos grupos quienes usualmente plantan este tipo de árboles, (Canivel, 2014).

Las especies nativas se encuentran en bases de datos del herbario de la Universidad de Antioquia (HUA), del Herbario Nacional Colombiano y del Missouri Botanical Garden (MOBOT) (López Bustamante, 2011). Además se recomienda hacer un estudio previo sobre riesgos de invasión que presenten las especies en el lugar; para esto lo más común es basarse en el documento titulado “Análisis de riesgo y categorización de especies de plantas invasoras para Colombia” por Cárdenas et al, donde se presentan los lineamientos metodológicos para realizar una preevaluación y determinar la condición invasora de una especie, (Baptiste, y otros, 2010).

#### **6.6. COSTOS DE DESARROLLO DE PROYECTOS DE REFORESTACIÓN**

Los costos relacionados con el desarrollo de este tipo de proyectos son variados, aquí se incluyen costos por siembra y mantenimiento. Algunos proyectos que pueden servir para conocer sobre estos costos son los siguientes:

- Empresa: ECOPETROL  
# Individuos: 98.000  
Especies endémicas: Cañaguaté, Cedro, Pardillo y Urapo  
Lugar: Catatumbo – Campo Tibú  
Costo: \$725.000.000  
Observaciones: La empresa contrata mano de obra local bajo la supervisión de las autoridades ambientales de la región. El programa de reforestación de la empresa ha contribuido a preservar especies endémicas en la región como el cedro y el cañaguaté. (Ecopetrol, 2015).
- Empresa: ECOPETROL  
# Individuos: 2'169.950  
Lugar: Meta y Casanare (Castilla, Guamal, Acacías y Villavicencio)  
Tiempo: 10 años  
Especies: Machaco, yopo, cañofístol, guamo, algarrobo, cámbulo,

gualanday, samán, igua y guadua, etc.

Inversión: \$2.245'304.406

Observaciones: Compensación del 1% (proporción de inversión corresponde a 70% voluntaria y 30% obligatoria).

Cada año se le hacen tres mantenimientos a las plantaciones y se reponen o resiembra. Al cabo de tres años se le hace la entrega a la autoridad ambiental de esta área con cobertura consolidada. El insumo se compra en las regiones, los viveros son negocios de la zona y quienes siembran son gente de la comunidad vinculados mediante juntas comunales y administraciones municipales. 100% de la siembra es de especies nativas lo que permite reintroducirlas y generar conectividad biológica entre bosques y propicia retorno de especies. (Ecopetrol, 2015).

- Empresa: EPM

#individuos: 5.020

Lugar: Bello, Antioquía.

Fecha: Enero 16 de 2016 – 913 días

No. Trabajadores: 20 personas como mano de obra no calificada, como aporte social, se realizaron 277 visitas puerta a puerta, realizadas con la participación de 302 personas.

Inversión: \$1.985.752.994, (Grupo EPM, 2015)

Contratista: Universidad Santo Tomas

Mantenimiento: Incluye aporque, desmalece, plateo, fertilización orgánica, sistema de riego, distribución de chipiado. 9 personas.

Proceso de selección de siembra: 78 personas.

Observaciones: en este presupuesto se incluyen talleres de sensibilización, sesiones formativas, encuentros, reuniones, entre otras actividades.

- Empresa: CEMEX

#individuos: 480.000

Lugar: Meta

Toneladas a compensar: 120.000

Costo: \$1.800.000.000

Empresa a cargo: CeroCO<sub>2</sub>

Observaciones: Para el cálculo del monto total de la inversión, se solicitó a la empresa CeroCO<sub>2</sub> el costo de la tonelada de CO<sub>2</sub>e compensada, el cual fue de \$15.000 COP (comunicación personal, 1 de abril, 2019).

Según se puede afirmar que el costo por individuo para el primer proyecto fue aproximadamente de \$7.400; mientras que en el segundo proyecto el costo por individuo fue aproximadamente de \$1.050, lo cual significaría un costo siete veces mayor al del primero. Para el tercer proyecto, el costo por individuo fue de \$395.568. Por último, para el proyecto de Cemex, el costo por unidad de árbol fue de \$3.750. Esto se relaciona con factores como localización del proyecto, profundidad, costos de mano de obra, proveedor de las plántulas, clima, etc.

CeroCO<sub>2</sub> es una empresa localizada en Bogotá, su objetivo es reducir el impacto provocado en el clima como consecuencia del desarrollo de una actividad, ya sea la fabricación de un producto, realización de un servicio, desarrollo de un evento, o cualquier actividad llevada a cabo por cualquier tipo de entidad o persona de manera individual (CeroCO<sub>2</sub>, 2019).

El proceso de compensación se realiza mediante la siembra de árboles en un área no menor a 100 hectáreas de especies maderables, preferiblemente de la misma especie. De esta forma, se obtiene un beneficio económico por la madera y un beneficio económico durante el crecimiento de las especies forestales por la generación de bonos de carbono.

## **6.7. ESPECIES FORESTALES NATIVAS QUE PUEDEN SER BENEFICIADAS CON EL CERTIFICADO**

La resolución N° 80 de 2013, en su artículo 1, establece las siguientes especies como forestales autóctonas para proyectos beneficiados con Certificado de Incentivo Forestal (CIF):

- Roble (*Tabebuia rosea*)  
 Altitud: 0 – 1.200 msnm  
 Precipitación anual: 1.500 – 2.500 mm  
 Temperatura: 20 – 27 °C  
 Tipo de suelo: preferiblemente suelos de textura franca a franca arcillosa, s in embargo se adapta a suelos de gran variedad, incluyendo calcáreos, arcillosos y cenagosos.  
 pH: neutro, ácido, alcalino  
 Particularidades: Alcanza alturas de 20 a 30 m y 100cm de diámetro o más. Fuste recto, regular, cilíndrico, base cónica, copa redonda y densa. Soporta inundaciones ocasionales (Méndez & Soihet, 2000).
- Ceiba Roja (*Bombacopsis quinata*)  
 Altitud: 0 – 900 msnm  
 Precipitación anual: 800 – 1.200 mm (Kane, Ureña, Dvorak, & Atehortúa, 1993)  
 Temperatura:  
 Tipo de suelo: vertisoles  
 pH: 4,5 – 8,3  
 Particularidades: Adaptable fácilmente a lugares con sequías pronunciada, rápido crecimiento, alta supervivencia, alta resistencia a la sequía, fácil propagación vegetativa (Vallejo)
- Nogal Cafetero (*Cordia alliodora*)  
 Altitud: 2.000 msnm  
 Precipitación anual: 2.000 – 5.000 mm  
 Temperatura: 23 °C (Martínez, Ospina, Montoya, Constantino, & Benavides Machado, 2012)  
 Tipo de suelo: suelos profundos, fértiles y bien drenados.  
 Particularidades: Alto requerimiento de luminosidad, atracción de fauna media. Tolera precipitaciones bajas hasta de 1.000mm (Greaves & McCarter, 1990)

- Balso (*Ochroma pyramidale*)  
Precipitación anual: mínimo 1.500 mm  
Clima: mínimo 22 °C. Cálido y húmedo.  
Tipo de suelo: Arcillosos, margosos y limosos. Suelos bien drenados y con alta provisión de nutrientes (González, Cervantes, Torres, Sánchez, & Simba, 2010)  
Altitud: hasta 1.200 msnm (Sánchez, 2001)  
Particularidades: No tolera suelos de alta salinidad.
- Caucho (*Hevea brasiliensis*)  
Altitud: 300 – 400 msnm  
Precipitación anual: 1.500 – 5.000 mm  
Temperatura: 20 °C  
Tipo de suelo: De origen volcánico, laterítico. Planos o ligeramente inclinados. Buena retención de humedad, alta capilaridad y fácil percolación. Preferiblemente arcillas.  
pH: 4.0 – 6.5  
Particularidades: crecimiento rápido del árbol se debe más a factores climatológicos que a condiciones del suelo. (Flores, 1963)
- Guadua (*Guadua angustifolia*)  
Altitud: 0 – 2.200 msnm  
Precipitación anual: 1.200 – 2.500 mm  
Temperatura: 17 – 26 °C  
Tipo de suelo: aluviales ricos en cenizas volcánicas, fertilidad moderada, buen drenaje (Giraldo & Sabogal, 1999)  
Particularidades: se desarrollan de manera óptima en la región central de los Andes.

El artículo 2, es modificado por el artículo 1 de la resolución 474 de 2013, el nuevo texto es el siguiente: “Considerar como especies forestales introducidas, para proyectos beneficiados con Certificado de Incentivo Forestal (CIF) a las siguientes:

- Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*),
- Eucalipto (*Eucalyptus grandis*)
- Eucalipto (*Eucalyptus pellita*)
- Eucalipto (*Eucalyptus urophylla*)
- Eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*)
- Pino (*Pinus caribaea*)
- Pino (*Pinus oocarpa*)
- Pino (*Pinus pátula*)
- Pino (*Pinus maximinoii*)
- Pino (*Pinus tecunumanii*)
- Teca (*Tectona grandis*)
- Melina (*Gmelina arbórea*)
- Acacia (*Acacia mangium*)
- Ciprés (*Cupressus lusitánica*)

## 7. CONCLUSIONES

Después de profundizar en un tema de gran importancia ambiental como lo es el cambio climático, considero que la necesidad de que el mundo se focalice y tome medidas al respecto es urgente. El cambio climático, es simplemente el efecto tangible de la falta de conciencia ambiental que tienen desde los dueños de grandes industrias en países como China y Estados Unidos, hasta los niños de lugares remotos. El cambio es innegociable y es ahora.

En las bases de datos se encuentran cantidades de artículos de disertaciones sobre el cambio climático, sin embargo no es fácil encontrar artículos que presenten acciones ya realizadas y valoradas en cuanto a su reducción de impacto. Esto es concordante con los resultados expresados por al ONU en cuanto resalta que los avances han sido muy pocos en la mayoría de países. (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2014)

En cuanto a Colombia, la legislación actual presenta grandes avances, sin embargo, en cuanto a la comercialización de bonos de carbono, es vital que exista más control y supervisión para que este tipo de negocios funcionen como está planeado y el beneficio llegue a la sociedad. En el caso de las empresas dedicadas a la comercialización de estos bonos, es común ver que generan plantaciones de árboles maderables, siendo los bonos de carbono una ganancia adicional al proyecto; la plantación, con fines de control de calidad, se realiza con árboles de la misma especie en áreas no menores a 100 hectáreas, lo cual contribuye, según la Universidad del Valle, a la proliferación de plagas, al detrimento de la biodiversidad, agota los recursos minerales del suelo y contribuye a su posterior degradación, esto por mencionar aspectos de índole ambiental, sin embargo, existen riesgos socioeconómicos entre los que se destacan la expropiación de campesinos y la poca generación de empleo, (Universidad del Valle, 2015) .

La legislación colombiana, da la posibilidad de que se logren emitir estos bonos de carbono sin estudiar las consecuencias que afectan los ecosistemas y el recurso suelo.

Para justificar la idea anterior, es pertinente mencionar un recuadro del informe titulado -Monocultivos de árboles en Ecuador, cito al autor:

La uniformidad de los monocultivos destruye la renovabilidad del sistema ecológico total. Los monocultivos forestales generan desecación y lavado de los suelos en zonas donde la selva –o bosque– amortiguaba la caída del agua lluvia. Los monocultivos generan una nueva vulnerabilidad ecológica, porque reducen la diversidad genética y desestabilizan los sistemas edafológicos e hidrológicos, volviéndolos económicamente inviables. La agricultura sostenible se basa en el reciclaje de los nutrientes del suelo. La sostenibilidad refleja la capacidad de reproducción de un sistema en su diversidad biológica o su estabilidad hidrológica y climática. (Granada, 2006).

Por otro lado, es interesante ver como poco a poco aparecen empresas con un enfoque ambiental en Colombia, indicando que es viable incorporar modelos amigables con el medio ambiente en compañías y aumentar los ingresos económicos, demostrando que en una compañía, los aspectos económicos va ligados a los ambientales y que una empresa que destina inversiones para la prevención y mitigación ambiental, recoge ganancias superiores a su inversión.

La deforestación es una de las problemáticas más grandes de la actualidad; En Colombia, la zona Pacífica, la zona Caribe y la Amazonía son los casos más afectados del país. El número de hectáreas que desaparecen al año varía según el autor, según Camaño-Guerra, los índices de deforestación llegan hasta 15'000.000 de hectáreas por año. (Camaño-Guerra, y otros, 2018). Mientras que la ONU en el 2014 afirmaba que la cifra era de 13'000.000. Esto permite concluir que con el paso de los años se incrementa la cifra, y la situación cada vez es aún más alarmante (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2014). Por ello, adoptar la

reforestación como una medida de compensación de huella de carbono, es una alternativa que contribuye a frenar las cifras y a crear conciencia ambiental.

La legislación nacional de Colombia, incentiva la reforestación mediante el “Incentivo Forestal”, el cual consiste en el aporte económico que ayude a financiar los proyectos de reforestación que se quieran llevar a cabo siempre y cuando no sean por compensación ambiental impuesta por la Autoridad Ambiental Competente como medida para resarcir afectaciones a la flora y la fauna. Estos incentivos existen desde 1994 y solo hasta hace una década las empresas se han dedicado a reforestar como método de compensación de emisiones.

Aunque la reforestación con especies maderables ha tenido gran acogida por la sociedad debido a los beneficios económicos atados al negocio de la producción maderera; La reforestación con especies nativas no solo ayuda a mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> que van a la atmosfera, sino que también contribuyen a la mejora del medio ambiente mejorando la interacción entre especies, y de esta forma, apoyando la biodiversidad de especies de flora y fauna. El costo de un proyecto de compensación mediante la reforestación, está relacionado directamente con factores como especies a utilizar, localización geográfica del proyecto, especies a utilizar, tiempo destinado para realizar la siembra, etc.

Por último, quiero reconocer la labor que realiza el Banco de la República frente al tema ambiental; como estudiante, me llena de orgullo haber hecho parte de una institución que suministra la importancia demandada al medio ambiente. Esta experiencia me permitió apreciar cómo funciona una organización en el estado ideal, una vivencia bastante enriquecedora que me genera bastantes anhelos frente a lo que puedo lograr como ingeniera ambiental.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, V., Vargas-Mena, A., & Cervantes, V. (1994). Manual de Reforestación con especies nativas.

Baptiste, M. P., Castaño, N., Cardénas López, D., Gutiérrez, F. d., Gil, D., & Lasso, C. (2010). *Análisis de Riesgo y Propuesta de Categorización de Especies Introducidas para Colombia*. Bogotá: GISP.

Bin, H., Qijun, P., & Zhongqiang, D. (2018). Product Carbon Footprint fot Prduct Life Cycle Under Uncertainty. *Cleaner Production*, 459-472.

Camaño-Guerra, N., Guitiérrez-Rodero, P., Ortega-Ramírez, J., Pórtela-Villamizar, L., Campo-Méndez, F., & Villanueva-Torres, L. (2018). Modelo de reforestación con plantas nativas de la ciénaga de Jaraba mediante la IEP. *CULTURA. EDUCACIÓN Y SOCIEDAD*, 557-566.

Canivel, J. A. (21 de Febrero de 2014). *Is the gov't reforestation program planting the right trees?* Obtenido de Rappler: <https://www.rappler.com/nation/51200-national-greening-program-native-trees>

CEMEX . (08 de Octubre de 2017). *Comunicados de Prensa CEMEX*. Obtenido de <https://www.cemexcolombia.com/-/somos-la-primera-compania-en-colombia-en-certificar-su-flota-de-vehiculos-en-carbono-neutral>

CeroCO2. (12 de 04 de 2019). Obtenido de <https://www.ceroco2.org/quienes-somos>

CeroCO2. (SF). *CeroCO2*. Obtenido de <https://www.ceroco2.org/servicios-ceroco2/compensacion-de-huella-de-carbono>

Congreso de Colombia. (27 de 07 de 2018). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/ley-de-cambio-climatico#ley-de-cambio-clim%C3%A1tico-1931-2018>

Duque, V., Pardo, M. P., & Rubiano, D. J. (2014). *Compensaciones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en Paisajes Cafeteros de Colombia*. Bogotá: *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*.

Ecopetrol. (16 de Enero de 2015). *www.ecopetrol.com.co*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/boletines-de-prensa/Boletines%202015/Boletines%202015/ecopetrol-sembro-cerca-de-98-mil-arboles-en-el-catatumbo-entre-2010-y-2014>

Ecopetrol. (6 de julio de 2015). *www.ecopetrol.com.co*. Obtenido de [https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/noticias/Noticias-2015/Noticias-2015/mas-de-dos-millones-de-arboles-sembro-ecopetrol-en-meta-y-casanare/!ut/p/z0/fYxBCslwEABftGztoeixiFQ0tYgKbS6ybdcaTLIICYK\\_t\\_gAbzMwDG](https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/sala-de-prensa/noticias/Noticias-2015/Noticias-2015/mas-de-dos-millones-de-arboles-sembro-ecopetrol-en-meta-y-casanare/!ut/p/z0/fYxBCslwEABftGztoeixiFQ0tYgKbS6ybdcaTLIICYK_t_gAbzMwDG)

Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). Carbon Footprint. Part 1: Concepts, Estimation Methods and Methodological Complexities. *Información tecnológica*, 163-176.

Europa Press. (2018). Huracanes Ahora Son Más Fuertes por Calentamiento Global. *El tiempo*.

Flores, H. (1963). *Crecimiento en diámetro y altura del árbol del hule (Hevea brasiliensis Miell. Arg.) en dos zonas ecológicas de Costa Rica*. Turrialba.

García Romero, H. (2014). *Deforestación en Colombia: Retos y Perspectivas*. Bogotá.

Giraldo, E., & Sabogal, A. (1999). LA GUADUA una alternativa sostenible, publicación de la coporación autónoma regional del Quindío. En *LA GUADUA una*

*alternativa sostenible, publicación de la coporación autónoma regional del Quindío* (pág. 42). Quindío.

González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., Aguirre Calderón, O., Jiménez Pérez, J., & Návar Cháldez, J. (2003). Cambio climático mundial: Origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 377-385.

González, B., Cervantes, X., Torres, E., Sánchez, C., & Simba, L. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de los ríos - Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 3(2), 7-11. Recuperado el 23 de 04 de 2019

Granada, P. (2006). *Monocultivos de árboles en Ecuador*. Montevideo: Movimiento Mundial por lo Bosques Tropicales.

Greaves, A., & McCarter, P. (1990). *Cordia alliodora*. *Tropical Forestry Papers*(22). Recuperado el 23 de 04 de 2019, de [https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:9f4a728c-7d3e-42a6-8330-4b7376e6f75a/download\\_file?file\\_format=pdf&safe\\_filename=TFP22.pdf&type\\_of\\_work=Working+paper](https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:9f4a728c-7d3e-42a6-8330-4b7376e6f75a/download_file?file_format=pdf&safe_filename=TFP22.pdf&type_of_work=Working+paper)

Grupo EPM. (2015). *Grupo EPM*. Obtenido de [https://www.epm.com.co/site/Portals/3/Contratos\\_Perfeccionados/Contratos%20Perfeccionados%20Enero%20-%20Diciembre%202015.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/3/Contratos_Perfeccionados/Contratos%20Perfeccionados%20Enero%20-%20Diciembre%202015.pdf)

Grupo EPM. (03 de Octubre de 2018). *Grupo EPM*. Obtenido de <http://www.grupo-epm.com/site/home/sala-de-prensa/noticias/edeq-es-la-primera-empresa-del-eje-cafetero-y-del-sector-electrico-colombiano-certificada-por-icontec-como-carbono-neutral>

Hetwich, E., & Peters, G. (2009). Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *Environmental Science & Technology*, 6414-6420.

Icontec Internacional. (20 de 03 de 2019). *Icontec Internacional*. Obtenido de Icontec: <http://www.icontec.org/Ser/EvCon/Paginas/CC/cn.aspx>

IPCC. (s.f.). *IPCC*. Obtenido de IPCC: <https://www.ipcc.ch/about/history>

Kane, M., Ureña, H., Dvorak, W., & Atehortúa, C. (Enero de 1993). The potential of *Bombacopsis quinata* as a commercial plantation. *Forest Ecology and Management*, 56(1-4), 99-112. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037811279390106W>

López Bustamante, P. (2011). Plan de Restauración del Bosque seco Tropical de la Reserva Natural de la Sociedad Civil Sanguaré (Sucre, Colombia). *Trabajo de Grado para Aspirar al Título de Biólogo*. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.

Mancini, M., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., & Marcherrini, N. (2016). Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint Calculation. *Ecological Indicators*.

Martínez, H. E., Ospina, C. M., Montoya, E. C., Constantino, L. M., & Benavides Machado, P. (2012). Aspectos biológicos de *Dictyla monotropidia* (Hemiptera: Tingidae), en nogal cafetero *Cordia alliodora* (boraginaceae). *Revista Colombiana de Entomología*, 38(2), 306-313. Recuperado el 23 de 04 de 2019, de [https://www.researchgate.net/profile/Luis\\_Constantino3/publication/263370486\\_Biological\\_aspects\\_of\\_Dictyla\\_monotropidia\\_Hemiptera\\_Tingidae\\_in\\_laurel\\_trees\\_Cordia\\_alliodora\\_Boraginaceae/links/0046353aada4fe9e6b000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luis_Constantino3/publication/263370486_Biological_aspects_of_Dictyla_monotropidia_Hemiptera_Tingidae_in_laurel_trees_Cordia_alliodora_Boraginaceae/links/0046353aada4fe9e6b000000.pdf)

Méndez, J., & Soihet, C. (2000). Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. En M. J. M, & C. Soihet, *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina* (págs. 15-16). Turrialba.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (23 de Septiembre de 2014). [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int). Obtenido de [https://unfccc.int/media/514893/new-york-declaration-on-forests\\_26-nov-2015.pdf](https://unfccc.int/media/514893/new-york-declaration-on-forests_26-nov-2015.pdf)

Pintuco. (18 de Enero de 2019). *Pintuco*. Obtenido de <https://www.pintuco.com.co/noticias/pintuco-primera-empresa-de-pinturas-con-certificacion-de-carbono-neutro-en-colombia>

Posada, C. (2007). La Adaptación al Cambio Climático en Colombia. *Revista de Ingeniería*.

Revista M&M. (2013). *20 Proyectos Forestales para Sembrar Futuro en Colombia*. Obtenido de <https://revista-mm.com/sin-categoria/20-proyectos-forestales-sembrar-futuro-colombia/>

Reyer, C., Adams, S., Albercht, T., Baarsch, F., Boit, A., Canales Trujillo, N., & Thonicke, k. (2017). Climate Change Impacts in Latin America and the Caribbean and Their Implications for development. *Regional Environmental Change*, 1061-1621.

Sánchez, P. (2001). Flórula del parque nacional Cahuita. En P. Sánchez, *Flórula del parque nacional Cahuita* (págs. 68-69). EUNED.

Sarmiento, M. (2014). Hacia un Sistema de Bancos de Hábitat como Herramienta de Compensación en Colombia. *Fundación para la Defensa del Interés Público*.

Schmidt, C. W. (2009). Las Compensaciones de Carbono: Los Dolores de Crecimiento de un Mercado Creciente. *Salud pública de México*, 262-270.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). *Ambiente Bogota*. Obtenido de [http://ambientebogota.gov.co/en/c/document\\_library/get\\_file?uuid=015755de-1e95-49fb-8c7c-667c4fb398fa&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=015755de-1e95-49fb-8c7c-667c4fb398fa&groupId=10157)

Silva, L., Corzo, G., & Portocarreño, M. (2016). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt*. Obtenido de <Http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9849/2016-compensaciones-ambientales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UANL. (2003). Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. *Ciencia UANL*.

Universidad del Valle. (18 de Septiembre de 2015). *Univalle*. Obtenido de <https://www.univalle.edu.co/medio-ambiente/impactos-ambientales-de-los-monocultivos>

Universidad Pontificia Bolivariana . (13 de Febrero de 2019). *Agencia de Noticias UPB - Medellín*. Obtenido de <https://www.upb.edu.co/es/noticias/upb-recibe-certificacion-carbono-neutro>

Vallejo, A. (s.f.). *Mejora genética de la Ceiba tolúa (Bombacopsis quinata) en Monterrey forestal, Colombia*. Cartagena. Obtenido de FAO.

Walenta, J. (2015). Becoming Carbon Neutral: Evaluating the Carbon Neutral Certification as a Tool for Reducing Climate Change Impacts and Securing Financial Livelihoods. *Sustainability: The journal of record*.

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A Definition of "Carbon Footprint". En C. Pertsova, *Ecological Economics, Research Trends* (págs. 1-11). New York: Nova Science Publishers, Inc.

## **ANEXOS**

## ANEXO A.

### PLAN DE TRABAJO

ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Inducción al sistema de sostenibilidad del Banco de la República.	X					
Inducción al sistema de gestión ambiental del Banco de la República.	X					
Realización de inspecciones planeadas a factores ambientales.	X	X				
Identificación de características de huella de carbono.		X				
Revisión bibliográfica de aspectos de reducción de huella de carbono.			X	X		
Planteamiento del proyecto de investigación “Contribución de Especies Nativas, Como Sumideros de Carbono”.			X			
Desarrollo de consultas de fuentes de información sobre el proyecto.			X	X		
Retroalimentación sobre información recopilada.					X	
Búsqueda de información técnico-económica sobre sistemas de regeneración de predios con especies nativas.				X		
Presentación informe final						X