

**PROPUESTA PARA UN PLAN DE RESTAURACIÓN Y RECUPERACIÓN
AMBIENTAL DE UN ÁREA AFECTADA POR LA DEFORESTACIÓN. CASO DE
ESTUDIO PARQUE NACIONAL NATURAL TINIGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL
META.**

KATIAN XIOMARA VERJAN RODRÍGUEZ

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIRO AMBIENTAL
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
BOGOTÁ
2020**

**PROPUESTA PARA UN PLAN DE RESTAURACIÓN Y RECUPERACIÓN
AMBIENTAL DE UN ÁREA AFECTADA POR LA DEFORESTACIÓN. CASO DE
ESTUDIO PARQUE NACIONAL NATURAL TINIGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL
META.**

KATIAN XIOMARA VERJAN RODRÍGUEZ

**DIRECTOR
ING. RAÚL ECHEVERRY**

**TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIRO AMBIENTAL
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
BOGOTÁ
2020**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y fortaleza para lograr la realización de este trabajo de grado y porque no permitir que me rindiera en momentos de debilidad. También agradezco su apoyo constante para poder alcanzar tan esperada meta.

Gracias a cada uno de los miembros de mi familia por su dedicación, ayuda, comprensión, confianza y amor incondicional a lo largo de este proceso. Sin su apoyo no hubiera sido posible.

Agradezco a la Universidad Antonio Nariño por su acompañamiento en esta fase de mi vida, y a cada docente que me aportó nuevos conocimientos para formarme como profesional con volares éticos.

Finalmente le doy gracias al profesor Raúl Echeverry, por su apoyo, esfuerzo, paciencia, orientación y tiempo durante todo este proceso, por motivarme a no desfallecer en ningún momento a pesar de los obstáculos que se presentaron.

Katian Xiomara Verjan Rodríguez

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico primeramente a Dios por darme la fuerza y sabiduría necesaria para llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

A mi madre y hermanos por sus oraciones, consejos y por motivarme a seguir luchando para lograr cumplir uno de mi sueños.

A mi padre que se encuentra en el cielo por cada uno de sus consejos, porque gracias a estos consejos soy una persona íntegra con valores, te dedico este trabajo por acompañarme y apoyarme en todo momento.

A mi esposo y amada hija por su amor, sacrificio y esfuerzo, por ser mi motivación para luchar y superarme cada día y así brindarles un mejor futuro, gracias por creer en mí.

Finalmente a todas las personas que aportaron y compartieron su conocimiento para llegar a este momento. A mis compañeros de la universidad por los agradables momentos que pasamos.

Katian Xiomara Verjan Rodríguez

RESUMEN

Los Parques Naturales se encuentran amenazados, ya que en la actualidad están desapareciendo debido a la deforestación; causada por diferentes factores antrópicos como lo son cultivos lícitos e ilícitos, la ganadería extensiva, invasiones en estas áreas protegidas, minería ilegal y tala de árboles ilegal, entre otros. Y a causa de estos factores la pérdida de cobertura vegetal en estos parques naturales se ha acelerado, y poco a poco se está perdiendo uno de los ecosistemas más importantes para la supervivencia de los seres vivos. El presente trabajo tiene como objetivo principal desarrollar una propuesta para un plan de restauración ecológica del Parque Nacional Natural Tinigua y áreas aledañas afectadas por la deforestación.

Palabras claves: parques naturales, deforestación, factores, restauración ecológica, ecosistema.

ABSTRACT

The Natural Parks are threatened, since they are currently disappearing due to Deforestation; caused by different anthropogenic factors such as licit and illicit crops, livestock, invasions in these Protected areas, illegal mining and Deforestation illegal, among others. And due to these factors the loss of vegetation Cover in these natural parks has accelerated and Little by Little one of the most important Ecosystems for the survival of living beings is being lost, The main objective of this work is to develop a proposal for an ecological Restoration plan for the Tinigua National Natural park and surrounding areas affected by Deforestation.

Key words: natural parks, Deforestation, factors, ecological Restoration, ecosystem.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	11
3.1. Objetivo General	11
3.2. Objetivos específicos	11
4. MARCO TEÓRICO	12
4.1 Restauración ambiental	12
4.2 Área protegida	13
4.3 Deforestación	14
4.4 Parque Natural	16
4.5. Biodiversidad	17
5. ESTADO DEL ARTE	18
6. METODOLOGÍA	22
5.1. Definir el área de estudio	22
5.2. Evaluación del estado actual	26
5.3. Nivel Organizacional de los Sistemas Biológicos	30
5.4. Análisis de los disturbios en el Ecosistema del Parque Nacional Natural Tinigua	31
5.5. Participación Comunitaria	32
5.6. Evaluación del Potencial de Regeneración	35
5.7. Análisis las Barreras para la Restauración	43
5.8. Selección las Especies Adecuadas para la Restauración	44
5.9. Propagación y Manejo de las Especies Seleccionadas	46
5.10. Selección de la zona para restaurar	49
5.12. Monitoreo del Proceso de Restauración	57
7. CONCLUSIONES	59
8. RECOMENDACIONES	59
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de Biodiversidad. Fuente: FAO.....	18
Tabla 2. Disturbios en el Parque Tinigua. Fuente: Elaboración propia.....	32
Tabla 3. Plan de educación ambiental. Fuente: elaboración propia	34
Tabla 4. Parámetros para tener en cuenta en la selección de las especies. Fuente: Vargas O, (2011).	45
Tabla 5. Monitoreo del plan de Restauración Ecológica. Fuente: Elaboración propia	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Países con más Deforestación en 2018. Fuente: Instituto de Recursos Mundiales.....	19
Figura 2. Deforestación en los Países de Sudamérica. Fuente: FCDS.....	20
Figura 3. Deforestación por departamentos en 2017. Fuente IDEAM	21
Figura 4. Etapas en la Restauración Ecológica	22
Figura 5. Ubicación Geográfica del Parque Nacional Natural Tinigua. Fuente: Parque Nacionales Naturales de Colombia	23
Figura 6. Deforestación en los Parques Nacionales Tinigua, Serranía de Chiribiquete, y Sierra de la Macarena, hasta 25 de julio. Fuente ACCA.	24
Figura 7. Tendencia de deforestación en cuatro áreas protegidas (2015-2018). Fuente: ACCA.	25
Figura 8. Quemadas en el Parque Tinigua. Fuente: Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS).	26
Figura 9. Barreras de tipo Ecológicas. Fuente: Orlando Vargas et al. 2008.	44
Figura 10. Germinación de una semilla de Cedro. Fuente: Gerardo Lagos 2011	47
Figura 11. Producción en Viveros. Fuente: el semillero2019. https://elsemillero.net/el-cedro-rosado/	48
Figura 12. Sitio Seleccionado para llevar a cabo la restauración. Fuente: Parques Nacionales Naturales de Colombia	50
Figura 13. Ruta de Acceso. Fuente: https://Red_Nacional_de_Carreteras#/media/Archivo:Mapa_de_Colombia_(red_vial).svg	51
Figura 14. Áreas Seleccionadas. Fuente: propia	52
Figura 15. Medición de las áreas seleccionadas	53
Figura 16. Diseño del Modelo agroforestal	55
Figura 17. Sistema Agroforestal con roble de 5 m entre hileras asociado a cultivos de piña y banano de 4 m entre hileras. Fuente: https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline_-_42.pdf	55
Figura 18. Sistema Agroforestal con Cacao.....	57

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades agrícolas, ganaderas, mineras que han intervenido en el crecimiento económico y social del país están produciendo una secuencia de alteraciones en los que se involucran aspectos importantes que afectan sectores como el cultural, social, económico y sobre todo el sector ambiental debido al agotamiento de recursos naturales. Los sistemas boscosos de los parques naturales juegan un papel muy importante ya que mantienen el equilibrio en los ecosistemas que se encuentran dentro de estos sistemas boscosos, además de brindar servicios ambientales, por lo tanto, se debe realizar las actividades pertinentes para la conservación y protección de estos ecosistemas tan importantes.

La deforestación causada por actividades antrópicas en su mayoría, han generado un deterioro en la biodiversidad de estos ecosistemas que son vitales para la supervivencia de diferentes tipos de especies de la fauna y flora, de igual manera los humanos necesitan de los servicios ambientales que estos sistemas boscosos brindan.

Debido a esta situación tan delicada se pretende dar a conocer una propuesta para un plan de restauración y recuperación ambiental de un área afectada por la deforestación, en este trabajo la investigación se va a centrar en el parque nacional natural Tinigua ubicado en el departamento del Meta.

2. JUSTIFICACIÓN

Los sistemas boscosos influyen en la preservación de la biodiversidad y la vida humana, ya que cumple funciones muy importantes como lo son las fuentes de oxígeno; esenciales para la fauna, flora, vida humana, la regulación del ciclo del agua, proteger los suelos, regulador climático, sumideros de carbono y ayuda a mantener el equilibrio en el medio ambiente y hábitat de un gran número de especies (Minambiente, 2010).

Los recursos y servicios ambientales que brindan estos sistemas boscosos se encuentran en constante peligro, la deforestación es una de las principales actividades que están influyendo en la desaparición de estos sistemas. Algunos de los factores o causas de la deforestación en Colombia son el aumento de cultivos lícitos e ilícitos, la ganadería, construcción de vías ilegales, invasiones en estas áreas protegidas, minería ilegal y la tala ilegal, entre otros (Helena Romero, 2013).

No todas las causantes de la deforestación son generadas por los seres humanos, también puede ser causada por fenómenos naturales como los incendios forestales o sequías. Estas perturbaciones dejan como resultado la reducción de los sistemas boscosos. De acuerdo con el IDEAM, en el año 2017, Colombia contaba con 59.311.350 hectáreas de bosque natural que representaban el 52% de la superficie continental, pero para el año 2017 se reporta una pérdida de 219.973 hectáreas de bosque natural, el 81% de estas pérdidas de bosque natural del país ocurrió en la jurisdicción de seis departamentos: Caquetá, Guaviare, Meta, Antioquia, Putumayo, Chocó y Santander (IDEAM, 2018).

Ante esta difícil situación de deterioro y desaparición de los sistemas boscosos, se hace prioritario tomar medidas que permitan restaurar dichos bosques, ya que se pone en riesgo las

funciones vitales de los ecosistemas. Dentro de esas funciones vitales podemos encontrar el suministro de agua, oxígeno, la conservación de los ciclos hidrológicos (Giraldo, 2002), entre otros, lo que produce un desequilibrio en el medio ambiente, afectando la preservación de la biodiversidad y la vida. Por esto que se propone un plan de restauración ecológica, que tiene como objetivo recuperar las condiciones óptimas de este sistema boscoso y que permita asegurar la prestación de bienes y servicios ambientales.

Esta investigación propone un plan de restauración y recuperación del parque nacional natural Tinigua afectado por la deforestación, debido a que es importante tomar conciencia en el cuidado de nuestro planeta, por lo tanto, debemos actuar en pro de su cuidado y recuperación.

Será posible restaurar y recuperar el parque nacional natural Tinigua afectado por la deforestación, es por esto que en este proyecto se quiere realizar el planteamiento y análisis metodológico para ejecutar una restauración ambiental del parque nacional natural Tinigua, debido a que se han presentado afectaciones a causa de la deforestación, como lo es la pérdida de biodiversidad, daños al hábitat y alteraciones en las propiedades físicas y químicas del suelo. Al realizar esta propuesta de restauración ecológica, no solo se va a beneficiar el medio ambiente sino también las comunidades aledañas que habitan en el parque natural, ya que, al realizarse este proyecto de restauración, el sistema boscoso se va a recuperar y con él sus funciones que son vitales para la supervivencia de los seres vivos contribuyendo al desarrollo económico de los lugareños.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Desarrollar una propuesta para un plan de restauración ecológica del Parque Nacional Natural Tinigua y áreas aledañas afectadas por la deforestación.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la zona de estudio (Parque Natural Tinigua) y las áreas aledañas para evaluar sus condiciones actuales.
- Implementar un método adecuado para la correcta planificación del proyecto de restauración ecológica.
- Desarrollar un plan de educación hacia la comunidad del sector, sobre la importancia de conservar el Parque Natural Tinigua.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Restauración ambiental

La restauración ecológica es una serie de tácticas de carácter interdisciplinario, en las que se articula el conocimiento científico para dar solución a procesos de gestión y manejo de los ecosistemas, recuperar los ecosistemas degradados y prevenir daños futuros (Hobbs y Harris, 2001). La restauración ecológica o ambiental es un conjunto de acciones o manipulaciones planificadas que conforman una medida para mejorar las condiciones del sistema degradado e incrementar su calidad ambiental (Julia Caravias, 2007).

La restauración ambiental tiene como objetivo proporcionar las bases científicas para la reconstrucción y el funcionamiento de los ecosistemas deteriorados y proporcionar sistemas autosostenibles. La restauración consiste en acciones para la recuperación parcial o total de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas que han sido alterados, generalmente por disturbios producidos por actividades antropogénicas (Dorado y Arias, 2006).

El papel de la restauración ecológica cada vez es más importante en las políticas destinadas a revertir los efectos generalizados de la degradación ambiental, incluye actividades para ayudar a la recuperación de la función y estructura del ecosistema, la provisión asociada de bienes y servicios (Aradottir y Hagen, 2013).

Los primeros proyectos de restauración ambiental o ecológica en Colombia fue en 1951 ya que el Congreso de la República aprobó la Ley 4 que decretó la utilidad pública una zona cerca al río Otún y sus afluentes en Pereira, Risaralda y ordeno su destino exclusivamente a la repoblación forestal o a la formación de bosques industriales. El objetivo era asegurar el suministro de agua al municipio y alrededores. Para esto se establecieron aproximadamente 840 hectáreas de plantaciones de árboles nativos. En la actualidad el río Otún surte agua a más de 2 millones de

habitantes y se ha recuperado varias especies de fauna y flora de la región (Murcia y Guariguata, 2014).

En el 2015 se inició el proyecto de restauración ambiental o ecológica del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes ubicado en el Departamento de Santander. El objetivo fue fomentar procesos de sucesión ecológica secundaria en áreas degradadas para ayudar al mantenimiento de la integridad ecológica y la oferta de servicios ecosistémicos, con la restauración ecológica de 750 hectáreas del sector Norte del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes. Este proyecto realizó una restauración de 750 hectáreas en especies de bosque andino y subandino (Céspedes y Gonzáles, 2015).

4.2 Área protegida

Una zona o área protegida es un terreno geográfico claramente dedicado, definido, reconocido y administrado, mediante medios legales u otros medios efectivos, para lograr la protección y conservación de la naturaleza a largo plazo con los bienes del ecosistema y los valores culturales asociados (Graeme et al, 2019). Las áreas protegidas (parques nacionales, áreas silvestres, áreas conservadas por la población, reservas naturales, etc.) son un pilar para conservar la biodiversidad, a la vez que contribuyen al sustento de los humanos, especialmente a nivel local (Definición de la UICN, 2008).

Las áreas protegidas se dividen en varias categorías y cada una recibe un nivel de protección, es importante destacar que esto no solo incluye proteger las áreas estrictamente protegidas, sino también en áreas sujetas a una variedad de acuerdos de gestión que intentan equilibrar los usos competitivos (terrestre o marino) con los objetivos de conservación de la biodiversidad (Hugh et al, 2006). La primera categoría se divide en dos subcategorías, es decir, reserva natural estricta y área silvestre, la segunda categoría se refiere al parque nacional, la tercera se identifica como

monumentos por ejemplo accidentes geográficos, la cuarta es el hábitat o áreas de manejo de especies, la quinta categoría es el paisaje marino protegido y por último la categoría que se basa en áreas protegidas con uso sostenible de los recursos naturales (Suratman M, 2018). El propósito principal de un área protegida (AP) es la conservar la diversidad biológica, las AP pueden servir como puntos de referencia científicos para examinar los efectos del cambio ambiental global (Gray, 2012).

4.3 Deforestación

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) la deforestación es quitar parcial o totalmente las formaciones de árboles para destinar este espacio resultante a fines agrícolas, ganadero o de otro tipo. La deforestación es una conversión del bosque a otro tipo uso de la tierra o la reducción a largo plazo de la cubierta de la copa arbórea por debajo del umbral mínimo del 10%. Tal pérdida solo puede ser causada y mantenida por una perturbación continua inducida por el ser humano o natural. Incluye áreas de bosque convertidas en agricultura, pastos, reservorios de agua y áreas urbanas (Casillas y Romero, 2012). El término excluye específicamente las áreas donde los árboles han sido eliminados como resultado de la cosecha o la tala, y donde se espera que el bosque se regenere naturalmente o con la ayuda de medidas silvícolas. La deforestación incluye además áreas donde los impactos de la perturbación, el uso excesivo o las condiciones del medio ambiente son cambiantes pueden llegar a afectar los bosques hasta el punto de no poder mantener una cubierta arbórea por encima del umbral del 10% (FAO, 2001).

La deforestación es la pérdida de árboles impulsada por el hombre y la naturaleza, que afecta la vida silvestre, los ecosistemas, los patrones climáticos e incluso el clima. Los árboles generalmente se eliminan para dar paso a la agricultura, las carreteras y el desarrollo urbano

(Encina y Ibarra, 2003). No toda la deforestación es intencional, también puede ser causada por una combinación de factores naturales y humanos como los incendios forestales (Christina Nunez, 2019).

La deforestación trae consecuencias con ella y es importante mencionar los efectos que pueden llevar a la destrucción de ecosistemas. La deforestación modifica los sistemas boscosos quienes cumplen un papel importante en el ciclo del agua, pues añaden agua a la atmósfera, además estos sistemas boscosos actúa como una especie de esponja, que absorbe parte de la precipitación a lo largo de las lluvias y la retiene en el suelo para luego liberar esta agua en intervalos regulares del tiempo (Butler, 2013). Este modelo de regulación en los bosques lluviosos ayuda a moderar los impactos destructivos de las inundaciones y la sequía, que ocurren con la desaparición de estos sistemas boscosos.

El bosque aumenta la humedad a través del proceso de evapotranspiración donde las plantas liberan agua de sus hojas durante la fotosíntesis, esta humedad influye en la formación de nubes, las cuales posteriormente liberan el agua por medio de la lluvia (Luis Giraldo, 2002). Y al perderse la cubierta del bosque se presenta una menor cantidad de evapotranspiración y la humedad disminuye, lo cual es una consecuencia para la formación de nubes y a su vez una baja precipitación, y la zona queda expuesta a la sequía y se convierte en una zona árida, debido a los fuertes rayos solares que atraviesan la hierba. Y al alterar las propiedades físicas y químicas de los parques naturales la fauna y flora desaparecerán poco a poco ya que no cuentan con las condiciones óptimas para sobrevivir en esta área (Irene Gallego, 2014).

4.4 Parque Natural

Los Parques Naturales son zonas o terrenos poco transformadas por la explotación o actividades humanas y por la belleza de sus paisajes, las funciones de sus ecosistemas o la singularidad de su flora y fauna, cuenta con valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente (Junta Andalucía, 2007). Los parques naturales son áreas verdes al aire libre, y gracias a su riqueza en biodiversidad son zonas protegidas de manera especial por el gobierno (Sánchez, 2018). Las funciones de los Parques Naturales están consagradas en el Decreto 3572 del 27 de Septiembre de 2011, algunas de estas funciones son la administración y manejo del Sistema de los Parques Naturales, además de reglamentar el uso y el funcionamiento de las zonas que lo conforman, desarrollar los instrumentos de planificación, programas y proyectos del Sistema de Parques Naturales, igualmente ejercer las funciones policivas y sancionatorias fijados por la ley, entre otras funciones (Ministerio de Ambiente).

Hoy en día el Sistema de Parques Naturales de Colombia se encuentra conformado por 59 áreas protegidas, 42 de ellas son Parques Naturales, 12 han sido designados a Santuarios de fauna y flora, 2 Reservas Nacionales Naturales, 1 vía Parque y 1 Área Natural única (Parques Nacionales Naturales de Colombia). 1960 fue declarado el primer Parque Natural como área protegida en Colombia, el cual fue el Parque Nacional Natural Cueva de los Guácharos con una extensión de 9000 hectáreas de bosque andino y el último en ser declarado, fue el Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, ya que recientemente se efectuó una nueva ampliación en los municipios de San José del Guaviare, Miraflores y Calamar en el departamento del Guaviare; y en San Vicente del Caguan y Solano en el departamento del Caquetá, acto que se formalizó mediante la resolución 1256 del 10 de julio de 2018, que cuenta con una extensión total de 4.268.095 hectáreas (PNN de Colombia, 2019).

4.5. Biodiversidad

La biodiversidad es el resultado de un desarrollo gradual que se manifiesta en la existencia de diferentes formas de vida donde se pueden identificar gracias a sus diferencias a nivel morfológico, fisiológicos y genético, también se pueden identificar gracias a sus formas de desarrollo, su la demografía y las historias de vida. La diversidad biológica cubre toda la escala de organización de los seres vivos (Badii y Landeros, 2007). En la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas llevada a cabo el 1992 en Río de Janeiro, se definió a la biodiversidad como la variabilidad entre los organismos vivientes, incluyendo ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos.

Biodiversidad es un término que a menudo se usa para evaluar las obligaciones y necesidades de restauración, para definir objetivos y para evaluar el éxito de la restauración, el uso frecuente de este término en la ecología de la restauración no es sorprendente porque es un términos clave en todos los campos vinculados a la naturaleza y al medio ambiente en la actualidad (Mayer, 2006). La biodiversidad está constituida por la variedad de formas de vida, de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos, los distintos tipos de hábitat; la biodiversidad también está constituida por la variedad de ecosistemas y las diferencias entre los individuos de una misma especie (Galeano y Guifarro, 2018). La biodiversidad o diversidad biológica se clasifica en tres niveles o categorías, los tipos de biodiversidad son (Tabla 1): Biodiversidad genética, biodiversidad de las especies y biodiversidad de ecosistemas (Roldán, 2020).

Tabla 1. Tipos de Biodiversidad. Fuente: FAO

Diversidad Organísmica	Diversidad Ecológica	Diversidad Genética
Poblaciones	Biomás	Individuales
Géneros Filos	Bioregiones	Poblaciones
Familias	Nichos	Genes
Reinos	Ecosistemas	Nucleótidos
Especies	Hábitats	Cromosomas
Subespecies	Paisajes	
Filos	Poblaciones	
Individuos		

5. ESTADO DEL ARTE

La deforestación es una situación que afecta a las personas y animales, así como al mundo en general ya que tiene graves efectos sobre la emergencia climática y la vida silvestre. Unos 250 millones de personas que viven en estas áreas de parque naturales dependen de ellos para su subsistencia e ingresos (FAO, 2018). El 80% de los animales y plantas viven y crecen en estos sistemas boscosos, y la deforestación está amenazando estas especies y alterando las condiciones originales del suelo lo cual incide en cambios extremos de temperatura (Nuñez, 2019) presentando una amenaza alta de ocurrencia de incendios de la cobertura vegetal en las zonas de bosque, cultivos y pastos, que puede afectar a las plantas y animales (IDEAM, 2016).

Los sistemas boscosos cubren alrededor del 30% de la superficie terrestre del mundo y están desapareciendo rápidamente. Entre 1990 y 2016 el mundo perdió 1.3 millones de kilómetros cuadrados de bosque según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Aun cuando se firmó la declaración de Nueva York del 2014 donde se le exigía a los países reducir a la mitad la deforestación para 2020 y restaurar 150 millones de hectáreas de tierras forestales deforestadas o degradadas la tasa de pérdida de la cubierta ha aumentado en un 43% desde que se adoptó la declaración (PID Amazonía, 2018).

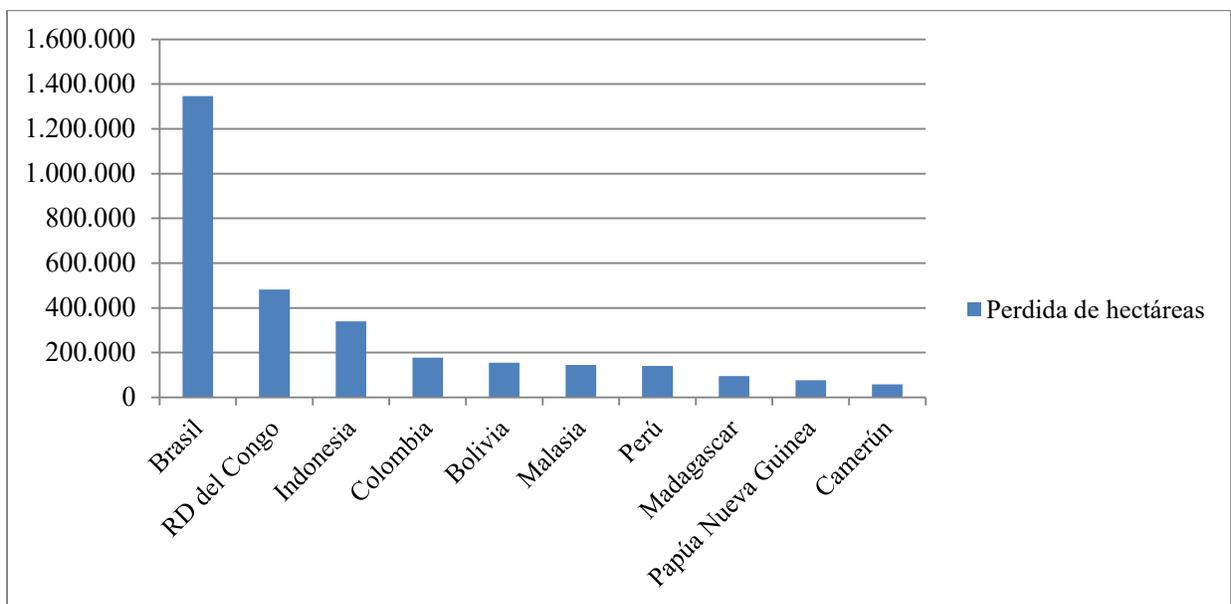


Figura 1. Países con más Deforestación en 2018. Fuente: Instituto de Recursos Mundiales

Según la FAO América Latina alberga el 80% de los bosques naturales del mundo y Brasil posee más de la mitad de esta superficie boscosa con un 53%, pero estos bosques se están viendo afectados por el uso de grandes extensiones para ganadería y agricultura lo que permite que la deforestación avance a un ritmo alarmante (Figura 1 y 2), y a esta causa se le suma los grandes incendios forestales que han ocurrido en la zona en los últimos años donde se ha perdido una gran superficie de área boscosa (Edgar Olaya, 2020).

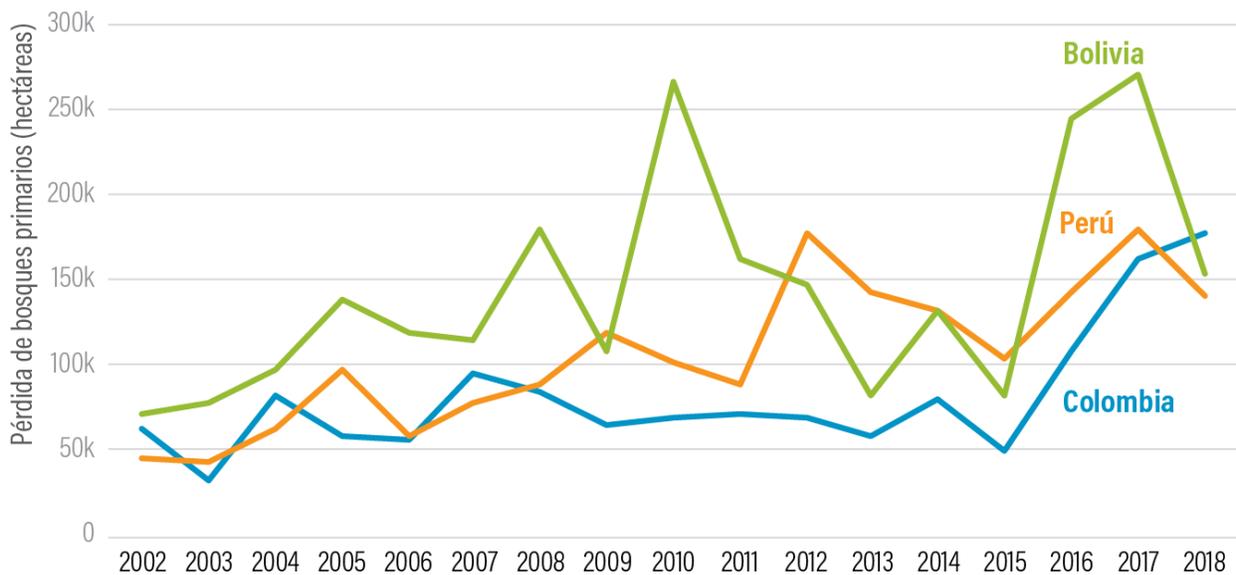


Figura 2. Deforestación en los Países de Sudamérica. Fuente: FCDS

En Colombia las principales causas de deforestación es la expansión de fronteras agropecuarias, seguida por las invasiones, cultivos ilícitos y construcción de obras de infraestructuras (Armenteras, 2018). Lo que ha disminuido el porcentaje de bosques, en el país y especialmente en la región de la amazonia. Para el año 2018 el IDEAM dio a conocer las cifras oficiales de deforestación, la cual se ubicó en 197.159 hectáreas, este balance fue positivo ya que indicaba una disminución de la deforestación en el país del 10% en comparación al año 2017 que presento unas cifras de 219.973 hectáreas. Frente a la deforestación por departamentos, el IDEAM indico que el 34% de esta deforestación se presentó en áreas de los departamentos de Putumayo, Caquetá, Meta (principalmente en los municipios de Uribe y Mesetas) y Guaviare (Figura 3). El 95% de la tala de estos sistemas boscosos se concentra en 30 municipios y el 60% corresponde a la región de las amazonas.

El problema de deforestación en Colombia es preocupante más aun cuando el sector ambiental se encuentra limitado ya que las condiciones de gobernabilidad no son suficientes para que haya

mayor presencia de funcionarios y acciones donde se trabaje entorno al medio ambiente y la comunidad, lo cual conlleva a que las personas no tengan conciencia del gran problema que causa la deforestación (Antonio Paz, 2019). Es por esto que para luchar contra la deforestación y mitigar esta problemática se debe tener una mejor gobernanza (Elsa Escobar, 2020).

El departamento del Meta en 2017 perdió 33.000 hectáreas de bosque a causa de la praderización, cultivos ilícitos, expansiones, extracción de minerales ilícitos y ganadería extensiva, lo cual es preocupante (IDEAM, 2019).

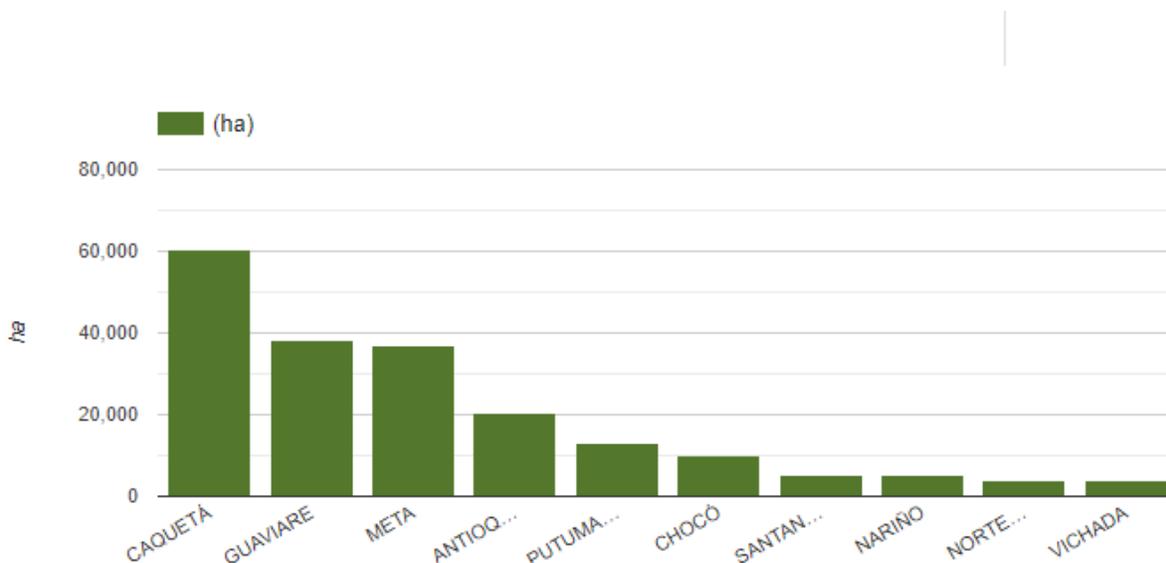


Figura 3. Deforestación por departamentos en 2017. Fuente IDEAM

Los sistemas boscosos son muy importantes para el equilibrio del medio ambiente ya que cumple funciones vitales para la supervivencia de todos los seres vivos, es por esto que se debe tomar medidas para la recuperación y restauración de áreas afectadas por la deforestación, donde las condiciones de gobernabilidad deben ser eficientes para trabajar entorno al medio ambiente y la comunidad, para que las personas tomen conciencia de las graves consecuencias que conllevan la deforestación.

6. METODOLOGÍA



Figura 4. Etapas en la Restauración Ecológica

5.1. Definir el área de estudio

El Parque Nacional Natural Tinigua (lengua de los viejos) debe su nombre a los últimos sobrevivientes de esta antigua etnia. Fue declarado Parque Nacional Natural mediante el artículo 4 del Decreto 1989 de Septiembre 1 de 1989. Esta área protegida se encuentra ubicada en el departamento del Meta, entre los municipios de la Uribe y La Macarena, se ubica entre los ríos Duda y Guayabero (Figura 5). Presenta un clima cálido, con temperaturas alrededor de 25°C, con

una extensión de 214.362 hectáreas y una altura de 200 y 500 msnm. Este sistema boscoso es de gran importancia hídrica ya que conserva 4 cuencas hidrográficas río Guayabero, río Guaduas, río Perdido y río Duda los cuales permiten la formación del río Guaviare.

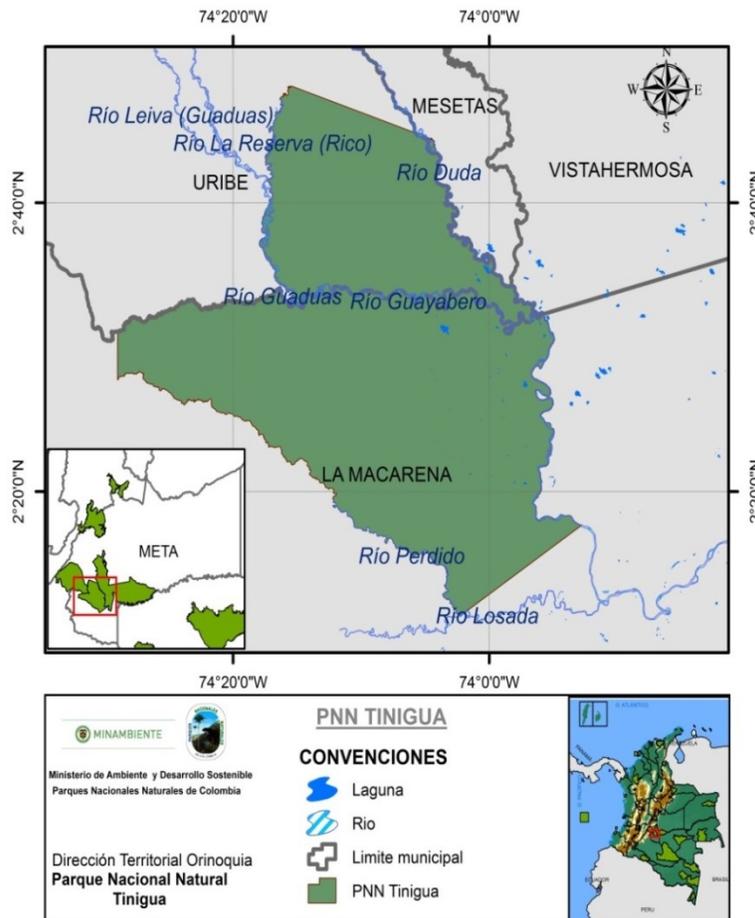


Figura 5. Ubicación Geográfica del Parque Nacional Natural Tinigua. Fuente: Parque Nacionales Naturales de Colombia

Según uno de los últimos reportes de monitoreo de la Amazonia Andina (MAAP), la Asociación de Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA) y la Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible (FCDS) sobre la deforestación evidencia la alarmante pérdida de los sistemas boscosos que se están presentando en los parques nacionales incluyendo el Parque Nacional Natural Tinigua (Figura 6), este sistema boscoso pasó de perder 3000 hectáreas de

bosque en el 2017 a perder 12000 hectáreas en el 2018 (Figura 7). El municipio de la macarena presento un incremento en la deforestación en el país con un 26% y la mayor parte de esta pérdida de bosque se presentó en el parque natural Tinigua, dice Rodrigo Botero, Director de la FCDS (Antonio Paz, 2019).

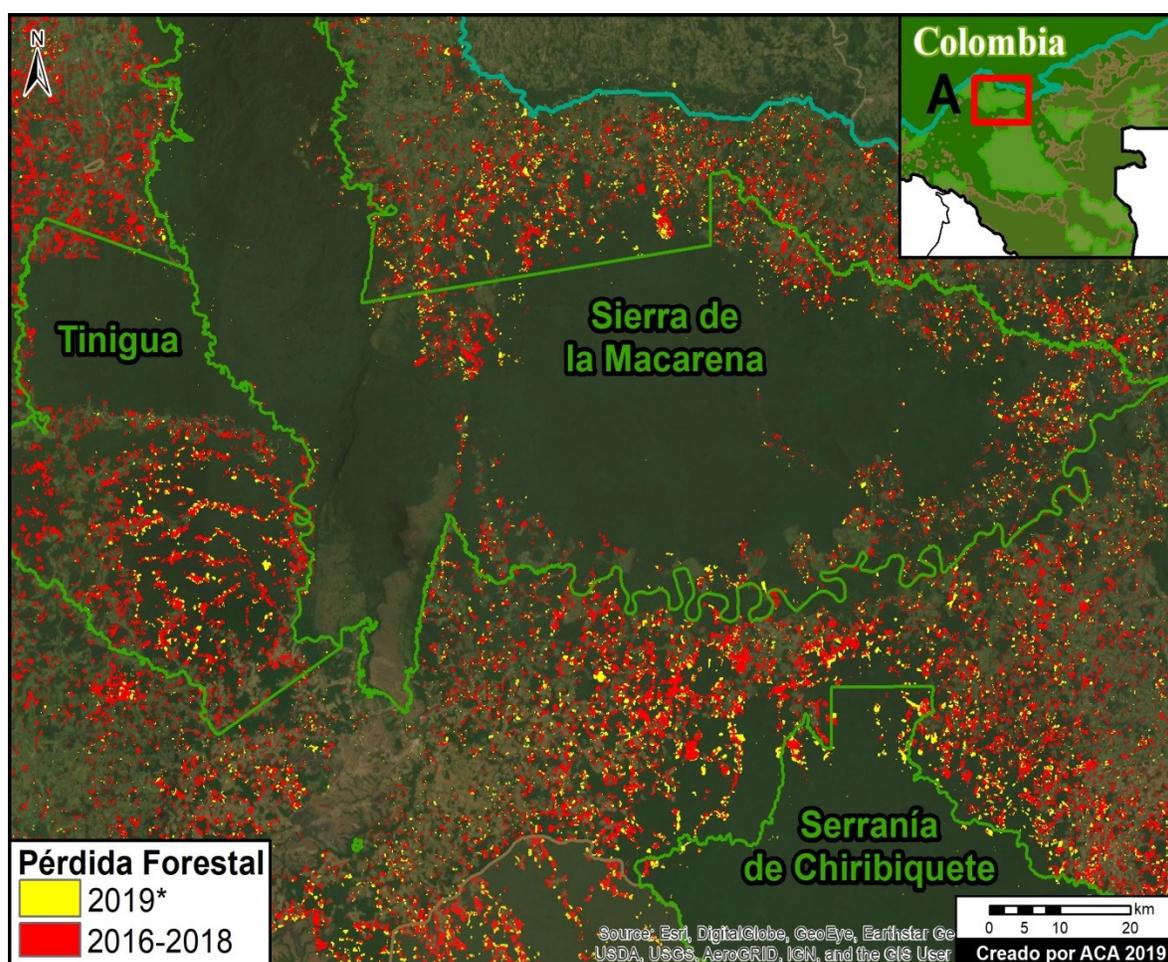


Figura 6. Deforestación en los Parques Nacionales Tinigua, Serranía de Chiribiquete, y Sierra de la Macarena, hasta 25 de julio. Fuente ACCA.

Según la Asociación de Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA), de las 4 áreas protegidas (Chiribiquete, Macarena, Nukak y Tinigua) en el noroeste de la Amazonia colombiana, el área más afectada por la deforestación es el parque nacional Tinigua, ya que entre

el 2017 y julio de 2019 perdió 16000 hectáreas de bosque. La deforestación en este sistema boscoso se presenta donde flora y fauna han sido poco estudiadas, lo cual es una situación delicada debido a que está perdida puede tardar siglos para recuperarse o quizás nunca podrá ser reemplazado. La zona mejor conservada del Parque Natural Tinigua está ubicada hacia el norte del río guayabero (Conservación Amazónica, 2019).

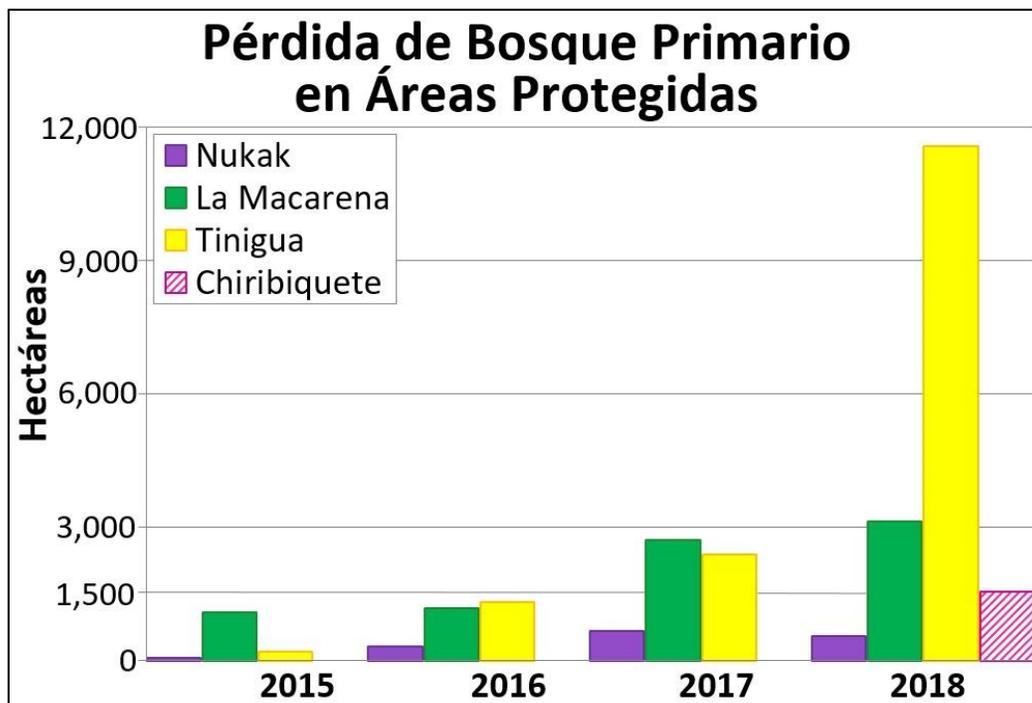


Figura 7. Tendencia de la deforestación en cuatro áreas protegidas (2015-2018). Fuente: ACCA.

Las entidades ambientales de la zona decidieron tomar cartas en el asunto por lo cual firmaron acuerdos con 16 familias campesinas (4 de estas familias habitan en el parque Tinigua) del municipio de Uribe, quienes se comprometieron a conservar el bosque y su diversidad biológica. Aunque esto no es suficiente para terminar con el problema de deforestación es un pequeño avance para la restauración ecológica del Parque Nacional Natural Tinigua (PNN de Colombia, 2019).



Figura 8. Quemas en el Parque Tinigua. Fuente: Fundación para la Conservación y Desarrollo Sostenible (FCDS).

5.2. Evaluación del estado actual

Se realiza una evaluación de las condiciones del ecosistema a intervenir, algunas de las características que se recomienda evaluar son las biofísicas y socioeconómicas.

Características Biofísicas

El Parque Nacional Natural Tinigua se encuentra entre los Parques Nacionales Naturales de los Picachos al occidente, y la Sierra de La Macarena al oriente. Gracias a esta ubicación se forman una continuidad de áreas protegidas, que favorecen la biodiversidad y facilitan los esfuerzos de conservación. El Parque Nacional Natural Tinigua presenta una topografía ondulada y suave, su altura esta entre 200 y 500 m.s.n.m.

Clima

El Parque Nacional Natural Tinigua está caracterizado por presentar lluvias fuertes y formaciones de nubes; el alto porcentaje de condensación es a causa de la ubicación del Parque Tinigua, ya que, se encuentra entre la cordillera Oriental y la Sierra de La Macarena, donde la humedad relativa es de 80 a 90% en promedio. Los periodos secos van de diciembre a marzo y desde agosto a septiembre, y los periodos de lluvia van de abril a julio, con valores máximos registrados entre octubre y noviembre, estos periodos se ajustan a un régimen bimodal y. La temperatura promedio anual es de 25 °C; y una precipitación media anual de 2 500 mm.

Ecosistema

- Selva húmeda: este tipo de selva constituye el 86% del Parque Nacional Natural Tinigua, extendiéndose sobre una superficie de 184.983 has. Según las coberturas del suelo 2012 (Corine Land Cover) esta selva está conformada por unidades naturales, seminaturales y antrópicas, éstas últimas afectando su integridad ecológica.
- Bosque inundable: este tipo de bosque constituye el 14% del Parque Nacional Natural Tinigua, extendiéndose sobre una superficie de 30.184 has localizadas a lo largo de los ríos Duda, Perdido, Guayabero y La Reserva.

Fauna

Dentro del Parque Nacional Natural Tinigua habitan una gran variedad de fauna, podemos encontrar Nutrias, Tigre mariposa, Danta, León de montaña, Mono araña, Cajucho, Saíno, Perezoso de tres dedos o perico ligero, Araguato, Guacamayas, Corocoras, Caimán llanero, Terecay, Anaconda, Boa, Venados sabaneros, Puma, entre otros. Pero lamentablemente a causa de la cacería ilegal y destrucción de su hábitat estas especies se encuentran en peligro de desaparecer.

Flora

Aunque no ha sido estudiada a fondo, se pueden hacer varias observaciones acerca de la gran variedad de flora que se encuentra en el Parque Nacional Natural Tinigua. El bioma predominante en la reserva es el bosque húmedo tropical, caracterizada por árboles caducifolios de gran porte, el dosel tiene un promedio de altura entre los 30 y 40 m y muchos árboles poseen raíces zancos o tabloides en los lugares propensos a las inundaciones y en las riberas de los ríos.

También se encuentra una comunidad de las especies *Brosimum guianense*, árbol de buen porte con frutos similares a las fresas, además se encuentran árboles como el Cedro, Arrayan, Cabo de hacha, Caucho negro, Guasco, Balsamo, Yarumo, Papelillo, Madroño, Roble y palmas, que crecen entre los 20 y 35 m. En esta selva proliferan las lianas y los bejucos.

En las partes bajas, alrededor de las orillas de los ríos y quebradas, la vegetación es diferente por las inundaciones periódicas. En los lugares inundados se encuentran plantas similares al bambú (Sesana, 2006).

Geología

La planicie del Parque Nacional Natural Tinigua y su formación geológica corresponde a la última parte del periodo terciario y pleistoceno, como resultado de un periodo de erosión hídrica producido por la elevación de la cordillera oriental y el desplazamiento de grandes masa de agua.

El periodo terciario superior está compuesto por materiales arcillosos, son sedimentos con cantos de arenisca y matriz arcillosa, se presentan arcillas rojas, amarillas y blancuzcas. Los sedimentos del periodo Cuaternario de edad pleistocénica se encuentran en terrazas antiguas cuyos materiales son retransportados, finos y de baja fertilidad (IGAC, 1979).

Hidrografía

Las fuentes hídricas más representativas del Parque Nacional Natural Tinigua son:

- Río Guayabero
- Río Duda
- Río Perdido
- Río Lagartija o la Reserva
- Río Guaduas
- Río Losada

Características Socioeconómicas

Población

En las áreas aledañas al Parque Nacional Natural Tinigua, se encuentran comunidades de campesinos, quienes se dedican a la quema de esta zona para la ampliación de la frontera ganadera, a los cultivos de coca, explotación de madera y caucho, lo que ha traído como consecuencia el deterioro del ecosistema y la pérdida de biodiversidad en el área.

También se encuentran comunidades indígenas como la Tinigua y los Mítiwas (Luque, 2019).

Actividades económicas permitidas

Las principales actividades económicas que se destaca en esta zona es el Aviturismo y Ecoturismo, entre los paisajes naturales que sobresalen por su belleza son: Caño Cristal, el Indio Acostado, los Raudales I y II del río Guayabero. Estos atractivos fomentan la conservación de los sistemas boscosos, la valoración de estas zonas protegidas, además, de brindar nuevos conocimientos a las personas.

Vías de acceso

Se puede llegar desde Villavicencio por la vía San de Arama hasta la Uribe, una vez estando allí se sigue una trocha hasta la quebrada Lagartija, también se puede llegar por vía aérea desde

Villavicencio hasta la Macarena o el Refugio y desde allí en lancha hasta el río Losada y el bajo río Duda.

Una vez se tiene el área de recuperación identificada y estudiada se empieza el proceso de restauración ecológica, para esto vamos a implementar las siguientes etapas, las cuales son una forma de interpretar la complejidad y particularidad del sitio a restaurar.

5.3. Nivel Organizacional de los Sistemas Biológicos

En ecología existe una clasificación u organización jerarquizada de los diferentes sistemas biológicos que se puede encontrar en la naturaleza. Los principales niveles ecológicos que incluye la restauración ecológica son: el nivel de especie, el nivel de comunidad o población, nivel de ecosistema y nivel paisaje (Vargas, 2011). Estos niveles de organización son muy importantes y se deben tener en cuenta para llevar a cabo la restauración. En esta investigación se van a tener en cuenta tres de estos niveles, los cuales son el nivel de especie, de ecosistema y el de paisaje.

El nivel de especie puede definirse como cualquier especie u organismo vivo. Los animales a diferencia de las plantas son muy definidos con respecto al cruce, mientras que algunas plantas se cruzan con otras plantas fértiles (Edgardo, 2016). Este nivel busca la recuperación de especies en particular y tiene como objetivo rescatar la especie de prioridad, ya que de estas especies pueden depender otros organismos (Joan E, 2001). El objetivo de este nivel es la recuperación de especies de árboles nativas del área de estudio como *Guarea guidonia* (Cedro), *Cecropia membranacea* (Yarumo) y *Laetia corymbulosa* (Lagunero), para esto se quiere realizar una producción en vivero de estas especies que son clave para la recuperación.

El nivel de ecosistema es una comunidad junto con su entorno no vivo. Un ecosistema tiene dos componentes básicos el Abiótico y el Biótico (Macey M, 2002). El nivel de ecosistema es la

relación entre un grupo de organismos entre sí y su medio ambiente, en este nivel se genera energía y reciclado de alimentos para que un ecosistema sea autosuficiente con respecto a otros ecosistemas, los principales ecosistemas son: ecosistema de agua dulce, ecosistema marino, ecosistema terrestre, ecosistema forestal, entre otros (Falcón, 2020). El objetivo del nivel ecosistémico es la restauración de algunas funciones vitales del ecosistema, además de recuperar algunas especies de flora nativas (*Guarea guidonia* (Cedro), *Cecropia membranacea* (Yarumo) y *Laetia corymbulosa* (Lagunero)) y fauna (Tigre mariposa, Danta, Venados sabaneros, Puma, entre otros).

El nivel de paisaje es un grado de organización superior que comprende varios ecosistemas dentro de una determinada unidad de superficie (Costas, 2016). La ecología del paisaje es el análisis de las interacciones entre aspectos temporales y espaciales del paisaje, y sus componentes de flora y fauna. Y se centra en las relaciones espaciales entre elementos del paisaje, ecosistemas y la dinámica ecológica del mosaico paisajístico a lo largo del tiempo (Ibáñez, 2008). Su objetivo puede consistir en la realización de una única función como lo es la conservación de la biodiversidad, o en el logro de múltiples objetivos como la mitigación de la degradación de las tierras y la implementación de prácticas sostenibles de uso y manejo de las mismas.

5.4. Análisis de disturbios en el Ecosistema del Parque Nacional Natural Tinigua

Todos los ecosistemas en ocasiones sufren disturbios naturales y antrópicos. Los principales disturbios en el Parque Nacional Natural Tinigua están relacionados a actividades antrópicas (Tabla 2), algunos de estos disturbios son la ganadería extensiva, la tala ilegal, la agricultura, quemas (Tatiana Rojas, 2020), pero una de las causas más relevantes de la deforestación en esta área es el reemplazo del bosque por plantas de coca (cultivos ilícitos), ocasionando problemas de

degradación severos en las áreas destinadas a esta actividad, debido al uso continuo e indiscriminado de químicos como los plaguicidas que son empleados en las labores de manejo del cultivo y procesamiento de la hoja, que durante muchos años se han venido acumulando y eliminando el componente biótico y alterando las propiedades físicas y químicas del área (Zarate et al. 2005). En cuanto a los disturbios naturales se presentan sequías e incendios forestales.

Tabla 2. Disturbios en el Parque Tinigua. Fuente: Elaboración propia

Principales Disturbios	Ecosistema del Parque Natural Tinigua
Ganadería extensiva	Presente
Agricultura	Presente
Tala ilegal	Presente
Cultivos ilícitos (coca)	Presente
Quemas	Presente
Incendios forestales	Presente
Sequias	Presente

5.5. Participación Comunitaria

Los proyectos de restauración ecológica son acciones ambiental y socialmente necesarias, ya que la degradación de los ecosistemas afecta la disponibilidad de los recursos naturales que son esenciales para la supervivencia de las personas, además de influir en el problema de pobreza. En el Parque Nacional Natural Tinigua se encuentran comunidades campesinas (que se dedican a la quema, agricultura y ganadería extensiva), estos grupos campesinos se organizan por asociaciones comunitarias como; la Asociación Campesina Ambiental Losada Guayabero y la de Trabajadores Campesinos Ambientalistas del Parque Tinigua y Macarena del municipio de Uribe. Estas comunidades campesinas se dedican a la producción de ganadería extensiva y agricultura lo que ha traído como consecuencia el deterioro del ecosistema y la pérdida de la

biodiversidad en el área. Además, se encuentran culturas indígenas como la comunidad indígena Tinigua y la comunidad de los Mítiwas. También se cuenta con la presencia de los funcionarios de los parques Nacionales, Cormacarena y algunos líderes ambientales de la Junta de acción comunal del municipio de la Macarena, quienes son amenazados por las disidencias de las FARC (Luque, 2019).

Para este plan de restauración se puede realizar el vivero de las plantas nativas que se van a utilizar en este proceso con la ayuda y participación de la comunidad, con esto se quiere incluir la participación de la población en una etapa importante del proyecto. De esta manera se crea un espacio para la integración social y se puede brindar un plan de educación sobre la importancia de la restauración ecológica y las consecuencias que trae la deforestación.

Es muy importante tener en cuenta la opinión y participación de la comunidad en cuanto a la propuesta del plan de restauración ecológica del Parque Nacional Natural Tinigua, ya que esta población es la que se va a ver directamente afectada negativa o positivamente con esta propuesta. Establecer un plan de educación hacia la comunidad sobre restauración, es muy importante para que la población se apropie del proyecto y garanticen la continuidad del proyecto. Además es importante contar con la información de las personas que viven en ese lugar para mejorar las estrategias de restauración.

En este trabajo se propone un plan de educación ambiental dirigido a la comunidad (Tabla 3), el cual consiste en aplicar las siguientes actividades las cuales son sencillas de llevar a cabo:

- Es importante comunicar y divulgar información acerca de las problemáticas que trae la deforestación y la importancia de la restauración y conservación de las áreas protegidas, mediante impresos, audiovisuales y folletos que sean sencillos de comprender.

- Capacitaciones ambientales que tienen como objetivo orientar a la comunidad para que generen un desarrollo sostenible que contribuya a la conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional Natural Tinigua. Además se busca una sensibilización ambiental para logra que la comunidad tome conciencia respecto a las consecuencias que trae la deforestación. Estas capacitaciones se realizan mediante talleres, cursos, reuniones y jornadas.
- Enseñarle a la comunidad la importancia de la preservación de la flora nativa de la región, mediante la participación activa y formativa en la producción de las especies que se van a utilizar para la restauración del Parque Nacional Natural Tinigua.
- Formación en programas de Monitoreo, para que la misma comunidad le dé continuidad al proceso de seguimiento y control del proyecto de restauración ecológica.

Tabla 3. Plan de educación ambiental. Fuente: elaboración propia

PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL		
Acciones	Actividades	Materiales
Informar a la población	Comunicar y divulgar información sobre los temas a tratar.	Folletos, impresos y audiovisuales
Capacitaciones	Realizar talleres recreativos enfocados en el aprendizaje ambiental.	Material lúdico
	Reuniones con la comunidad para brindarles información y conocimiento que contribuyan a la preservación de la biodiversidad.	Material audiovisual
	Cursos y jornadas de reforestación para lograr una sensibilización ambiental en la comunidad.	Material didáctico (videos, libros, software y guías).
Preservación de las especies nativas	Participación de la población en temas de producción de especies de árboles nativas de la región.	Profesional en el tema de producción de las especies nativas.
Formación en programas de monitoreo	Brindar a la comunidad cursos de seguimiento y control para la continuidad del proyecto.	Equipos tecnológicos

5.6. Evaluar el Potencial de Regeneración

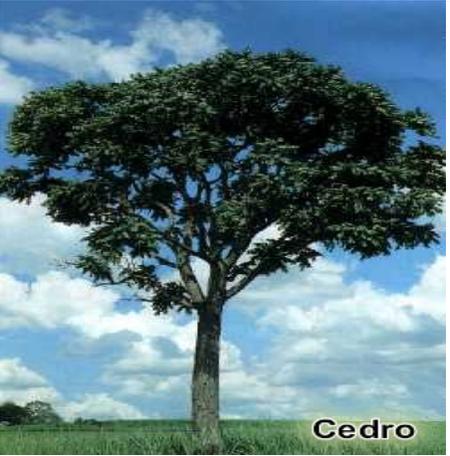
En esta etapa se evaluará el potencial de regeneración del Parque Tinigua, para esto se necesario estudiar la disponibilidad y abundancia de las especies de árboles nativas de la región. Para el año 1989 solo se habían transformado 2.755 hectáreas, como pastizales y vegetación secundaria en la zona de estudio, pero para el año 2001 esta cifra cambio drásticamente con una zona transformada de 55,319 hectáreas (Villa y Betancurt, 2007).

En un estudio realizado de la composición arbórea del Parque Nacional Natural Tinigua se identificaron las siguientes especies *Socratea exorrhiza* (Zancona), *Ruprechtia sp* (Viraró), *Inga marginata* (Guama del río), entre otras. Pero las especies dominantes fueron: *Guarea guidonia* (Cedro) - *Cecropia membranacea* (Yarumo) y la otra por *Laetia corymbulosa* (Lagunero). En un área de 0.9 hectáreas se registraron 420 especies, las especies más comunes fueron arboles (92%), palmas (5%) y bejucos (3%), (Stevenson, 1999).

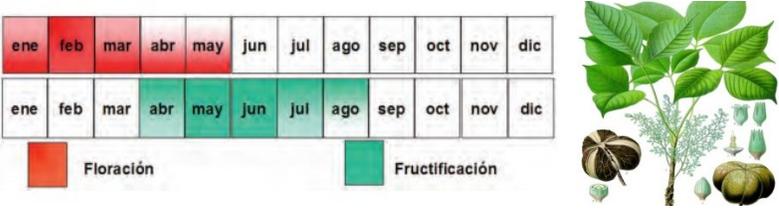
Para el 2007 la vegetación se caracterizó por presentar tres tipos predominantes: los bosques maduros son la mayoría aun cuando gran parte de los mismos presentan evidencias de alta alteración, los bosques secundarios o rastrojos como se denominan localmente y los pastizales cultivados, y respecto a las áreas de cultivos son muy pequeñas (Murcia y Rodríguez, 2007).

A continuación se analizan más a fondo las especies dominantes en el área mediante las siguientes fichas técnicas:

NOMBRE: YARUMO		
NOMBRE CIENTÍFICO	Cecropia Membranácea Fuente: Cortés, Lima y Cepeda (2016).	Imagen
ORIGEN	El Yarumo es nativo de Colombia, Bolivia, Brasil, Ecuador, Guyana Francesa, Panamá, Perú y Venezuela. Se distribuye en Colombia en la Amazonía, en la Sierra la Macarena, Orinoquia, Valle del Cauca y valle Magdalena. Abundante en bosque de vega de sucesión temprana. Rango de altitud: 0 a 1000 msnm.	
DESCRIPCIÓN	Este árbol se eleva a una altura de 20 metros con un diámetro en su tallo de 57 cm; sus raíces son zancudas o con forma de patas de araña, su corteza emite un látex de color marrón y sus hojas son alternas, peltadas, con lóbulos, una sola lamina, cuyo envés es blanco, dándole al árbol un aspecto blanquecino. La cosecha de frutos se puede observar en los meses de mayo y Octubre.	
FLOR Y FRUTO	Las flores del Yarumo pueden ser femeninas y masculinas. Estas flores son muy pequeñas y vienen organizadas en espigas conocidas como amentos, los cuales tienen forma de los dedos de la mano. Las florescencias masculinas tienen unos 10 amentos pendulares, mientras que las femeninas traen solo 4. Después de la florescencia se producen los frutos, los cuales son pequeños (2,5 mm), carnosos, color verde y constituyen un alimento para muchas especies de aves que las comen y dispersan sus semillas. Numerosas semillas.	
USOS	Ornamental, Recuperación de áreas degradadas y alimento de avifauna.	

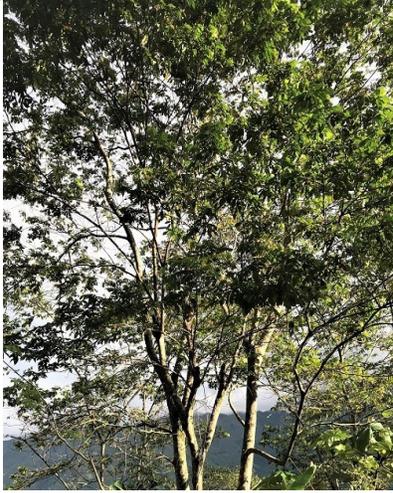
NOMBRE: CEDRO		
NOMBRE CIENTÍFICO	Cedrela odorata Fuente: Vinueza M, (2012).	Imagen
ORIGEN	El cedro se encuentra desde el norte de México hasta el norte de Argentina. En Colombia se encuentra en el departamento del Meta, Casanare, Guaviare, entre otros. Crece en las formaciones de bosque seco tropical y bosque húmedo tropical. Por lo general se encuentra sobre la cima de las colinas alcanzando el dosel.	
DESCRIPCIÓN	Árbol caducifolio de 20 hasta 45 m de altura, y un diámetro promedio de 60-90 cm a la altura del pecho, aunque se han encontrado individuos de más de 200 cm de diámetro. El cedro es un árbol de tamaño mediano a grande que varía mucho de acuerdo a las condiciones del medio ambiente. El follaje, normalmente es verde claro y se torna amarillento antes de su caída. El cedro pierde sus hojas al inicio de la estación seca y florece normalmente a principios de la estación lluviosa. El periodo de floración se presenta en marzo y el periodo de fructificación es en mayo durante la estación seca.	
FLOR Y FRUTO	Las flores del cedro son pequeñas, suavemente perfumadas, de color crema, y presenta flores masculinas y femeninas. El fruto se presenta en cápsula leñosa, de color verdoso a marrón negro con lenticelas marrón claro cuando están maduros, se abre en cinco partes y libera alrededor de 20 a 40 semillas. El desarrollo del fruto toma aproximadamente de 9 a 10 meses. El cedro comienza a producir fruta a una edad de 10 a 12 años.	
USOS	Es una especie muy apreciada por los pobladores del área por su valor económico y comercial, ya que la madera del cedro tiene muchas ventajas para los pobladores. Otros de los usos es la recuperación de terrenos degradado.	

NOMBRE: ARRAYAN		
NOMBRE CIENTÍFICO	Myrcianthes leucoxyla Fuente: Gómez D, (2012).	Imagen
ORIGEN	Es originario del Norte de Sur América; se encuentra en Colombia, Ecuador y Venezuela. En Colombia el arrayan se encuentra en la cordillera central y oriental. Crece en bosque húmedo tropical y alta cantidad de materia orgánica.	
DESCRIPCIÓN	El Arrayan alcanza una altura de 25 m, su tronco alcanza los 50 cm de diámetro, su copa es densa y tiene forma de globo, su follaje es espeso y de color verde oscuro, sus ramas son resistentes y fragantes. El crecimiento del Arrayan es muy lento es por esto que se ha destinado especial protección para evitar su destrucción.	
FLOR Y FRUTO	Sus flores son de color blanco amarillento, están dispuestas en número de tres sobre un largo pedúnculo de color marrón y algunas veces en forma solitaria. Sus frutos miden alrededor de 1.5 cm de diámetro, son drupáceos y tienen forma de globo, su color es verde y al madurar se torna de color rojo pálido o amarillo crema y cada uno contiene una semilla.	
USO	Sus hojas y frutos se usan en la medicina tradicional y también es muy importante para la restauración de bosques degradados	

NOMBRE: CAUCHO																										
NOMBRE CIENTÍFICO	Hevea Brasiliensis Fuente: Fernández J, (2014).	Imagen																								
ORIGEN	Es originario de la Amazonía y de centro América, ha sido conocido desde tiempos inmemorables, los Mayas y los Aztecas fabricaban zapatos de caucho y pelotas para jugar. La palabra “caucho” procede del quechua que significa lágrima de madera. El caucho se encuentra en los departamentos del Meta, Antioquia y Chocó, generalmente en bosque seco a húmedo tropical.																									
DESCRIPCIÓN	El caucho es un árbol caducifolio, de 15 a 30 m de altura y con un diámetro de 40 a 60 cm. En el tallo es donde se encuentran los vasos conductores productores de látex de caucho. En sus primeros años el árbol conserva sus hojas durante todo el año y después de los cinco años de edad comienza a defoliarse en una época del año (enero y febrero).																									
FLOR Y FRUTO	<p>El caucho tiene inflorescencia con flores pequeñas femeninas y masculinas separadas, las cuales producen frutos encapsulados en tres celdas, este fruto al llegar a su madurez libera entre 1 ó 2 semillas aceitosas para la propagación.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <table border="1" style="margin-right: 20px;"> <tr> <td>ene</td><td>feb</td><td>mar</td><td>abr</td><td>may</td><td>jun</td><td>jul</td><td>ago</td><td>sep</td><td>oct</td><td>nov</td><td>dic</td> </tr> <tr> <td>ene</td><td>feb</td><td>mar</td><td>abr</td><td>may</td><td>jun</td><td>jul</td><td>ago</td><td>sep</td><td>oct</td><td>nov</td><td>dic</td> </tr> </table>  </div>		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic															
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic															
USO	El caucho es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes, debido a sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y las sustancias alcalinas.																									

NOMBRE: ZANCONA		
NOMBRE CIENTÍFICO	Socratea exorrhiza Galeano y Bernal, (2010).	Imagen
ORIGEN	Es originaria de Centro América y Sur América, se puede encontrar en países como Brasil, Bolivia, Colombia, Nicaragua, entre otros. Su nombre fue otorgado por el botánico alemán Hermann Karsten posiblemente en honor a Sócrates; exorrhiza significa raíces externas.	
DESCRIPCIÓN	La zancona tiene una altura de 10 a 20 m y su diámetro es de 10 a 20 cm, sostenida por una base de unas pocas raíces gruesas de zancos marrones con numerosas espinas cortas y blancas. Sus hojas tienen un largo de 1,5 a 3,5 m; con pinnas distribuidas regularmente y divididas en segmentos.	
FLOR Y FRUTO	Esta palma presenta una floración permanente. Sus flores masculinas tienen un tamaño de 1 cm de largo y las flores femeninas tienen un tamaño de 5 mm de largo. Su sistema de polinización es por medio de insectos.	
USO	Se usa en espacios públicos. Además de cortar sus tallos para utilizarlos como tablillas para pisos y paredes en casas. Esta palma es de especial importancia ya que constituye un importante alimento de murciélagos, monos, ardillas, tucanes, y loros.	

NOMBRE: VIRARÓ		
NOMBRE CIENTÍFICO	Ruprechtia Fuente: Taramasco J, (2008).	Imagen
ORIGEN	Es un árbol nativo de América del sur (Argentina, Brasil, Colombia, Paraguay y Uruguay). Frecuente en bosques ribereños y cursos de agua.	
DESCRIPCIÓN	Árbol mediano con una altura de 8 a 20 m, copa regular, tronco de 3 a 9 cm de diámetro, follaje verde intenso, de corteza muy rugosa, de 35 mm de espesor, sus hojas compuestas de 2,5 a 7,5 cm de largo, por 1,5 a 3,5 cm de anchos, pecioladas.	
FLOR Y FRUTO	Este árbol tiene flores pequeñas de 1 cm de largo, unisexuales, las masculinas en racimos simples y las femeninas en panojas de color rosado. Sus frutos tienen 5 cm de ancho y sus semillas son alargadas cilíndricas. Florece en primavera, fructifica en verano y se reproduce mediante semillas.	
USO	Carpintería, mueblería y machimbre	

NOMBRE: GUAMA DEL RÍO		
NOMBRE CIENTÍFICO	Inga Marginata Fuente: Caceres D, (2013).	Imagen
ORIGEN	Este árbol se distribuye por países como Colombia, Brasil, Bolivia, Perú, México y Venezuela. Se encuentra en bosques húmedos y secos, 0-1700 msnm.	
DESCRIPCIÓN	Este árbol tiene una altura de 10 a 20 m de y un diámetro de 20 a 50 cm. Copa redondeada, Tronco recto y cilíndrico, corteza exterior oscura y lenticelada. Ramas terminales cilíndricas y con lenticelas blancas. Hojas paripinnadas, alternas, con 2 pares de folíolos opuestos en el raquis. Los folíolos tienen de 4 a 14 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho.	
FLOR Y FRUTO	Sus flores son blancas en espigas, los pedúnculos de 0,5 a 3 cm, el raquis floral de 4 a 11 cm. Sus frutos tienen forma de legumbres y su tamaño es de 7 a 14 cm de largo, verdes y aplanados, tornándose amarillentos e inflados a nivel de las semillas al madurar.	
USO	Madera empleada para leña y como plantas ornamentales por su hermosa floración.	

5.7. Análisis las Barreras para la Restauración

Las barreras son componentes que frena o dificulta la dispersión de una especie o población determinada; sin que ello signifique que sea obstáculo para otras especies (Gélvez, 2020). Las barreras a la restauración se pueden clasificar en dos tipos las de tipo ecológico y las barreras socioeconómicas. Las barreras ecológicas están relacionadas a factores abiótico – bióticos (Figura 9), y las socioeconómicas están relacionadas con factores políticos, económicos y sociales (Vargas et al, 2008). Las barreras socioeconómicas pueden impedir considerablemente la restauración del área afectada, entre estas barreras podemos identificar el uso intensivo de los suelos, la quema y tala de bosques nativos, la ganadería extensiva y conflictos con grupos armados de la región a causa de sus actividades ilícitas (cultivos de coca) dentro del área del Parque Nacional Natural Tinigua, todas estas barreras podrían limitar el proceso de la restauración ecológica.

En cuanto a las barreras ecológicas se pueden encontrar varias como lo son el clima, los suelos pocos fértiles, baja precipitación, temperatura, humedad, fuego, heladas, plagas, entre otras condiciones.

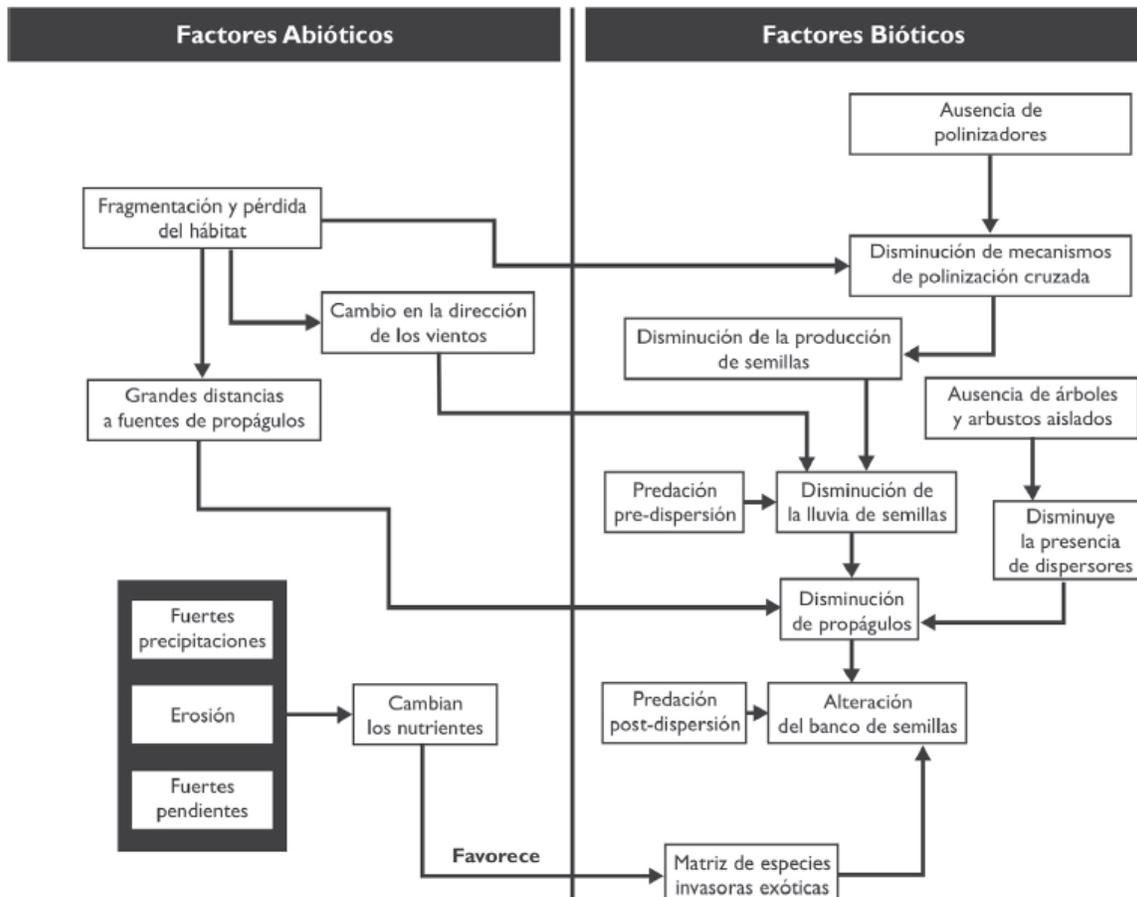


Figura 9. Barreras de tipo Ecológicas. Fuente: Orlando Vargas et al. 2008.

Es necesaria la participación de entidades oficiales, Juntas de Acción Comunal, Productores Agrícolas y Familias campesinas que permita la ejecución del proyecto de restauración ecológica de manera efectiva.

5.8. Selección las Especies Adecuadas para la Restauración

Se propone un sistema de selección de especies basado en la evaluación los rasgos de historia de vida, relacionados con características biológicas, ecológicas y del lugar de estudio. Donde a cada especie se evaluara los siguientes parámetros (tabla 4); presencia de la especie dentro del Parque Nacional Natural Tinigua, Presencia de semillas, facilidad de reproducción por semilla en vivero, hojarasca aportada al suelo, rapidez de descomposición de la hojarasca, cobertura de la copa y

fenología (Romero, 2005). Las especies evaluadas deben ser en lo posible especies nativas y/o herbáceas que en condiciones naturales favorezcan el avance de la sucesión natural y que generen la formación de núcleos de recursos (Romero, 2005).

Tabla 4. Parámetros para tener en cuenta en la selección de las especies. Fuente: Vargas O, (2011).

Parámetros para la selección de especies		
Morfología	Reproductivos	Otros
<p>Copa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forma de la copa • Cobertura de la copa • Densidad del follaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Reproducción asexual o vegetativa (mediante retoño e injertos). • Reproducción sexual (producción de semillas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de la especie y tipo de distribución • Abundancia
<p>Hoja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de hoja • Tamaño • Distribución en las ramas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de fruto • Tamaño de fruto • Forma de dispersión de la semilla • Época de fructificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia • Hojarasca aportada al suelo • Rapidez de descomposición de la hojarasca • Fenología • Regeneración Natural
<p>Árbol:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habito (arbusto, árbol, hierba) • Altura 	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de semillas, plántulas y retoños. • Facilidad de reproducción por semilla en vivero 	<p>Usos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección de márgenes hídricas y nacederos. • Recuperación de suelos • Control erosión • Prestación a servicios ambientales

5.9. Propagación y Manejo de las Especies Seleccionadas

La recolección de las semillas debe llevarse a cabo durante los meses de enero a junio cuando la mayoría de los frutos han madurado, la recolección debe planificarse de tal manera que el fruto no permanezca mucho tiempo en contacto con el suelo pues son atacados por descomponedores, para la extracción de la semilla se debe retirar la pulpa (Cárdenas, 2016). Todas las especies seleccionadas para la restauración (Yarumo, Cedro, Arrayan, Caucho, Zancona, Guama del río y Viraró) se pueden propagar asexualmente por medio de estructuras vegetativas (estacas e injertos de yema), pero generalmente se propagan por semillas (sexualmente), las semillas que deben utilizarse para propagar estas especies debe tener alta capacidad de germinación, estar libre de enfermedades y estar exenta de otras semillas o materiales extraños (Morales y Herrera, 2009).

Las condiciones ideales para almacenar las semillas hasta por un año es en bolsas plásticas o empaques cerrados herméticamente y requieren bajas temperaturas de almacenamiento (5 a 8 °C), en condiciones ambientes pierden la viabilidad rápidamente debido a su alto contenido de grasa (Corantioquia, 2007). Las semillas no requieren de tratamientos pregerminativos ya que tiene alta capacidad germinativa natural. Para lograr una germinación uniforme se debe realizar una inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas esto mejora la capacidad de germinación. El proceso de germinación se inicia entre los 7 - 12 días y culmina a los 25 – 30 días (Admin, 2012).



Figura 10. Germinación de una semilla de Cedro. Fuente: Gerardo Lagos 2011

Para su germinación se debe realizar en un sustrato de tierra más arena para un buen drenaje y asegurar que su potencial de germinación sea mayor, esta germinación inicia a los 10 días y termina a los 30 días (Figura 10). Corantioquia señala que “la germinación es exitosa cuando la siembra se efectúa en almácigos sin sombrero a una temperatura de entre 24 y 30 °C”. Una vez las plántulas alcanzan 5-10 cm de altura y presente hojas verdaderas estarán lista para el trasplante a fundas de polietileno (bolsas) y llevarlas a la zona del vivero (Figura 11), donde deben permanecer de 3 a 4 meses hasta que alcancen una altura entre 20 y 30 cm, es necesario colocar sombra y reducirla gradualmente. Cuando las plántulas alcancen esta altura se considera que están listas para llevarlas al sitio de plantación (Cárdenas, 2016).

En cuanto a la plantación estas especies requieren alta luminosidad y deben plantarse en lugares abiertos o en brechas, por lo que es necesario eliminar la maleza que se encuentre en el terreno y se sugiere que la plantación se haga en combinaciones con otras especies para reducir el riesgo

del ataque del barrenador (*Hypdipyla grandella*), las distancias para las plantaciones deben de ser amplias, usualmente no menos de 6x6 m con una densidad final de 100 – 250 árboles/ha (Morales, 2009). Se sugiere que las dimensiones de las cepas (hoyos) sean de 40 cm de diámetro y 40 cm de profundidad.



Figura 11. Producción en Viveros. Fuente: el semillero2019. <https://elsemillero.net/el-cedro-rosado/>

Para el seguimiento y cuidado de las especies sembradas se debe tener en cuenta factores como la sobrevivencia de las especies, su crecimiento, su estado fitosanitario, y su vigor. La evaluación de estos factores se debe realiza por medio de registros bimestrales durante un año, considerando sus épocas (invierno y verano), este registro lo debe realizar el operador a cargo del seguimiento y cuidado de las especies.

La evaluación de sobrevivencia permite establecer el número de árboles que están vivos en relación con los árboles plantados, para llevar a cabo la evaluación de este factor se debe realiza un censo en cada parcela o hectárea y con esto se logra determinar el porcentaje de mortalidad de

las especies en las épocas de invierno y sequía. Para la evaluación del crecimiento se marcan 10 individuos por hilera, a los cuales se les midió la altura, longitud y cobertura, con esto se establece el tipo de crecimiento de las especies (rápido o lento). La evaluación fitosanitaria permite conocer la condición de salud de las especie, es decir, el número de árboles sanos y los que presentan daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras. En cuanto al vigor de las especies permite determinar si la planta tiene un follaje denso, color verde intenso y amplia cobertura de copa lo cual demuestra que está en un bueno estado, o por el contrario si presenta un follaje amarillento, poco denso y de hojas débiles lo cual demostraría que su estado es malo. El encargado del seguimiento y cuidado de las especies sembradas debe tener muy en cuenta todos estos factores y debe registrar los datos hallados en el informe, para luego dar solución a las complicaciones encontradas.

5.10. Selección de la zona para restaurar

Al realizar la selección del área a restaurar se debe tener en cuenta componentes muy importantes, como lo es la ubicación de la zona a restaurar, ya que es fundamental contar con un fácil acceso para el transporte de los materiales necesarios y para realizar la etapa de monitoreo, otro factor a tener en cuenta es definir el área y el nivel de alteración. Es importante que la selección de la zona tenga un interés especial, por ejemplo, en relacionado con servicios ambientales (fuentes hídricas, deterioro del suelo, erosión), además se debe tener en cuenta las actividades humanas que se realizan en la zona a restaurar para evaluar alternativas que sean compatibles con la ejecución de la propuesta de restauración.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, el sitio a restaurar seleccionado se ubica en la parte norte del Parque Nacional Natural Tinigua, en dirección al municipio de la Uribe – Meta (Figura 12).

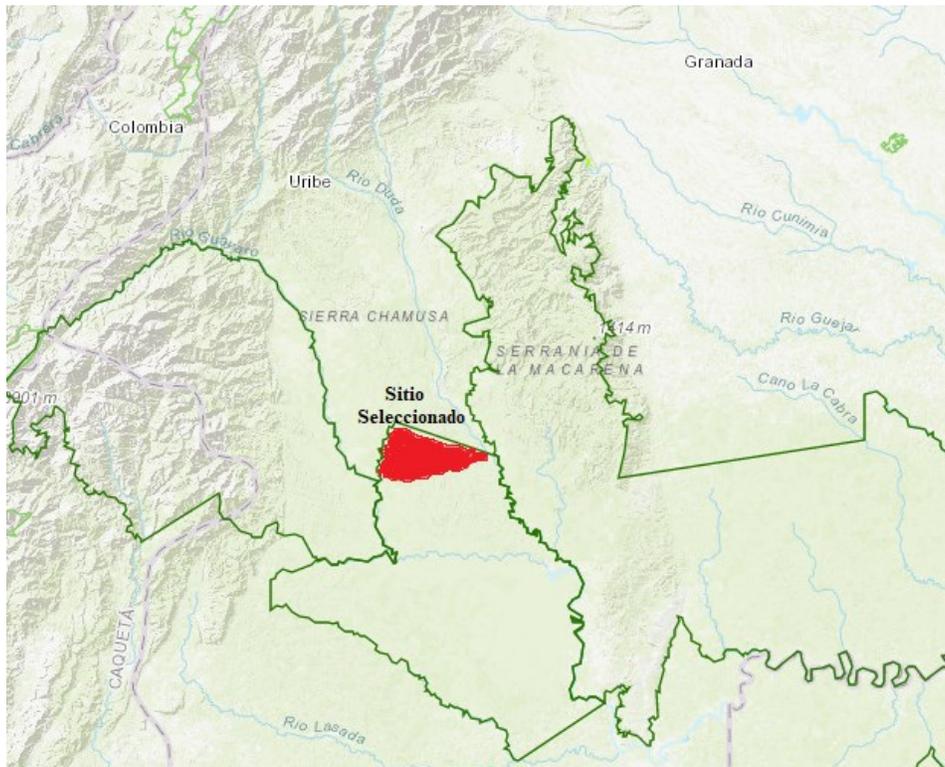


Figura 12. Sitio Seleccionado para llevar a cabo la restauración. Fuente: Parques Nacionales Naturales de Colombia

La selección de la zona se realizó teniendo en cuenta los siguientes motivos; su alto nivel de deforestación y su fácil acceso a los sitios seleccionados para restaurar. Uno de los accesos al parque es la ruta 65 la cual conecta la ciudad de Villavicencio con Acasías, Guamal, San Martín, Granada y finalmente el municipio de la Uribe (Figura 13). Al llegar a la Uribe se debe tomar la carretera que conecta este municipio con San Juan de Lozada, en este trayecto se van a encontrar las áreas seleccionadas para la restauración (Figura 14).

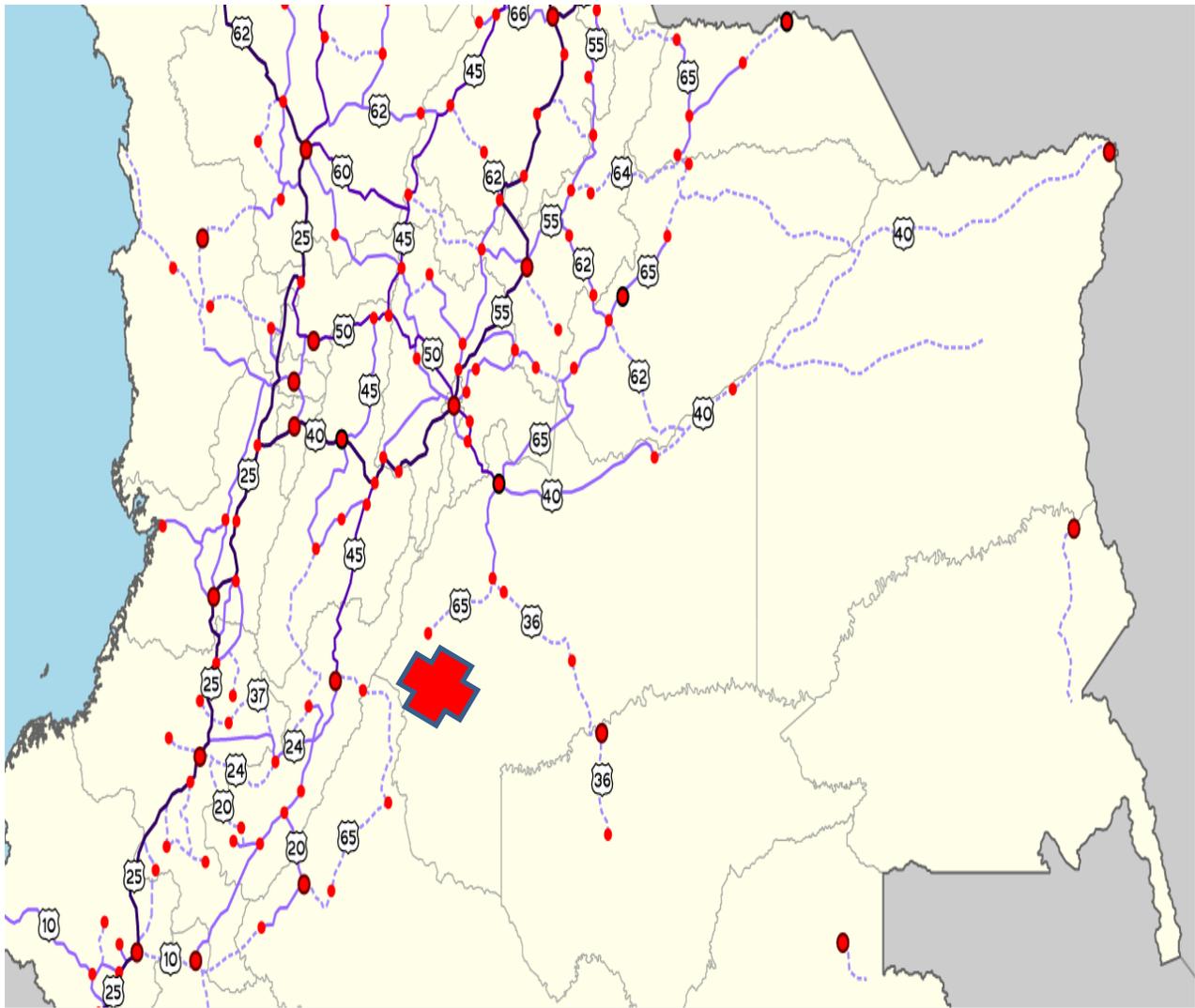


Figura 13. Ruta de Acceso. Fuente:
[https://Red Nacional de Carreteras#/media/Archivo:Mapa de Colombia \(red vial\).svg](https://Red Nacional de Carreteras#/media/Archivo:Mapa de Colombia (red vial).svg)



Figura 14. Áreas Seleccionadas. Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda del programa de ArcGIS se logró calcular el área total en hectáreas de la zona seleccionada para la restauración (Figura 15). El área aproximada es de 1.217,3 hectáreas, y al realizar cálculos con datos de espaciamiento (6 x 6 m) de la siembra de cada árbol que tenemos en las fases anteriores, se logra tener la cifra de árboles que se requieren para esta área total, la cual es de 311.628,8 árboles aproximadamente para toda el área.

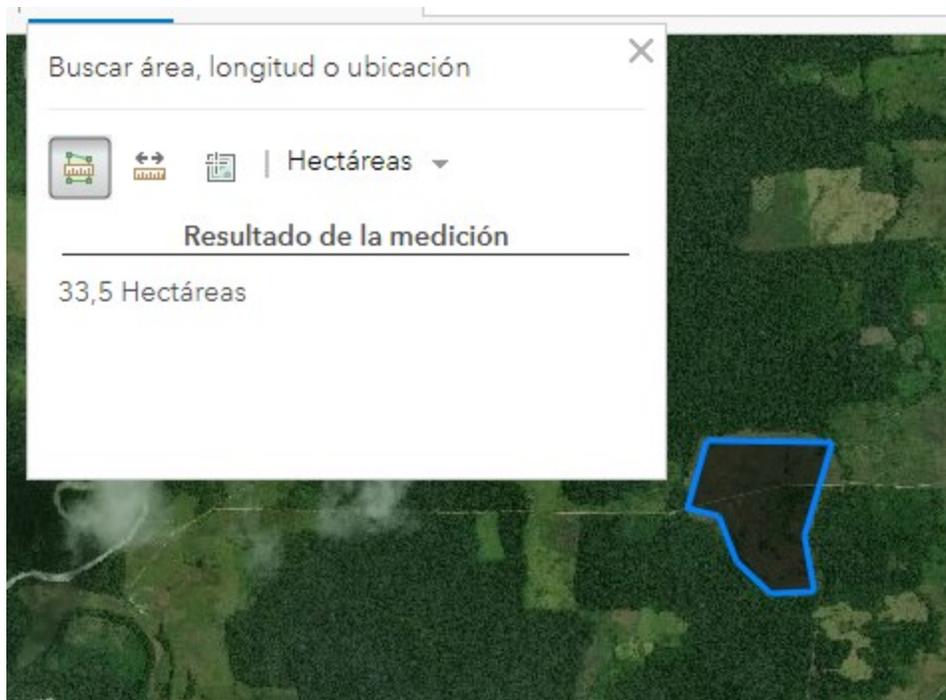


Figura 15. Medición de las áreas seleccionas. Fuente: Elaboración propia

5.11. Acciones para superar las Barreras

La destrucción de los bosques por la conversión de las tierras en otro tipo de usos es una situación cada vez más delicada, por lo que es necesario establecer algunas acciones que permitan mitigar o frenar la degradación de los sistemas boscosos y evitar la pérdida de los recursos naturales y su biodiversidad (FAO, 2010). La ganadería extensiva es una de las barreras principales, por lo cual se propone un sistema de silvopastoriles (SSP) donde se siembran árboles y arbustos forrajeros en los sitios donde pasta el ganado, este sistema tiene gran potencial ya que el uso de árboles mejora la alimentación del ganado y aporta a la recuperación de tierras, aguas y biodiversidad. Para mejorar su impacto el SSP debe combinarse con una mejora calidad (raza y cruces) de los animales. El apoyo y asistencia gubernamental es muy importante para lograr el propósito de una ganadería sostenible, ya que se requiere superar barreras financieras (Ruiz, 2019).

Los cultivos ilegales son uno de los problemas ambientales en Colombia, debido a que presiona los bosques, destruyen los ecosistemas y la biodiversidad. Por cada hectárea de coca sembrada se destruyen dos hectáreas de bosque (Avellaneda, 2013). Es por esto que se desarrolló una propuesta de sustitución de cultivos como alternativa, la cual está basada en modelo agroforestal. Consiste en un sistema sustentable de manejo de cultivos y de la tierra, combinando la producción de cultivos forestales (que producen sombra) con cultivos agrícolas (DANE, 2012).

El modelo agroforestal está estructurado para dos especies forestales (cualquiera de las siguientes: cedro, arrayan, caucho, Yarumo) y una especie agrícola (cítricos, cacao, papaya, aguacate). Este modelo estaría distribuido de la siguiente forma: una hilera para una de las especies forestales (cedro) y una hilera de la especie agrícola, las cuales estarán separadas por una hilera de la otra especie forestal (arrayan). La distancia de siembra para la especie agrícola es 4 x 4 m y 12 m entre hilera, para el cedro 6 x 6 m y 12 m entre hilera, y el arrayan se intercala entre el cedro y la especie agrícola, con una distancia de 6 x 6 m (Figura 16 y 17). otra ventaja de esta propuesta es que entre las hileras se puede establecer otros cultivos agrícolas de rápida producción como maíz, yuca, plátano, caña de azúcar, entre otros. Con estos cultivos el productor tiene otros ingresos mientras la especie agrícola da su cosecha.

Los beneficios de este modelo agroforestal son varios; protege y conserva el suelo además de mejorar su potencial productivo, restaura la biodiversidad y estética del paisaje, mayor posibilidad de fijación de nitrógeno, mantiene la estructura y fertilidad del suelo ya que aporta materia orgánica, fijación de carbono, producción de alimentos para el consumo humano, protección de los cultivos, entre otros (Conafor, 2012).

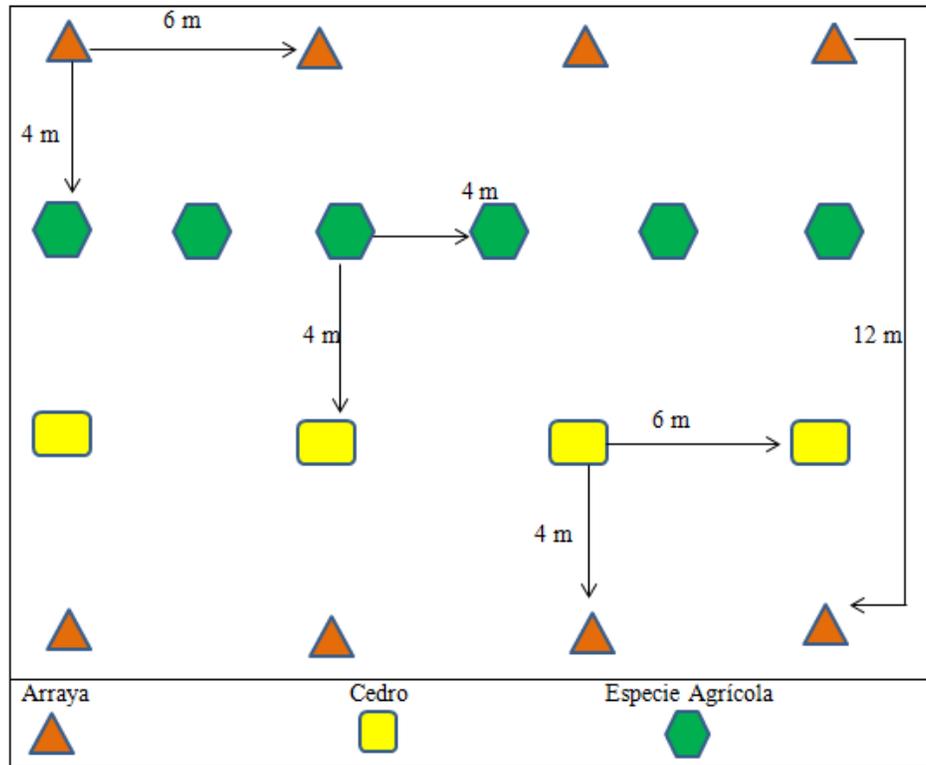


Figura 16. Diseño del Modelo agroforestal. Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Sistema Agroforestal con roble de 5 m entre hileras asociado a cultivos de piña y banano de 4 m entre hileras. Fuente: https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline-42.pdf

En el municipio de Belén de los Andaquies departamento del Caquetá, se realizó un proyecto agroforestal en las fincas ganaderas donde el objetivo principal fue la caracterización de las fincas y adopción de sistemas agroforestales, lo que generó interés en los productores de la zona y su participación. Para este proyecto se realizaron parcelaciones de árboles caucho, cacao, frutales y cultivos de plátano y yuca. Como resultado los productores obtuvieron mayores ingresos al utilizar estos sistemas agroforestales, ya que este tipo de sistema aumenta la productividad de los cultivos agrícolas, además se obtuvieron otros beneficios; mejoras en las condiciones y características del suelo, facilitar el proceso de recuperación del paisaje, un mayor aporte de materia orgánica, regreso de la fauna, incremento de la biodiversidad vegetal y la disminución de la pérdida de suelos por erosión (Ramírez et al, 2012).

En Guaviare se llevó a cabo un sistema agroforestal en las fincas de esta región, donde se presentó una producción más eficiente, debido a que en el mismo espacio donde se establecieron los cultivos de pancoger como: maíz, plátano, yuca, entre otros, los agricultores sembraron cultivos frutales de mayor demanda de la región como el arazá y el borojó, y se combinaron con especies maderables. En cada hectárea se establecieron entre 180 a 200 frutales, y 80 a 120 maderables con su respectivo cultivo de pancoger (Figura 18). En este sistema agroforestal se obtuvo inicialmente la seguridad alimentaria con los cultivos de pancoger en los dos primeros años y algunos frutales, a partir del segundo año se obtuvieron producciones para el mercado de arazá 40 kg y borojó 20 kg. En cuanto a los maderables generan volúmenes a partir del año 10 para usos menores y entre 16 a los 25 años ingresan al mercado de madera (Giraldo et al, 2016).



Figura 18. Sistema Agroforestal con Cacao

5.12. Monitoreo del Proceso de Restauración

El proceso de monitoreo se basa en identificar y medir la respuesta del ecosistema y la gestión de las prácticas de la restauración ecológica, mediante el uso de indicadores. El monitoreo es un componente muy importante en el éxito del proyecto de restauración ecológica, ya que es la base para evaluar el progreso hacia los objetivos y metas de la restauración (Minambiente, 2015). Esta etapa del monitoreo permite controlar que la inversión se haya hecho de la forma planificada en monto y tiempo, determinar si se están cumpliendo los objetivos y metas a corto y largo plazo, administrar el proyecto de forma adaptativa para hacer ajustes en respuestas a amenazas o resultados inesperados, extraer lecciones aplicables a otros proyectos (Aguilar y Ramírez, 2015).

El monitoreo debe idearse desde la planeación de un proyecto y refinarse en su curso, cumpliendo etapas entre el corto y largo plazo, enfocadas en la evaluación de la implementación,

la efectividad ecológica y la validación de las estrategias de restauración (Tabla 5) (Díaz et al. 2019).

Tabla 5. Monitoreo del plan de Restauración Ecológica. Fuente: Elaboración propia

Etapas del monitoreo	Parámetros	Indicadores	Plazo
Implementación	Implementación del proyecto	-Evaluar si se instaló el proyecto de acuerdo con el diseño, especificaciones, permisos y financiación.	Corto
Efectividad	<ul style="list-style-type: none"> -Supervivencia -Estado fitosanitario -Crecimiento -Barreras 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluar periódicamente el % de supervivencia de las especies sembradas en las parcelas. -Evaluar el estado fitosanitario de estas especies. -Evaluar periódicamente el incremento en la altura o crecimiento del conjunto de especies sembradas en las parcelas. -Evaluar si se superaron las barreras a la restauración. 	Corto - Mediano
Validación	<ul style="list-style-type: none"> -Suelo -Microclima -Cobertura vegetal -Fauna -Sensibilización 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluar los cambios de las propiedades físicas y químicas del suelo restaurado y el aumento en la retención de humedad. -Evaluar los cambios en el conjunto de condiciones climáticas de la zona restaurada. - Evaluar el Incremento en la cobertura, biomasa o abundancia de las especies nativas. -Evaluar el regreso de especies animales que se habían perdido a causa de la deforestación. -Evaluar el impacto del plan de educación hacia la comunidad. 	Mediano – Largo

7. CONCLUSIONES

Al realizar el diagnóstico de la zona de estudio y las áreas aledañas al parque se obtuvo la información y características necesarias para llevar a cabo el proyecto de restauración ecológica.

Se determinó que el método adecuado para la planificación y ejecución del proyecto de restauración ecológica es una metodología que consta de 12 etapas, cada una de ellas indispensables para obtener buenos resultados.

Se propuso un plan de educación ambiental dirigido a la comunidad para brindarles conocimientos sobre el tema, ya que, la inclusión de las comunidades al proyecto de restauración ecológica es indispensable para lograr con éxito la ejecución del mismo, ya que aportan información muy importante para tener buenos resultados en el proyecto.

8. RECOMENDACIONES

La restauración ecológica es la opción más recomendada para recuperar áreas que han sido alteradas por la deforestación; causada por factores antrópicos y naturales, en este caso con la siembra de especies nativas de la región, obteniendo innumerables beneficios ecológicos como: el aumento de la cobertura vegetal, recuperación de la biodiversidad, disminución de la erosión, restauración de las condiciones óptimas del suelo y disponibilidad de servicios ambientales contribuyendo al bienestar humano.

Se recomienda que la selección de las especies se haga cuidadosamente ya que es muy importante, pues se deben seleccionar las especies adecuadas y que sean en lo posible nativas de la región, ya que al seleccionar especies exóticas pueden representar una amenaza de invasión biológica y llevar a la desaparición de las especies originarias de la región. Es por esto que se

recomienda realizar los proyectos de restauración siempre con especies nativas que no afecten las condiciones de estructura y función del ecosistema.

Se recomienda emplear las siguientes especies en la restauración ecológica del Parque Nacional Natural Tinigua; el Yarumo (*Cecropia Membranacea*), Cedro (*Cedrela Odorata*), Arrayan (*Myrcianthes Leucoxylla*), Caucho (*Hevea Brasiliensis*), Viraró (*Ruprechtia*), Guama del Río (*Inga Marginata*) y la Zancona (*Socratea Exorrhiza*), debido a que son especies nativas de la región y no representan ninguna amenaza para los ecosistemas de este sistema boscoso.

Es necesario establecer el área total a restaurar, para esto se utilizó el programa ArcGIS para obtener estos datos; el área total para llevar a cabo el proceso de restauración ecológica es de 1.217.3 hectáreas aproximadamente, para esta área se requieren 311.628.8 especies de árboles.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hernández. 2014. Patrones y dinámica de deforestación en la serranía san Lucas, Colombia.

Recuperado el 8 nov 2019 de

<http://bdigital.unal.edu.co/49018/1/tesis%20san%20lucas%20final.pdf>

Nunez, Christina. September 21, 2019. Deforestation Facts and Information” National

Geographic. Recuperado el 8 nov 2019 de

<https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/deforestation/>

Bradford, Alina. July 28, 2016 “Deforestation: Facts, Causes & Effects.” Live Science.

Recuperado el 8 nov 2019 de <https://www.livescience.com/27692-deforestation.html>

National Geographic Society. July 28, 2016 “Deforestation.” National Geographic. Recuperado el 8 nov 2019 de <https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/deforestation/>

Ideam, junio 14, 2018. Resultados monitoreo de la deforestación en 2017. Recuperado el 8 nov 2019 de http://www.ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/id/72115815?_101_INSTANCE_LdWW0ECY1uxz_urlTitle=ideam-presento-los-datos-actualizados-del-monitoreo-a-la-deforestacion-en-2017

Lozano, J. noviembre 7, 2017. Recuperación Forestal en la Microcuenca Hidrográfica del Caño La Virgen Sector La María en el Municipio de Villavicencio. Recuperado el 8 nov 2019 de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/7119/TEPRO_LozanoRodriguezJavier_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jara, J. Marzo, 2015. “La deforestación de bosques protectores es un atentado al Derecho al Buen Vivir en la Legislación Ecuatoriana”. Recuperado el 8 nov 2019 de <http://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2015/06/doctrina41389.pdf>

Conservación Amazónica. Agosto 22, 2019. La deforestación impacta 4 áreas protegidas en la amazonia colombiana. Recuperado el 8 nov 2019 de https://maaproject.org/2019/colombia_julio/

IUCN. Febrero 21, 2020. Protected Areas. Recuperado de: <https://www.iucn.org/theme/protected-areas/about>

Paz, A. Agosto 26, 2019. Deforestación en el parque Tinigua aumento cerca de 400% entre 2017 y 2018. Recuperado el 8 nov 2019 de <https://es.mongabay.com/2019/08/deforestacion-parque-tinigua-colombia-en-aumento/>

Bedoya, A. Octubre 2014. Propuesta para la inclusión de restauración ecológica en la estrategia REDD+ en Colombia: Jurisdicción CORPOCHIVOR. Recuperado el 8 nov 2019 de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16400/BedoyaBlandonangelaMaria2015.pdf?sequence=1>

Hobbs y Harris. December 21, 2001. Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium. Recuperado el 8 nov 2019 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1526-100x.2001.009002239.x>

García, H. 2014. Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. Recuperado el 8 nov 2019 de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/337/KAS%20SOPLA_Deforestacion%20en%20Colombia%20retos%20y%20perspectivas.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Ministerio del Ambiente. Marzo 2014. Plna Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155383anx.pdf>

Paz, A. Septiembre 06, 2019. La agonía del Tinigua, el santuario natural de Caño Cristales. Recuperado el 8 nov 2019 de <https://www.las2orillas.co/la-agonia-del-tinigua-el-santuario-natural-del-meta/>

Moreno, J. Octubre 15, 2018. Árboles de hoja caduca, caducifolios, características y ejemplos.

Recuperado 27 feb 2020 de <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/arboles/arboles-de-hoja-caduca.htm>

Romero, HG. Agosto, 2013. El desafío del desarrollo sustentable en América Latina. Recuperado

el 15 marzo 2020 de <http://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2018/02/KONRAD-2013-El-Desaf%C3%ADo-del-Desarrollo-Sustentable-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf#page=124>

Carabias et al., 2007. Las políticas públicas e la restauración ambiental en México: limitantes,

avances, rezagos y retos. Recuperado el 22 marzo 2020 de <https://www.redalyc.org/pdf/577/57708009.pdf>

Dorado y Arias, 2006. Reforestar o restaurar para la recuperación ambiental. Recuperado el 28

marzo 2020 de <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/viewFile/172/314>

Gallego, I. Febrero 11, 2014. Programa especial de asistencia económica para personas que

habitan áreas aledañas a los nacimientos de los ríos y fuentes de agua, y se dictan otras disposiciones. Recuperado el 28 marzo 2020 de

http://200.46.254.138/apps/seg_legis/PDF_SEG/PDF_SEG_2010/PDF_SEG_2013/ANT_EPROYECTO/2013_A_094.pdf

Fundación Aceso, Noviembre 27, 2013. Ficha técnica para el manejo del cultivo de caucho en

el oriente del departamento de caldas. Recuperado el 05 abril 2020 de https://issuu.com/fundacionacesco/docs/ficha_tecnica_caucho

Gómez y Murillo. 2009. Manejo de las semillas y propagación de doce especies arbóreas nativas de importancia económica y ecológica. Recuperado el 5 abril 2020 de

<http://cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=12771>

Falcón M. Febrero 23, 2020. Niveles de Organización Ecológica: cuales son y ejemplos.

Recuperado el 08 abril 2020 de <https://www.ecologiaverde.com/niveles-de-organizacion-ecologica-cuales-son-y-ejemplos-2734.html>

Olaya V, 2014. Sistema de Información Geográfica. Recuperado el 16 abril 2020 de

https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf

Badii et al., 2007. Biodiversidad, evolución, extinción y sustentabilidad. Recuperado el 16 abril

2020 de [http://www.spentamexico.org/v2-n2/2\(2\)%20229-247.pdf](http://www.spentamexico.org/v2-n2/2(2)%20229-247.pdf)

FAO. 2001. Deforestation. Recuperado el 16 abril 2020 de

<http://www.fao.org/3/j9345e/j9345e07.htm>

Halffter G. 1994. Que es la Biodiversidad. Recuperado el 23 abril 2020 de

<https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000120%5C00000009.pdf>

Garrido y Sidali. Enero 2016. Los niveles de organización ecológica: una guía para administrar

los recursos naturales y culturales. Recuperado el 23 abril 2020 de:

https://www.researchgate.net/publication/308614554_Los_niveles_de_organizacion_ecologica_Una_guia_para_administrar_los_recursos_naturales_y_culturales

Zarate et al. 2005. Plan de Manejo Parque Nacional Natural Sierra la Macarena. Recuperado el

25 abril 2020 de

https://www.academia.edu/31638125/PLAN_DE_MANEJO_PARQUE_NACIONAL_NATURAL_SIERRA_DE_LA_MACARENA

Luis Giraldo. 2002. La Influencia de los Bosques Sobre el Medio Ambiente. Recuperado el 27 abril 2020 de <http://bdigital.unal.edu.co/8225/1/10214128.2002.pdf>

Sierra Y, 30 abril 2019. Cuatro Países de Latinoamérica en la Lista Mundial de los Más Devastados por la Deforestación en el 2018. Recuperado el 29 abril 2020 de <https://fcds.org.co/cuatro-paises-de-latinoamerica-en-la-lista-mundial-de-los-mas-devastados-por-la-deforestacion-en-el-2018/>

Stevenson et al., Junio 1999. Elementos Arbóreos de los Bosques de un Plano Inundable en el Parque Nacional Natural Tinigua Colombia. Recuperado el 29 abril 2020 de https://www.researchgate.net/publication/265279931_ELEMENTOS_ARBOREOS_DE_LOS_BOSQUES_DE_UN_PLANO_INUNDABLE_EN_EL_PARQUE_NACIONAL_NATURAL_TINIGUA_COLOMBIA/fulltext/54881a750cf2ef34478eebd6/ELEMENTOS-ARBOREOS-DE-LOS-BOSQUES-DE-UN-PLANO-INUNDABLE-EN-EL-PARQUE-NACIONAL-NATURAL-TINIGUA-COLOMBIA.pdf

Vargas et al. Enero 2008. Barreras a la Restauración Ecológica. Recuperado el 29 abril 2020 de https://www.researchgate.net/publication/260639993_Barreras_para_la_restauracion_ecologica

Dolors Armenteras. Febrero 26, 2018. La Deforestación en Colombia: un problema de no acabar. Recuperado el 29 abril 2020 de <https://razonpublica.com/la-deforestacion-en-colombia-un-problema-de-no-acabar/>

Aradottir y Hagen. 2013. Restauración Ecológica. Recuperado el 29 abril 2020 de

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/restoration-ecology>

Murcia y Guariguata. 2014. Restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Recuperado el 29 abril 2020 de

https://books.google.com.co/books?id=g_kaBQAAQBAJ&pg=PA4&lpg=PA4&dq=En+1951,+el+Congreso+de+la+Rep%C3%BAblica+aprob%C3%B3+la+Ley+4,+que+decret%C3%B3+de+utilidad+p%C3%BAblica+una+zona+aleda%C3%B1a+al+r%C3%ADo

Céspedes y Gonzáles, 2015. Proyecto Yariguíes. Recuperado el 29 abril 2020 de

<http://www.natura.org.co/subdireccion-de-conservacion-e-investigacion/proyecto-yariguies/>

Graeme et al, 2019. Gobernanza y Gestión de Áreas Protegidas. Recuperado el 30 abril 2020 de

<https://books.google.com.co/books?id=tS2tDwAAQBAJ&pg=PR23&lpg=PR23&dq=Un+%C3%A1rea+protegida+es+un+espacio+geogr%C3%A1fico+claramente+definido,+reconocido,+dedicado+y+administrado,+a+trav%C3%A9s+de+medios+legales+u+otros>

Hugh et al, 2006. Protected areas: Goals, limitations and design. Recuperado el 30 abril 2020 de

https://www.researchgate.net/publication/37629187_Protected_areas_Goals_limitations_and_design

Gray D, January 11, 2012. Protected Areas. Recuperado el 30 abril 2020 de

<https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/protected-areas>

Suratman, M. Mayo 16, 2018. Conserving Biodiversity in Protected Areas. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://www.intechopen.com/books/national-parks-management-and-conservation/introductory-chapter-conserving-biodiversity-in-protected-areas>

PID AMAZONÍA. Octubre 21, 2018. Declaración de Nueva York sobre los Bosques. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://pidamazonia.com/content/%C2%BFque-es-la-declaracion-de-nueva-york-sobre-los-bosques>

Admin. Agosto 15, 2012. Ficha Técnica N° 5 Cedro. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-5-cedro/>

Luis Morales. 2016. Aspectos Ecológicos y Silviculturales para el Manejo de Especies Forestales Nativas. Recuperado el 30 abril 2020 de http://www.natura.org.co/wp-content/uploads/2016/09/Cartilla_Pqts_Tecnologicos_Nativas-Baja.pdf

Sánchez J. Diciembre 17, 2018. Parques Naturales y cuál es su Importancia. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-parques-naturales-y-cual-es-su-importancia-1677.html>

Morales y Herrera. 2009. Cedro Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje. Recuperado el 30 abril 2020 de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/19/1299Cedro%20rojo%20Yucat%203%a1n.pdf>

- Adriana Romero, 2005. Propuesta para seleccionar especies pioneras con fines de restauración ecológica, dentro de la reserva biológica cachalú (Encino-Santander). Recuperado el 30 abril 2020 de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/3046/4404>
- Encina y Ibarra, 2003. La Degradación del suelo y sus efectos sobre la población. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5654360.pdf>.
- Casillas y Romero. 2012. Análisis de la transición forestal en la región Usumacinta México. Recuperado el 30 abril 2020 de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/1558/1/Tesis.pdf>
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). Agosto 06, 2010). Bahía Málaga es, al fin, Parque Nacional Natural. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://www.wwf.org.co/?194448/Baha-Mlaga-es-al-fin-Parque-Nacional>
- Galeano y Guifarro. Septiembre 30, 2018. Manual Metodológico de Educación Ambiental. Recuperado el 30 abril de https://issuu.com/erickzelaya/docs/iucn_-_manual_ambiental-impresio_n
- Mayer P. Febrero 03, 2006. Biodiversity – The Appreciation of Different Thought Styles and Values Helps to Clarify the Term. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1526-100X.2006.00111.x>
- Halffter y Ezcurra, 1994. La diversidad Biológica de Iberoamérica. Recuperado el 30 abril 2020 de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/Biodiv/bdquees.htm>
- Laura Roldán. Febrero 25, 2020. Tipos de Biodiversidad. Recuperado el 30 abril 2020 de <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-biodiversidad-2547.html>

Costas G. Septiembre 11, 2016. Niveles de Organización de la Materia y los Seres Vivos.

Recuperado el 30 abril 2020 de <https://cienciaybiologia.com/niveles-de-organizacion-de-la-materia/>

Pérez et al, Enero 2013. Participación Comunitaria en Proyectos de Restauraciones Ecológicas.

Recuperado el 30 abril 2020 de https://www.researchgate.net/publication/320288668_Participacion_comunitaria_en_proyectos_de_restauracion_ecologica

Ibáñez J. Junio 08, 2008. Ecología del Paisaje. Recuperado el 30 abril 2020 de

<https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/06/08/94102>

Woodward et al. 2011. Monitoring Habitat Restoration Projects. Recuperado el 03 abril 2020 de

<https://pubs.usgs.gov/tm/tm2a11/pdf/tm2a11.pdf>

Aguilar y Ramírez. 2015. Procesos de Restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres.

Recuperado el 03 de abril 2020 de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BGuariguata150101.pdf

Minambiente. 2015. Plan Nacional de Restauración. Recuperado el 03 de abril 2020 de

<http://www.andi.com.co/Uploads/Plan%20nacional%20de%20restauraci%C3%B3n.pdf>

Ramírez et al, Septiembre, 2012. Fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia. Recuperado el 14 mayo 2020 de

https://www.researchgate.net/publication/280638614_Caracterizacion_de_fincas_ganaderas_y_adopcion_de_sistemas_agroforestales_como_propuesta_de_manejo_de_suelos_en_Caqueta_Colombia/link/5a6a3b720f7e9b1c12d17fc1/download

Giraldo et al, Diciembre, 2016. Sistemas Productivos Sostenibles: Agroforestales, Silvopastoriles, Enriquecimiento Forestal. Recuperado el 14 mayo 2020 de https://www.researchgate.net/publication/330401150_AGROFORESTALES_SILVOPASTORILES_ENRIQUECIMIENTO_FORESTAL/link/5c3e470e92851c22a378579a/download

López J. Febrero, 2010. Sistemas Agroforestales para el Desarrollo Rural Sostenible. Recuperado el 15 mayo 2020 de https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/manual_guideline/manual_guideline_-_42.pdf

IDEAM, Enero 19, 2016. Condiciones Hidrometeorológicas Actuales N° 091. Recuperado el 20 mayo 2020 de <http://www.pronosticosyalertas.gov.co/documents/78690/24162477/091-190116.pdf/64f103f7-2966-4356-812c-8124aa8906c0?version=1.0>

Viña L. 2019. Propuesta de Restauración Ecológica en el Predio “San Ignacio” en el Municipio de Tocancipá. Recuperado el 20 mayo 2020 de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32177/Vi%C3%B1aLeonardiLuisFernando2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gálvez J. Diciembre 2002. La Restauración Ecológica: Conceptos y Aplicaciones. Recuperado el 21 de mayo 2020 de http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/IARNA/serie_tec/08tec2002.pdf

Chacón C. 2018. Programa Ambiental para la Reforestación y Conservación del Medio Ambiente en la Comunidad Rincón de Bolonia de la localidad de Usme. Recuperado el 22 mayo 2020 de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22509/1/Trabajo%20de%20Grado%20Final%20Camilo%20Chacon%20539002.pdf>

Murcia y Rodríguez. 2007. Bases técnicas para el desarrollo sostenible en territorios transformados de la Amazonia colombiana: PNN Tinigua y Picachos. Recuperado el 22 de mayo 2020 de http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=ee3ddcc7-e874-4c8d-9c2f-dad6ae4a852b&groupId=762