

Plan de Restauración Forestal de la Parte Media de la Quebrada los Cojos en el Municipio
de San José de Miranda Santander

Sergio Ricardo Sierra Joya, Rossi Paola Uyaban Patiño

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Forestal

Directora
Sandra Milena Díaz López
Ingeniera Forestal

Universidad Industrial de Santander
Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - IPRED
Programa de Ingeniería Forestal
Málaga
2019

Dedicatoria

Yo Sergio Sierra deseo expresar nuestro agradecimiento a Dios primero que todo, por darnos la oportunidad de emprender este proyecto y culminarlo satisfactoriamente.

En memoria de mi padre Luis José Sierra, quien siempre me apoyo en los proyectos y las decisiones que emprendía y seguramente, estaría muy feliz con este título.

Dedico este logro especialmente a mi mamá LIGIA JOYA, quien ha sido siempre mi apoyo incondicional, por las enseñanzas aprendidas, por haberme brindado la mejor educación y las mejores lecciones de vida, por inculcarme la necesidad de seguir adelante con esfuerzo, trabajo y constancia.

A mis hermanos ADRIAN y CRISTIAN por brindarme su tiempo, por contar con ese apoyo condicional, por hacerme ver la vida de una forma diferente y confiar en mis decisiones.

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este proyecto, a los docentes del programa de Ingeniería Forestal de la Universidad Industrial de Santander, que se esforzaron por darnos lo mejor de sus enseñanzas.

A mis amigos por permitirme aprender más de la vida a su lado.

GRACIAS

Yo Rossi Paola Uyaban deseo expresar mis agradecimientos principalmente a Dios quien con su gran amor llena siempre mi vida.

Gracias a mis padres: Parmenio Uyaban y Tránsito Patiño por su apoyo y amor incondicional.

A mis hermanos Sebastián y Sandra por estar siempre presentes, apoyándome y dando siempre lo mejor de ellos.

A mi sobrinita hermosa Alison Paulet, quien es mi mayor motivación, a mi abuelita Hermelina que desde el cielo guía mis pasos, a Ligia Joya por ser una persona incondicional y acogerme como una hija.

Y finalmente quiero dedicar esta tesis a mis amigas Laura, Angélica y Claudia por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, siempre las llevo en mi corazón.

Agradecimientos

A Dios por darnos vida, sabiduría y fuerzas en esta etapa formación profesional.

A la ingeniera Sandra Milena Díaz López por su esfuerzo y compromiso en la dirección de nuestro proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander por brindarnos una formación profesional integral, ética y de alta calidad.

A nuestras familias, amigos, compañeros de la universidad y demás personas quienes estuvieron siempre brindarnos su apoyo.

Tabla de Contenido

Introducción	16
1.Objetivos	18
1.1 Objetivo General	18
1.2 Objetivos Específicos.....	18
2. Marco Referencial.....	19
2.1 Marco Teórico.....	19
2.1.1 Sucesión ecológica.....	19
2.1.2 Restauración ecológica:	19
2.1.3 Arreglos florísticos:	20
2.2 Marco Conceptual	21
2.2.1 Restauración:.....	21
2.2.2 Restauración pasiva	21
2.2.3 Restauración activa	21
2.2.4 Restauración forestal.....	21
2.2.5 Rehabilitación forestal	22
2.2.6 Reforestación:	22
2.2.7 Diseño forestal:	22
2.3 Marco Legal	22
3. Metodología	24
3.1 Localización del Área	24
3.2 Procesos Metodológicos	25

4. Resultados	27
4.1 Escenario N°1	27
4.2 Escenario N°2	28
4.3 Escenario N°3	29
4.4 Análisis de laboratorio del estudio químico del suelo	30
4.5 Estado actual del ecosistema.....	32
4.6 Tipo y caracterización del disturbio.....	32
4.7 Tensionantes y limitantes.....	33
4.8 Enfoque de restauración.....	33
4.9 Especies a implementar en la restauración	34
4.10 Descripción de las especies.....	36
4.11 Arreglos florísticos.....	39
4.11.1 Arreglo florístico en el escenario 1	40
4.11.2 Arreglo florístico en el escenario 2	41
4.11.3 Arreglo florístico en el escenario 3.....	42
4.12 Objetivos de la restauración.....	43
4.13 Preparación del terreno	44
4.13.1 Arreglo del terreno	44
4.13.2 Estimación del número de árboles a sembrar	44
4.13.3 Procedimiento de ahoyado y siembra	45
4.13.4 Mantenimiento (Fertilización y control fitosanitario).....	45
4.14 Presupuesto general	46
4.15 Plan de monitoreo	48

4.16 Taller de Sensibilización.....	51
4.16.1 Procedimiento que se implementó en el taller de sensibilización.....	51
5. Conclusiones.....	52
6. Recomendaciones	53
Referencias Bibliográficas	54
Apéndices.....	58

Lista de Tablas

Tabla 1. Procesos metodológicos.....	25
Tabla 2. Análisis químico del suelo.	31
Tabla 3. Factores limitantes y tensionantes.....	33
Tabla 4. Matriz de las especies a implementar en la restauración.	35
Tabla 5. Arreglos Florísticos.....	39
Tabla 6. Número de Plántulas a sembrar por cada escenario.....	45
Tabla 7. Presupuesto general de la restauración.	46
Tabla 8. Categoría e indicadores de un plan de monitoreo.	48
Tabla 9. Indicadores de un plan de monitoreo.	50

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de Localización.....	25
Figura 2. Mapa de Localización Escenario 1.	28
Figura 3. Mapa de Localización del Escenario 2.	29
Figura 4. Mapa de Localización N° 3.	30
Figura 5. Arreglo Florístico 1 del Escenario 1.	40
Figura 6. Arreglo Florístico 2 del Escenario 1.	40
Figura 7. Arreglo Florístico 1 del Escenario 2.	41
Figura 8. Arreglo Florístico 2 del Escenario 2.	42
Figura 9. Arreglo Florístico del Escenario 3.	43

Lista de Apéndices

Apéndice A. Concientización del plan de reforestación.	58
Apéndice B. Listado de Asistencia de la práctica de concientización.	59
Apéndice C. Toma de muestras para Análisis químico del suelo.	60
Apéndice D. Visualización de los diferentes tipos de escenarios.	61
Apéndice E. Estudio Químico del Suelo en el Escenario 1.	62
Apéndice F. Estudio Químico del Suelo en el Escenario 2.....	63
Apéndice G. Estudio Químico del Suelo en el Escenario 3.	64

Resumen

Título: Plan de restauración forestal de la parte media de la quebrada los cojos en el municipio San José de Miranda Santander.*

Autores: Sergio Ricardo Sierra Joya, Rossi Paola Uyaban Patiño. **

Palabras clave: restauración ecológica, especies nativas, ecosistema, servicios ecosistémicos.

Descripción:

En Colombia la restauración ecológica es una herramienta fundamental para la conservación de la biodiversidad y la reparación de la capa vegetal de algunas zonas que han sido degradadas.

El propósito de este proyecto es proponer un plan de restauración en la quebrada Los Cojos, donde se desea desarrollar estrategias de conservación sobre las áreas de estudio perturbadas, enfocado principalmente en la conservación de la fuente hídrica y la recuperación de algunas especies nativas que se encuentran en este sitio. Para ello se tomaron las directrices descritas en las Guías técnicas para la restauración ecológica. Los cuales son utilizados para ecosistemas degradados, ayudando a lograr procesos de recuperación.

La restauración ecológica es una de las alternativas más adecuadas para áreas que han sido intervenidas por procesos de remoción en masa y coberturas totalmente degradadas, debido a que ayuda a proteger el suelo, el agua e incrementar la flora y fauna, ya que contribuye al mejoramiento del bienestar de la comunidad y de los servicios ecosistémicos que ofrece el bosque, para que estos sean más sostenibles en el tiempo.

La competitividad de Colombia y su inserción en la economía mundial requieren que se asegure la sostenibilidad del entorno natural, buscando un equilibrio entre la oferta natural y los procesos productivos generados por la inversión extranjera, la modernización de la infraestructura vial y portuaria, el crecimiento de los sectores agrícolas y pecuarios, el crecimiento y la modernización de las ciudades entre otros.

* Trabajo de grado.

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. IPRED. Programa Ingeniería Forestal. Directora: Sandra Milena Díaz López. Ingeniera Forestal.

ABSTRAC

Title: forest restoration plan of the middle part of creek called “quebrada los cojos” in the municipality of San Jose de Miranda Santander.*

Authors: Sergio Ricardo Sierra Joya, Rossi Paola Uyaban Patiño.**

Key words: ecological restoration, native species, ecosystem, ecosystem services.

Description:

In Colombia, ecological restoration is a fundamental tool for the conservation of biodiversity and repairing of the vegetative layer of some areas that have been degraded.

The purpose of this project is to propose a restoration plan of the mentioned creek, it is goal of this project to develop conservation strategies on the disturbed areas of study, focusing mainly on the conservation of the water source and the recovery of some native species found in this area. As a result, some steps were taken from written technical guides for ecological restoration, which are used for degraded ecosystems, helping to achieve recovery processes.

Ecological restoration is one of the most appropriate alternatives for areas that have been intervened by mass removal processes and completely degraded coverage, given the fact that it helps protect the soil, water and will also help increase flora and fauna, contributing to the improvement of well-being of the community and the ecosystem services offered by the forest, seeking to make them more sustainable over time.

The competitiveness of Colombia and its incorporation in the world economy require to ensure the sustainability of the natural environment, looking for a balance between the natural offer and the productive processes generated by foreign investment, road and port infrastructure modernization, the growth of the agricultural and livestock areas, the expansion and modernization of cities, among others.

* Trabajo de grado.

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. IPRED. Programa Ingeniería Forestal. Directora: Sandra Milena Díaz López. Ingeniera Forestal.

Introducción

La degradación de los ecosistemas en Colombia ha acelerado la reducción de los servicios ambientales ofrecidos por el medio ambiente, tales como producción de agua, fijación de CO₂, fertilidad del suelo, biodiversidad y coberturas vegetales que previenen la erosión. Las tasas de destrucción aumentan debido a la expansión agrícola, ganadera y de explotación de minerales de forma artesanal (Vargas, 2011). De tal manera, el municipio de San José de Miranda del departamento de Santander no es ajeno a esta problemática ambiental, se logra evidenciar que en algunas de las veredas los daños ecológicos producidos por el hombre han llevado a la afectación de la flora y fauna nativa que contribuyen a un equilibrio del ecosistema. En la vereda Sagamal en la quebrada Los Cojos sector medio se encuentra una alta degradación de los suelos, deslizamientos, y pérdida de algunas especies nativas de la región y las cuales afectan fuertemente la parte hídrica (Alcaldía San José de Miranda, 2007). La erosión es uno de los principales problemas en ese sector, debido a la compactación del suelo y los movimientos de remoción de masa que se ha producido por los fenómenos naturales.

Cabe resaltar que cuando no hay árboles cubriendo el suelo, la lluvia cae fuertemente y arrastra la primera capa vegetal y se necesitan cientos de años para que se acumulen suficiente materia orgánica que remplace la capa pérdida (Mejía, 2009). El factor antropológico es uno de los protagonistas principales de los daños que actualmente sufre el medio ambiente, casos puntuales como la contaminación hídrica, mala disposición de residuos sólidos, daño a la biodiversidad y sobre todo la tala indiscriminada de árboles (Guzmán, 2010).

En Colombia, los procesos de deforestación y las prácticas agropecuarias afectan la calidad y cantidad del recurso hídrico, por lo tanto, es necesario la protección y restauración de las cuencas hidrográficas. (Guevara, 2013). A nivel municipal se realizaron algunos estudios que fortalecieron la restauración de las cuencas que abastecen el municipio de San José de Miranda, las cuales sufren desestabilización del terreno gracias al efecto erosivo que se encuentra en el nacimiento hídrico (Archila – Niño, 1993), su causa principal es el mal manejo que le dan los campesinos al recurso suelo (Herrera, 2017) por lo cual, fue necesario realizar medidas para su recuperación. Se ejecutó la plantación de especies en cada uno de los nacimientos con el fin de proporcionar protección a las fuentes hídricas y nutrientes al suelo (Arenales – Amaya, 1998). Por lo tanto es necesario concientizar a la sociedad del manejo adecuado de los recursos naturales ya que contribuye a la recuperación de nuestros ecosistemas (Nava, 2009). Esto significa la importancia de realizar más investigación en estos ecosistemas, buscando conformar una base más sólida acerca de la importancia de estos bosques, para poder determinar las ventajas de la protección, restauración y manejo dentro de las cuencas hidrográficas (Robins y Cain 2002).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar un plan de restauración ecológica mediante la priorización y el análisis de los escenarios de estudio y los tratamientos relevantes para el contexto biofísico de la cuenca la quebrada de los cojos sector medio del municipio de San José de Miranda.

1.2 Objetivos Específicos

Caracterizar los diferentes escenarios y rutas de restauración que hay en cada sitio, para identificar las diferentes especies que se pueden adaptar en el área de influencia.

Diseñar tratamientos de restauración en los diferentes escenarios.

Identificar especies con potencial de regeneración y que ayuden a la protección del sistema hídrico de la cuenca.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Sucesión ecológica: Es uno de los conceptos con mayor importancia dentro de la ecología y la base científica para la comprensión y manejo de los ecosistemas (Cano y Zamudio 2006). Los cambios del ecosistema dependen de la velocidad, de las características del disturbio, la disponibilidad de propágulos regenerativos, del ambiente biótico y de las condiciones abióticas que prevalecen en el sitio perturbado (Grubb, 1985; Pickett y White, 1985, Pickett et al, 1987) lo cual implica cambios progresivos en su composición y estructura original. En términos de restauración, la sucesión ecológica es imprescindible, ya que permite establecer la base sobre los procesos mediante los cuales las comunidades bióticas dentro del ecosistema restaurado responden a las distintas afectaciones y permite valorar si éstas ocurren de manera similar a las condiciones de un ecosistema (SER, 2004).

2.1.2 Restauración ecológica: Consiste en asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado o destruido (SER, 2004), mediante la aceleración de los procesos naturales, respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (Fernández et al, 2010), para tratar de obtener a largo plazo un estado de desarrollo lo más semejante posible al ecosistema original (SER, 2004). Aunque no sólo es la respuesta para recuperar la composición estructural y funcional del bosque, sino que también es una oportunidad para diversificar sus bienes y servicios (Meli, 2003). En la más simple de las circunstancias, la restauración implica eliminar o modificar una alteración específica, la cual permite que los procesos ecológicos se recuperen

por sí solos, o reintroduciendo especies correspondientes al lugar, mediante siembra (Fernández et al, 2010).

2.1.3 Arreglos florísticos: Los arreglos florísticos son utilizados para la introducción de especies vegetales nativas las cuales facilitan los procesos de recuperación del ecosistema (Garibello, 2003) La restauración de la composición, estructura y función de los ecosistemas abarca una gran cantidad de avances investigativos y diferentes tratamientos experimentales que incluyen especies vegetales nativas para la recuperación de la cobertura vegetal (Vargas, 2007; Vargas & Grupo de Restauración Ecológica, 2007). Sin embargo, la claridad metodológica y conceptual sobre la identificación de especies útiles que activen estos procesos y los hagan funcionales es limitada, así como también la forma de los módulos a implementar y la composición y riqueza de los arreglos florísticos en los mismos (Landaeta, 2014). El estudio de la problemática en los ecosistemas los cuales están siendo degradados por las alteraciones que sufren en sus distintos componentes por parte de prácticas indiscriminadas como lo son la ganadería, agricultura, una acelerada industrialización, extracciones de materiales que tienen como consecuencia la reducción de un ambiente adecuado para la humanidad (Vilches, Gil Perez, Toscano, Y Macías, 2014). En Colombia a pesar de que se cuenta con una vasta variedad de ecosistemas también se observan actividades que perturba notoriamente su biodiversidad y sostenimiento natural es decir se afectan las principales fuentes de abastecimiento de agua, comida, fijación de CO₂, productividad del suelo además de la contribución al cambio climático lo cual es analizado desde distintos puntos de vista, para dar solución a estos cambios desarrollando temas como la ecología de la restauración para no encargarse solo de la protección y la conservación, además de una

recuperación de los ecosistemas afectados, para obtener de esta manera un freno a las afectaciones sufridas en las diferentes comunidades. (Vargas, 2011).

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Restauración: Proceso intencional de iniciar o acelerar la recuperación de un ecosistema alterado o destruido por una perturbación (Vargas, 2007).

2.2.2 Restauración pasiva: Ocurre cuando un ecosistema cuenta con la facilidad de regenerarse naturalmente por sí solo, puesto que no hay ningún impedimento que pueda obstaculizar dicha regeneración (Vargas, 2007).

En los ambientes productivos la regeneración de cobertura vegetal es rápida, y muy lenta en sitios abandonados y poco productivos, ya que no cuentan con las condiciones favorables que ayuden a la regeneración de la vegetación (Bonet & Pausas 2004).

2.2.3 Restauración activa: Incluye tratamientos silviculturales adecuados para la regeneración natural, puesto que son ecosistemas incapaces de regenerasen por si solos, porque sus suelos son muy degradados y no pueden desarrollar el proceso de recuperación (Vargas, 2007).

2.2.4 Restauración forestal: Recupera ecosistemas que han sido degradados y buscan mejorar la productividad de especies que originalmente se encontraban en ese sitio (Ser, 2004).

2.2.5 Rehabilitación forestal: Construye ecosistemas con mayor rendimiento, dependiendo del estado de degradación de las tierras forestales. Recuperando áreas degradadas abasteciéndolas de recursos forestales (FAO, 2018).

2.2.6 Reforestación: Tiene como objetivo la introducción y manejo de semillas o plántulas que busca restaurar la cobertura natural de un lugar, es considerado como instrumento importante para la restauración, ya que ayuda a disminuir el riesgo de erosión (Vargas, 2007).

2.2.7 Diseño forestal: Busca dimensionar un proceso donde se estudia, impulsa y aplica la práctica de plantaciones en bosques, buscando esquemas donde se encuentran métodos adaptativos (Campos, 2007).

2.3 Marco Legal

A continuación, se nombraran las normativas que regulan un Plan Nacional de Restauración.

Decreto 2811 de 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

Artículo 179. El aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en forma de mantener su integridad física y su capacidad productora.

En la utilización de los suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación (Colombia Leyes y Decretos, 1974).

Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones (Colombia Leyes y Decretos, 1993).

Ley 165 de 1994: Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 (Colombia Leyes y Decretos, 1994).

Decreto 1791 de 1996: Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal (Colombia Leyes y Decretos, 1996).

Decreto 900 de 1997: Por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación.

Artículo 1. El presente Decreto reglamenta el incentivo forestal con fines de conservación establecido en la Ley 139 de 1994 y el parágrafo del artículo 250 de la Ley 223 de 1995, para aquellas áreas donde existan ecosistemas naturales boscosos, poco o nada intervenidos (Colombia Leyes y Decretos, 1997).

Decreto 2372 de 2010: Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones (Colombia Leyes y Decretos, 2010).

Decreto 1076 de 2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dentro del área permitida, a excepción de muestras sin valor comercial previamente reportadas en el permiso de estudio para su identificación y análisis (Colombia Leyes y Decretos, 2015).

Plan Nacional de Desarrollo Forestal: El subprograma emprenderá acciones para fomentar el establecimiento y manejo de las coberturas vegetales que permitan la restauración y rehabilitación de ecosistemas forestales, para mejorar la oferta de bienes y servicios ambientales y contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana (Plan Nacional de Desarrollo Forestal, 2000).

3. Metodología

3.1 Localización del Área

San José de Miranda se localiza en la zona sur oriental del departamento de Santander, cuenta con una extensión territorial de 85 km² (Ver Figura 1). El municipio limita de sur a norte con los municipios de Capitanejo, Covarachia (Boyacá) y Málaga, y con los municipios de Enciso y Molagavita por el oriente y occidente respectivamente. San José de Miranda cuenta con 16 veredas (Alcaldía de San José de Miranda, 2003). Se halla localizado en la zona sur oriental del Departamento de Santander en la Provincia de Garcia Rovira a 6° 39' latitud norte y a 72° 49' longitud oeste, según Ecuador y el meridiano de Greenwich que rige para Colombia. Con una temperatura promedio anual de 18°C por su altitud en la zona de estudio se refiere a (bh-M) Bosque Húmedo Montano ya que se halla entre 2.500 – 3.300 m.s.n.m. La topografía de esta formación es montañosa a escarpada. Su vegetación se conserva inalterada. Se observa en ciertas áreas el pastoreo, a pesar que por su alta humedad y baja temperatura es impropia para labores agropecuarias (Alcaldía de San José de Miranda, 2003).

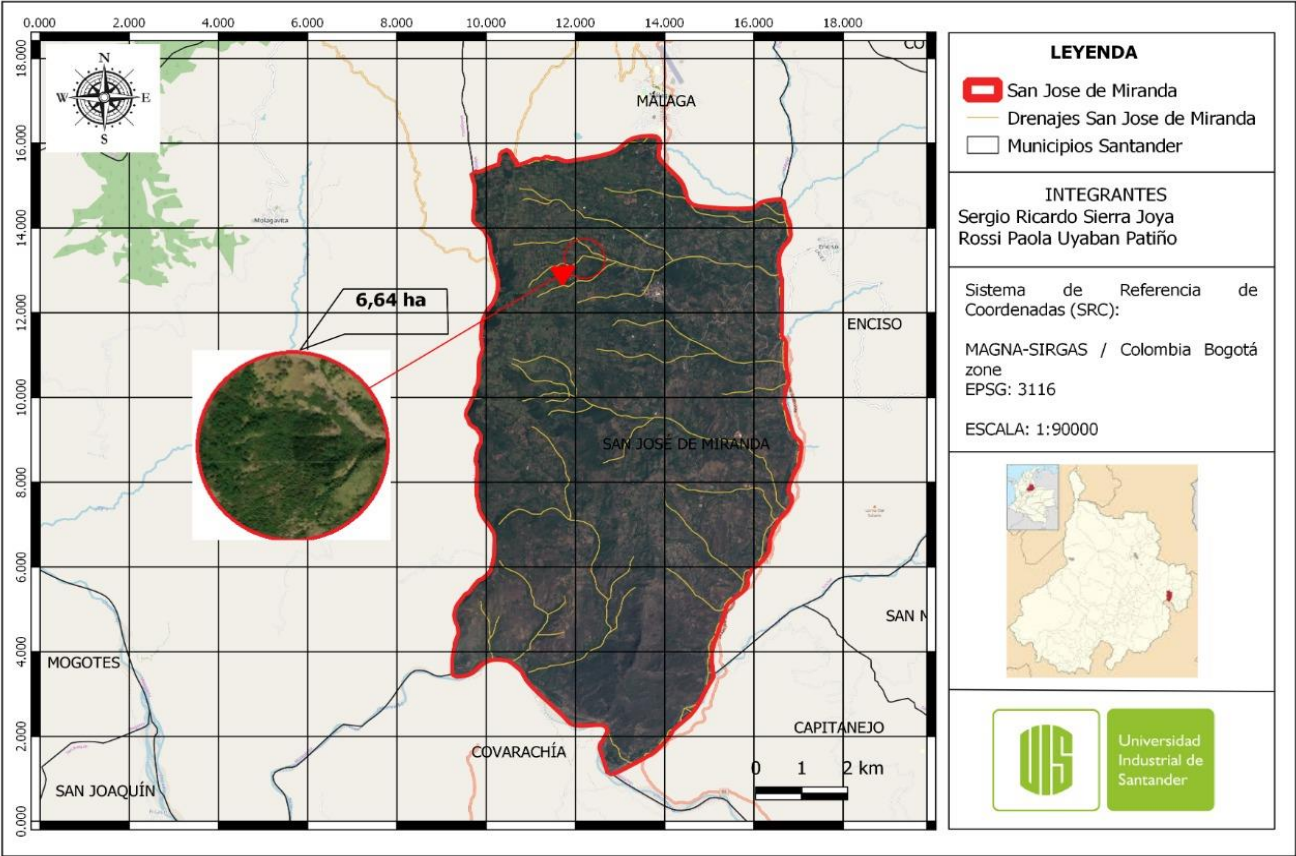


Figura 1. Mapa de Localización

3.2 Procesos Metodológicos

Tabla 1. Procesos metodológicos.

FASE INICIAL	FASE INTERMEDIA	FASE FINAL
Verificación de los ecosistemas de referencia y la factibilidad del plan de restauración ecológica en la Quebrada Los Cojos en su sector medio, dentro de las actividades desarrolladas se hicieron: Delimitación de la zona de estudio. Se dividió dicha zona en escenarios de trabajo. Caracterización visual del lugar. Estudio químico del suelo por	Se diseñaron los arreglos florísticos a implementar en los diferentes tipos de escenarios y para ello se realizaron las siguientes actividades: Se clasificaron las especies que mejor se adaptan al sitio. Se definieron los objetivos de la restauración. Se establecieron las barreras de restauración y las estrategias para superar los diferentes tipos de escenarios.	Se logró desarrollar un plan de restauración ecológica en la zona de estudio, donde en su finalidad primordial es la recuperación del ecosistema, el suelo y algunos aspectos estéticos y productivos del lugar. Específicamente se busca brindar una mejor protección a la cuenca y así a sus habitantes y concientizar a la población en la problemática que hoy estamos viviendo. Se realizó un plan de monitoreo

escenario.	Se definieron los actores involucrados en el proyecto. Se desarrollaron los aspectos cronológicos, logísticos y financieros.	
------------	---	--

A continuación explicaremos algunas de las actividades desarrolladas

Delimitación de la zona: Esta actividad fue desarrollada mediante la herramienta del GPS y el software de Google Maps donde se realizó la división de cada escenario.

Caracterización Visual: Se realizó un recorrido en los diferentes tipos de escenarios donde se fue reconociendo las especies del lugar.

Estudio químico del suelo: Se desarrolló esta actividad mediante la recolección de muestras en cada uno de los escenarios, donde en cada escenario se realizaron de 15 a 20 hoyos y se elaboró una mezcla homogénea, se utilizaron las siguientes herramientas: una barra, un balde, bolsas para muestras, un tamiz y un barreno holandés.

Selección de especies: Para la selección de las especies se tuvo en cuentas las siguientes especificaciones: primero la disponibilidad del material vegetal en los viveros, segundo el valor comercial de cada una de las plántulas y tercero que se adapten a nuestra zona de vida y nos ayuden al mejoramiento de nuestros escenarios.

Objetivos de la restauración: Para los objetivos se definieron en 3 partes; corto, mediano y largo plazo, donde observaremos cada uno de ellos.

Barreras de Restauración: Se establecieron cada barrera de restauración y sus estrategias para poder superar cada una de ellas.

4. Resultados

4.1 Escenario N°1

Se estratifico un área de 1,24 ha. (Figura 2) caracterizada por afloramientos rocosos, no aptos para labores agrícolas. Gran cantidad de rocas en el suelo, deficiencias en nutrientes y minerales, alta compactación del suelo, presencia de ganadería, expansión agrícola y en algunos sectores erosionados y degradación con pérdida de la capa vegetal. Su vegetación arbustiva primordialmente es de *Escallonia pendula* (Ruiz & Pav.) (Loqueto) y *Olea europaea* (L) (Olivo).

Es predominante la influencia humana con labores culturales deficientes, meteorización de los suelos, presencia de impermeabilización debido al contenido de arcillas, con grandes porciones de afloramiento rocoso. La composición del suelo presenta baja conductividad eléctrica, deficiencias de Potasio (K), bajas concentraciones de elementos menores y alta concentración de Calcio (Ca) característico de la zona.



Figura 2. Mapa de Localización Escenario 1.

4.2 Escenario N°2

Área con influencia de plantación empírica, con ausencia de simetría geomorfía, (Figura 3) forma parte de la cuenca hídrica que abastece algunos sectores rurales para el manejo de agricultura y ganadería, existe una plantación de *Pinus patula* (Pino) con un área de 1,1 ha sin manejo y/o aprovechamiento de formación silvicultural, se evidencia alta densidad, cantidad de especies invasoras sobre un suelo degradado con afloramiento rocoso con potencial de regeneración de especies.

Dentro de este escenario se requiere la programación del aprovechamiento forestal a fin de eliminar la competitividad, mejorar la composición y mitigar efectos negativos por sobre densidad.

La composición del suelo presenta una estructura similar al escenario N°1 influenciado por la presencia de calizas.

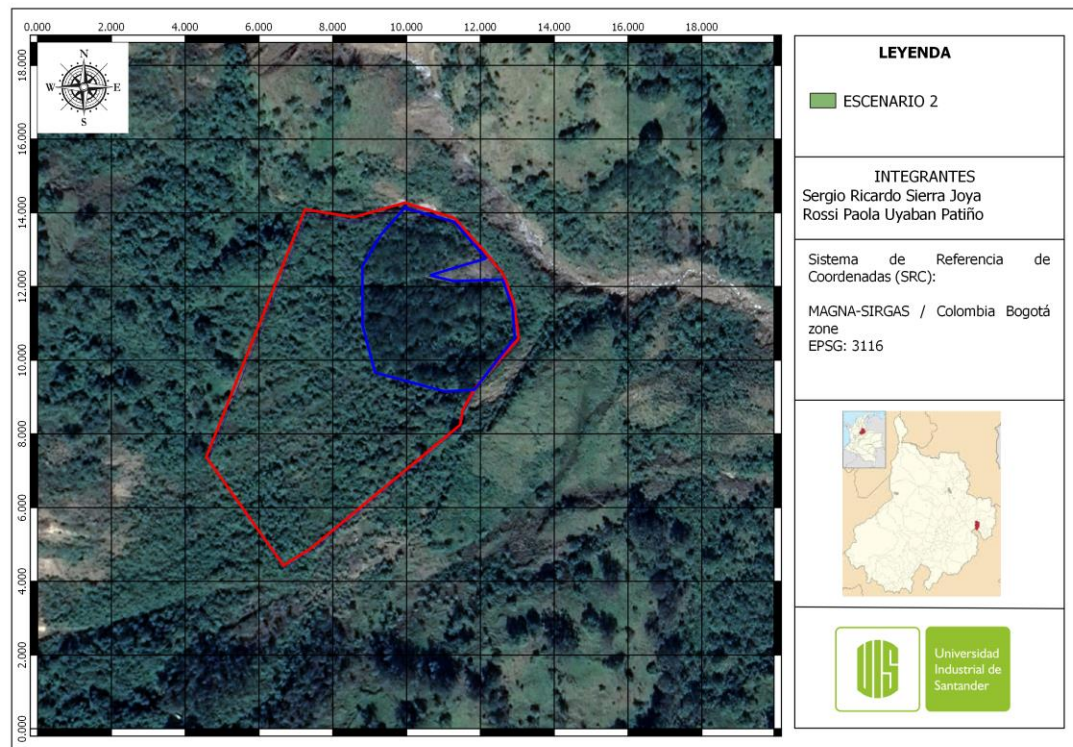


Figura 3. Mapa de Localización del Escenario 2.

4.3 Escenario N°3

Se encontró una zona con un suelo completamente erosionado, (Figura 4), carente de cobertura vegetal, presenta alto grado de remoción en masa, menor número de especies en comparación a los escenarios anteriores, caracterizándolo como una zona degradada la cual requiere de restauración a fin de su estabilización, disminuir el impacto y ampliación por los efectos erosivos.

La composición del suelo presenta una variación influenciada por la carencia de cobertura vegetal, exposición de rocas, altas pendientes y alta escorrentía, elementos que alteran la composición mineralógica y así disminuye la presencia de hierro (Fe).

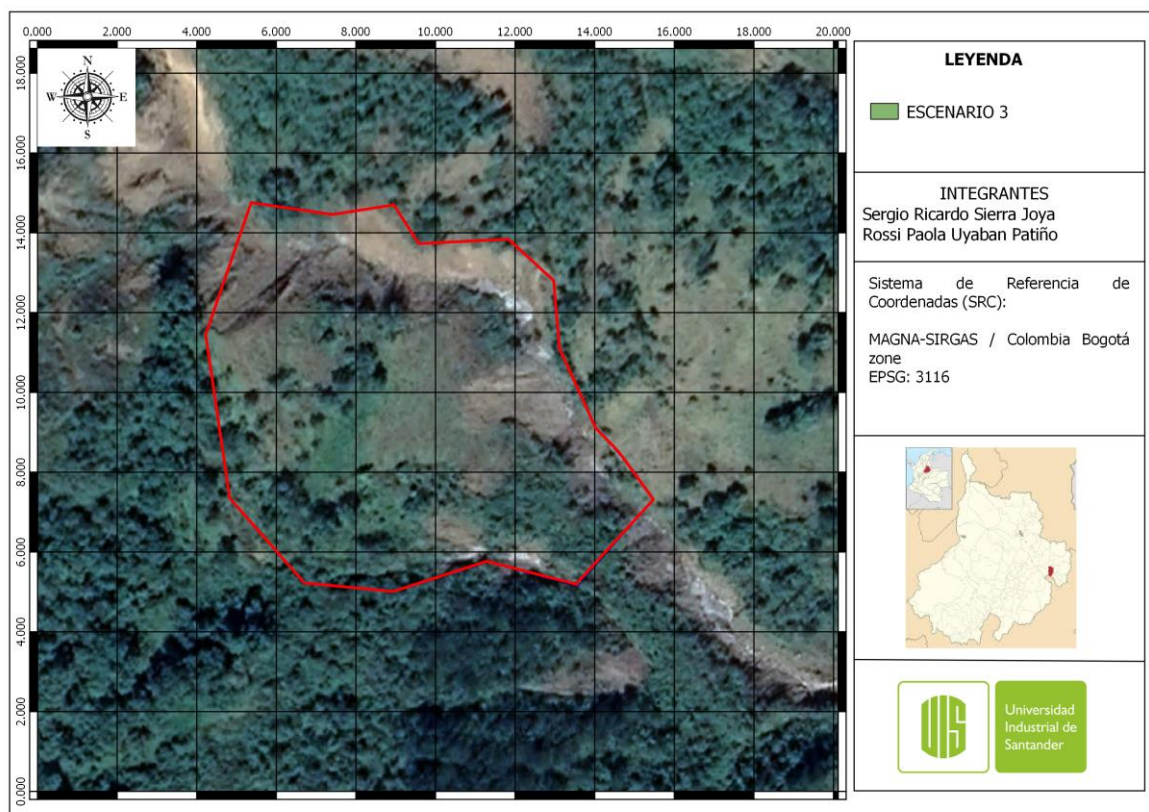


Figura 4. Mapa de Localización N° 3.

4.4 Análisis de laboratorio del estudio químico del suelo

El pH en los tres escenarios es neutro, que favorece la disolución en el suelo de los nutrientes y los torna disponibles para las plantas. Con respecto al %C.O, %M.O y %N.T en los tres escenarios están en contenidos bajos, lo que se constituye en una limitante para el crecimiento y desarrollo de las plantas en lo relacionado con el follaje (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis químico del suelo.

Productor	pH	%			ppm	meq/100 g				ppm						ms/cm
		C.O	M.O	N.T	P	K	Ca	Mg	C.I.C	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B	C.E.
Escenario 1	7,01	1,55	2,67	0,13	21,85	0,2	11,72	1,4	13,45	146,5	75,9	4,63	1	1,52	0,25	1,42
Escenario 2	7,13	1,49	2,57	0,13	23,56	0,16	11,17	0,88	12,35	3,84	79,25	7,45	1	1	0,27	0,21
Escenario 3	7,2	1,99	3,43	0,17	23,44	0,21	9,61	1,08	11,03	4,39	38,18	5,12	1	1	0,31	0,21

% C.O – Carbono Orgánico.
 % M.O – Materia Orgánica
 % N.T – Nitrógeno Total.

C.I.C – Capacidad de Intercambio Catiónico.
 C.E – Conductividad Eléctrica.





Bajo
Medio
Alto

El Fósforo esta en contenidos óptimos en los tres escenarios, pero el Calcio está muy alto, lo que puede generar una insolubilización del Fósforo por la formación de Fosfatos de Calcio en los tres escenarios. Igualmente, el Calcio por sus elevados contenidos puede generar antagonismo con el Potasio y Magnesio, en especial con este último elemento dado que esta en bajos contenidos en los tres escenarios. Con respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico está en contenidos óptimos en los tres escenarios. Con respecto a los elementos menores en los tres escenarios el Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) están en muy bajos contenidos lo que genera limitantes para el crecimiento de las plantas. Con respecto al Boro está en condiciones óptimas en los tres escenarios, mientras que el Hierro (Fe) está muy alto en dos escenarios (1 y 2) y en el (3) está en condiciones óptimas. Con respecto a la conductividad eléctrica no ofrece ninguna restricción, pues se considera los tres escenarios como suelos no salinos. Desde esta perspectiva el escenario dos es el que presenta mayores

restricciones para el desarrollo de las plantas, pues tiene once limitantes, mientras que el escenario, mientras que el escenario 1 presenta 10 limitantes y el escenario 3 nueve limitantes.

4.5 Estado actual del ecosistema

En esta zona se encuentran coberturas de uso pecuario y agrícola, debido a ello hay una transformación parcial del suelo, se observan áreas con baja cobertura vegetal y degradación que generan un impacto negativo en la regeneración de nuevas especies, así afectan la composición, estructura y función del suelo, así como la dinámica hídrica, los flujos de nutrientes, la capacidad regenerativa natural y la pérdida de materia orgánica, que se considera en los disturbios antrópicos ocasionados por los sistemas productivos agrícolas y pecuarios como los causantes de los daños encontrados en el suelo (Plan Nacional de Restauración, 2015).

4.6 Tipo y caracterización del disturbio

En la parte media de la quebrada Los Cojos se evidencian ciertas perturbaciones al ecosistema, que deterioran los servicios ecosistémicos que éste ofrece a las comunidades aledañas, sin embargo, éstas perturbaciones tienen un origen antrópico debido a la agricultura y la ganadería, por esta razón, los tipos de disturbios frecuentemente encontrados en el área de estudio son: la extracción de especies nativas, plantaciones de especies exóticas, zonas con pastoreo y agricultura. Estas dos últimas, influyen principalmente en la disminución del ecosistema ya que generan ingresos a los habitantes de la zona (Vargas, 2007).

4.7 Tensionantes y limitantes

Es indispensable para la realización del proyecto de restauración, identificar los factores tensionantes y limitantes que se encuentran en cada uno de los escenarios, los cuales impiden y dificultan la regeneración de nuevas especies (Tabla 3).

Tabla 3. Factores limitantes y tensionantes.

FACTORES LIMITANTES	FACTORES TENSIONANTES
Compactación del suelo por el pisoteo del ganado, lo cual logra disminuir la infiltración del agua. Depredación de semillas y especies nativas por parte del ganado, lo cual evita la propagación de nuevas plántulas. Baja fertilidad del suelo debido a las deficiencias en el reciclado de los nutrientes, lo cual limita el desarrollo de la vegetación. Presencia de especies invasoras como las gramíneas y exóticas como el <i>Pinus patula</i> las cuales limitan el establecimiento, crecimiento y desarrollo de las especies nativas. La disponibilidad de hábitat para la fauna es escasa. El monitoreo de las áreas donde se encuentra la remoción en masa por parte de las instituciones ambientales es totalmente escasa.	Pastoreo del ganado Disminución de especies nativas El Viento que genera erosión en el suelo Dispersión de semillas de especies exóticas Ausencia de polinizadores y animales dispersores.

4.8 Enfoque de restauración

Se procedió la etnografía, las características específicas de tenencia de la tierra, la cual está por debajo de la determinación de minifundio, el arraigo a las tradiciones para el trabajo de la tierra; elementos que sumados a la caracterización agroecológica de la zona que limitan la producción a acciones de sostenibilidad tanto familiar como del área en estudio; se trabaja un esquema participativo, con el fin de comprometer a la comunidad con las acciones más adecuadas, técnica y ambientalmente para así garantizar una intervención efectiva y continua para la estabilización y productividad.

4.9 Especies a implementar en la restauración

En esta fase se tuvo en cuenta especies con potencial de regeneración en suelos altamente degradados. Se identificó la disponibilidad de las especies en la región, así mismo, se estableció su ubicación, etapa sucesional y abundancia, con el fin de obtener una base para iniciar el trabajo en campo.

Para cada una de las especies identificadas, se determinó su influencia, capacidad de regeneración, adaptabilidad y capacidad de regeneración natural en la zona de vida, disponibilidad en lo regional, así como características de especies nativas, su competitividad; se determinó la composición para cada uno de los escenarios.

Tabla 4. Matriz de las especies a implementar en la restauración.

MATRIZ DE ESPECIES PARA HACER LA RESTAURACION ECOLOGICA EN LA QUEBRADA LOS COJOS SECTOR MEDIO						
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	GREMIOS ECOLOGICOS	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
LEGUMINOSAE	<i>Erythrina edulis</i> Micheli.	Chachafruto	Heliófito			
ESCALLONIACEAE	<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.)	Loqueto	Heliófito			
ACANTHACEAE	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.)	Yatago	Heliófito			
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Cedro	Esciófito			
COMPOSITAE	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)	Chilca	Heliófito			
LEGUMINOSAE	<i>Arachis pintoii</i> Krapov. & W.C.Greg.	Mani forrajero	Heliófito			
PIPERACEAE	<i>Piper aduncum</i> L.	Cordoncillo	Heliófito			
RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus acris</i> L.	Boton de oro	Heliofito			
MYRICACEAE	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.)	Laurel de cera	Heliofito			
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	Dividivi	Esciófito			
LEGUMINOSAE	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Acacia	Esciófito			
JUGLANDACEAE	<i>Juglans neotropica</i> Diels	Nogal	Esciófito			

4.10 Descripción de las especies

Erythrina edulis Micheli. (Chachafruto): este árbol pertenece a la familia Fabaceae, su sistema de anclaje reestablece los suelos del proceso de erosión. Al ser una leguminosa, induce procesos de fijación de Nitrógeno ya que en su sistema radicular establece relaciones simbióticas, con bacterias del género *Rizhobium*, lo cual genera cambios en las condiciones ambientales del suelo. Sus frutos, son aprovechados por los habitantes de la región como fuente proteica, y su forraje como fuente alimenticia para el ganado (Acero, 2002).

Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) (Loqueto): es una especie que aporta una gran variedad de bienes y servicios a la humanidad, se ha usado para recuperar suelos degradados por minería, ganadería u otros tipos de erosión, como para enriquecimiento de bosques secundarios (Barreto y Herrera, 1990). Se ha encontrado como ornamental en zonas urbanas amplias (Ospina et al., 2003; Ortega, 2007), considerado con alto potencial polinífero en proyectos de apicultura (polen) (Sayas y Huamán, 2009); con alto potencial en sistemas agroforestales, en cultivos como café, en huertas familiares, como árboles en linderos, como especie de sombrío en potreros, protectora de fuentes de agua y hábitat y alimento de la fauna silvestre (Inefan et al, 1997).

Trichanthera gigantea (Humb. & Bonpl.) (Yatago): esta especie perteneciente a la familia Acanthacea, es un árbol nativo de Suramérica y el más común en la región cafetera luego de la Guadua. Crece entre los 1200 y 2300 m.s.n.m. Sus sistemas radiculares de anclaje que se distribuyen lateralmente, le han caracterizado como un árbol muy utilizado en terrenos erosionados, así mismo, la estructura de sus tallos presenta tejidos que contienen cantidades apreciables de agua; su forraje presenta un alto contenido proteico, lo cual es de vital

importancia ya que además de constituirse en una fuente de enriquecimiento de nutrientes para el suelo, puede ser utilizado por la comunidad local en alimento para el ganado (Ríos, 2001).

Cedrela montana Moritz ex Turcz. (Cedro): es muy importante en los ecosistemas ya que este permite alojar una variedad de especies entre flora y fauna al ser una planta de gran tamaño, pero su principal importancia a nivel ambiental, es que este permite capturar el bióxido de carbono (CO_2) con lo cual se mejora la calidad del aire para permitir un equilibrio gaseoso en las zonas donde se encuentran plantados, este equilibrio se alcanza ya que el cedro incorpora en sus tejidos las sustancias venenosas que flotan en el aire y purificarlo (Kómetter, 2015), además al tener sembríos de este forestal en los bosques permite mejorar el suelo (Guerra, 2009).

Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) (Chilca): en la “Evaluación del estado actual de la vegetación en parcelas enmendadas con biosólidos en la antigua arenera Juan Rey, Bogotá D.C”, la latifolia fue la especie que mayor frecuencia ofreció en los ensayos, además de la mayor cobertura en el estrato arbustivo (13,76%). La especie cuya yema de reemplazo se encontró por encima de los 50 cm del suelo (fanerófito) fue la latifolia, además fue la especie nativa más común en todos los ensayos. Gracias a la dispersión anemócora resultó ser la especie arbustiva con mayor cobertura (16,2%) (Agudelo, 2010).

Arachis pintoii Krapov. & W.C.Greg. (Maní forrajero): esta especie sirve principalmente para mejorar los sistemas ganaderos. Debido a su alta capacidad de fijación de Nitrógeno y rápida degradación de hojarasca, permite la recuperación de suelos degradados, lo que facilita utilizarla como estrategia para asignaciones de sellos ecológicos para la ganadería (Hurtado et al, 1988).

Piper aduncum L. (Cordoncillo): es una planta que facilita y aporta gran cantidad de hojarasca al suelo, atrae a los dispersores de semillas los cuales son de gran importancia para la regeneración de las especies (Azas, 2016).

Ranunculus acris L. (Botón de oro): esta planta es común en áreas perturbadas como bordes de ríos, caminos y carreteras. En Colombia, crece en diferentes tipos de suelo, desde el nivel del mar hasta 2.500 metros de elevación y en sitios con precipitaciones que fluctúan entre 800 y 5.000 m.s.n.m (Adicionalmente, el botón de oro tiene múltiples aplicaciones en la restauración ecológica de áreas degradadas debido a la facilidad con que cubre los suelos erosionados y forma densos mantos de raíces en terrenos inestables. Las franjas de botón de oro en alta densidad son útiles para la prevención y control de las remociones masales (Vibrans, 2006)

Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd. (Dividivi): la especie crece a bajas elevaciones, en lugares y bosques secos. Forraje apto para alimento del ganado (Álvarez, 2007)

Acacia melanoxylon R. Br (Acacia): se multiplica por semillas. Soporta bien toda clase de suelos, aunque prefiere los ligeramente ácidos especie fijadoras de nitrógeno, que genera asociaciones simbióticas con microorganismos del suelo (Quiceno -Medina, 2006). Favoreciendo su adaptación y crecimiento en suelos degradados, con un incremento en los requerimientos hídricos superiores a las especies nativas (Medina *et al.* 2008), La constante defoliación y dispersión de semillas va formando gradualmente una capa densa de hojarasca en el suelo que limita la oferta de micro sitios de implantación y acceso al recurso lumínico, cambia las condiciones químicas, generan alelopatía y aumentan la recurrencia de disturbios pirogenéticos que favorecen la regeneración de la acacia (García *et al.* 2010; Gómez, 2008).

Juglans neotropica Diels (Nogal): con todas sus características botánicas y ecológicas, es una especie que aporta una gran variedad de bienes y servicios a la humanidad; se ha usado para recuperar suelos degradados por minería, ganadería u otros tipos de erosión, como para enriquecimiento de bosques secundarios (Barreto y Herrera, 1990). Se ha encontrado como ornamental en zonas urbanas amplias (Ospina et al, 2003; Ortega, 2007); se le ha considerado con alto potencial polínífero en proyectos de apicultura (polen) con *Apis mellifera* (Sayas y Huamán, 2009); y en sistemas agroforestales, en cultivos como café, en huertas familiares, como árboles en linderos, como especie de sombrío en potreros, protectora de fuentes de agua y hábitat y alimento de la fauna silvestre (Castro, Suárez y López, 2012).

4.11 Arreglos florísticos.

Se estableció los siguientes arreglos florísticos para cada uno de los escenarios

Tabla 5. Arreglos Florísticos.

	ZONA INDICADA	AREGLOS FLORISTICOS	ESPECIES ARBOREAS
ESCENARIO 1	Afloramiento rocoso	Rectangular	Erythrina edulis Micheli.(Chachafruto) + Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd. (Dividivi) +Ranunculus acris L.(Boton de oro)+ Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) (Loqueto)+ Baccharis latifolia (Ruiz &Pav.) (Chilca)
ESCENARIO 2	Plantación de Pinus patula	Rectangular	Escallonia pendula (Ruiz & Pav.) (loqueto)+Trichanthera gigantea (Humb. & Bonpl.) (Yatago)+ Piper aduncum L. (Cordoncillo)

ESCENARIO 3	Remoción en masa	Azar	Arachis pintoï Krapov. & W.C.Greg. (Mani forrajero) Acacia mangium Willd. (Acacia) Ranunculus acris L.(Boton de oro)
-------------	------------------	------	--

4.11.1 Arreglo florístico en el escenario 1: Se realizó un diseño florístico rectangular de 6,0 x 4,0 m, donde se plantarán individuos a 2,0m de distancia (Figura 5) y otro modulo rectangular de 10.5 x 6,0 m donde se plantarán individuos a 1,5m de distancia, se estableció diferentes especies como *Erythrina edulis*, *Juglans neotropica*, *Ranunculus edulis*, *Baccharis latifolia*, *Caesalpia coriaria* y *Escallonia pendula* (Figura 6).

Primero se plantarán *Ranunculus acris* ya que es una especie de rápido crecimiento y fácil propagación que le ayude al suelo a brindarle una capa de materia orgánica.

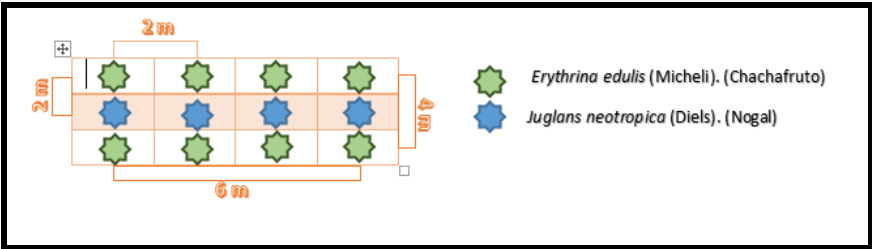


Figura 5. Arreglo Florístico 1 del Escenario 1.

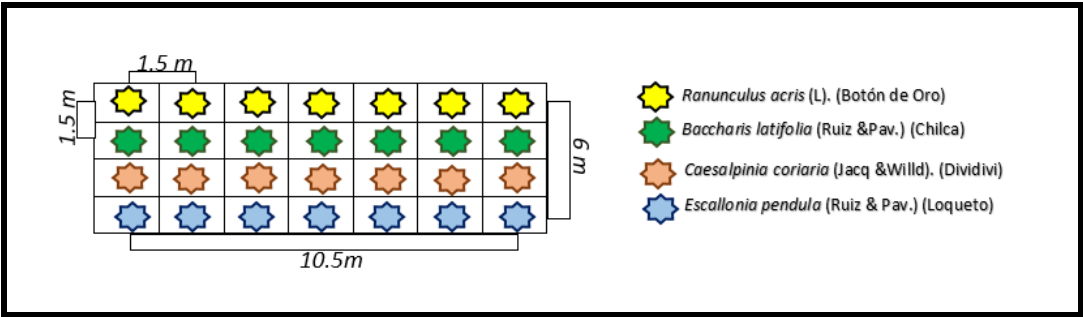


Figura 6. Arreglo Florístico 2 del Escenario 1.

Luego de transcurso de cuatro meses se implementará en el primer módulo la plantación del *Erythrina edulis* ya que es una especie heliófila y de fácil propagación, en el transcurso de unos cinco meses se procederá hacer la plantación de *Juglans neotropica*, ya que es una especie esciofita y necesita que le proporcionen sombra, se elaborara una serie repetitiva de cinco módulos por ese escenario.

Para el siguiente modulo se implementó las especies *Ranunculus acris*, *Baccharis latifolia*, *Caesalpinia coriaria* y *Escallonia pendula*, para este módulo se implementaron una serie repetitiva de seis veces.

4.11.2 Arreglo florístico en el escenario 2: Se realizará un diseño florístico rectangular de 6,0 x 4,0 m, donde se plantarán individuos a 2,0m de distancia (Figura 7) y otro modulo rectangular de 10,5 x 6,0 m donde se plantaran individuos a 1,5m de distancia, se estableció diferentes especies como *Escallonia pendula*, *Cedrela montana*, *Piper aduncun*, *Morella pubescens* y *Acacia melanoxylon* (Figura 8).

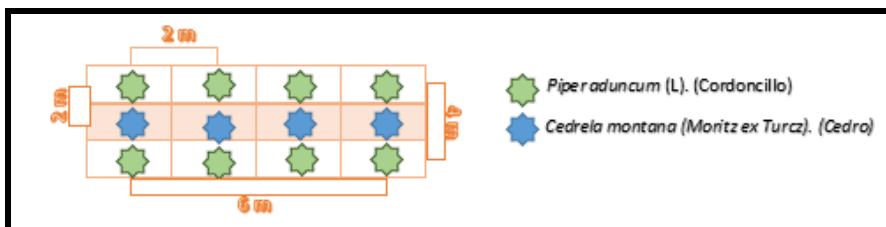


Figura 7. Arreglo Florístico 1 del Escenario 2.

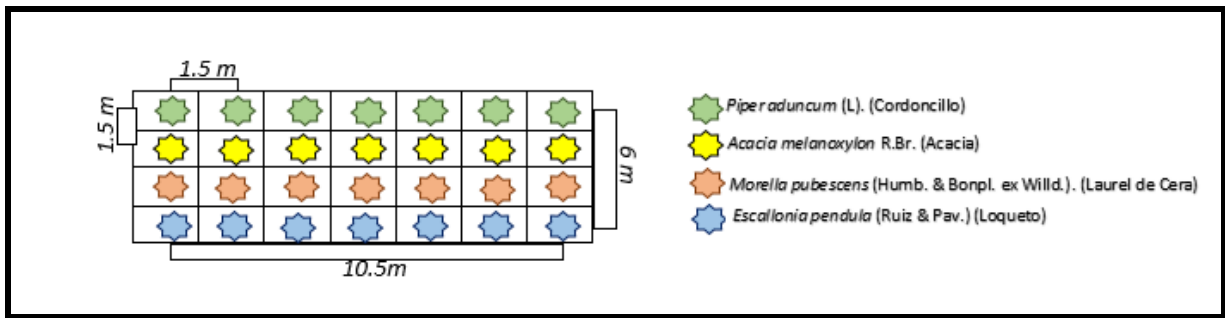


Figura 8. Arreglo Florístico 2 del Escenario 2.

Primero se plantarán *Piper aduncum* ya que es una especie de rápido crecimiento y fácil propagación que le ayude al suelo a brindarle una capa de materia orgánica.

Luego de transcurso de cuatro meses se implementará en el primer módulo la plantación de *Cedrela montana* ya que es una especie esciofita, que necesita presencia de sombra que es la que le brinda la plantación de *Pinus patula*, que se encuentra en ese escenario.

En el transcurso de unos cinco meses se procederá hacer la plantación de *Escallonia pendula*, *Piper aduncum*, *Acacia melanoxylon* y *Morella pubescens*, ese modulo se repetirá seis veces en la zona de estudio.

4.11.3 Arreglo florístico en el escenario 3: Se realizó arreglos rectangulares al azar de 10.5 x 6,0 m, donde se plantarán individuos a 1,5 m de distancia, donde se estableció diferentes especies como; *Ranunculus acris*, *Acacia melanoxylon*, *Arachis pintoii* y *Escallonia pendula* (Figura 9).

Primero se plantarán las especies *Ranunculus acris* y *Arachis pintoii* ya que son especies invasoras y que se adaptan a suelos pobre y degradados debido a que tiene un rápido crecimiento y puede otorgar materia orgánica al suelo para que ayude a recuperar nutrientes y ayude a ser un suelo más fértil.

Luego de siete meses se hace la otra plantación de las especies *Acacia melanoxylon* y *Escallonia pendula* cuando el suelo haya recuperado nutrientes y sea más fértil.

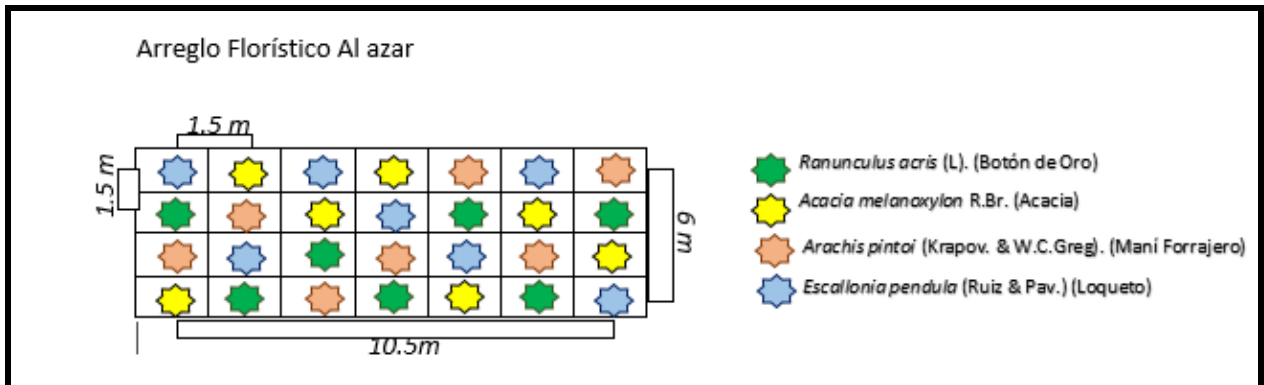


Figura 9. Arreglo Florístico del Escenario 3.

4.12 Objetivos de la restauración

Estos objetivos se van desarrollando mediante la etapa productiva del proyecto, la encontramos en tres fases que son a corto, mediano y largo plazo.

Corto plazo

Mejoramiento estético y visual del entorno.

Mediano plazo.

El control y regulación de flujos de agua.

Reducción de la tasa de sedimentos que llega al cauce.

Recuperación de las interacciones bióticas.

Largo plazo.

Aumento en la cantidad de agua.

Recuperación de hábitat para los animales.

Aumento de la conectividad biótica del cuerpo de agua.

El restablecimiento de corredores de flora y fauna, debido a que en nuestra zona de estudio a sus alrededores encontramos algunos bosques pequeños que se pueden adaptar a ello. (Alcaldía de Bogotá 2014).

4.13 Preparación del terreno

4.13.1 Arreglo del terreno: Limpieza y control manual de parches de especies invasoras ubicados en cada uno de los escenarios.

Limpieza y adecuación de las áreas del cauce invadidas por pasto kikuyo.

Recolección y desalojo de escombros, desechos y otros residuos ajenos a las áreas de ronda.

Recolección y desalojo de los residuos producidos por las labores de preparación del terreno. Serán retirados y les dará disposición final una empresa certificada en el manejo de residuos vegetales.

Trazado, estacado, método y distancia de siembra.

Las líneas de arborización y parches o núcleos de enriquecimiento se trazan y señalan con estacas para facilitar las labores de limpieza y ahoyado.

Los métodos y distancias de siembra fueron explicados en el ítem anterior, de acuerdo al tipo de arreglo florístico empleado en cada uno de los escenarios. (Alcaldía de Bogotá 2014).

4.13.2 Estimación del número de árboles a sembrar: Número de plántulas que se estiman a sembrar en el plan de restauración (Tabla 6).

Tabla 6. Número de Plántulas a sembrar por cada escenario.

No. ESCENARIOS	No. PLANTULAS
Escenario 1	400
Escenario 2	300
Escenario 3	400
TOTAL	1100
Replanteo durante el proceso de restauración del 20%	220
Total del material vegetal requerido	1320

4.13.3 Procedimiento de ahoyado y siembra: Se harán hoyos de dimensiones entre 15-20 cm de diámetro y 15-20 cm de profundidad, de acuerdo al tipo de suelo. El ahoyado se hará por sectores, para facilitar el transporte de los árboles y de la tierra negra, cuando así se requiera. Siendo esta zona de suelos orgánicos, solamente en ciertos sectores se adicionará un sustrato de tierra negra con cascarilla de arroz. En el momento de la siembra, se adicionará un polímero hidro-retenedor que garantice aporte continuo de humedad a los árboles. Esto facilitará las labores de riego que se tienen programadas en épocas de sequía y mientras se desarrolla la restauración (Alcaldía de Bogotá, 2014).

4.13.4 Mantenimiento (Fertilización y control fitosanitario): El mantenimiento, en caso de ser necesario, involucra las labores de fertilización y control fitosanitario, las cuales aseguran el establecimiento definitivo de la plantación. Se contempla un mantenimiento integral a los 60 días después de la siembra.

En los casos de mortalidad del material vegetal se debe realizar resiembra a los 80 días de la siembra. Es fundamental el mantenimiento periódico integral de la plantación, al menos

durante los primeros tres años para garantizar el éxito del proceso de restauración (Alcaldía de Bogotá, 2014).

4.14 Presupuesto general

El presupuesto necesario para desarrollar las actividades a implementar, como la mano de obra requerida, el material vegetal, herramientas, insumos y demás gastos que se generan durante el proceso de restauración (Tabla 7).

Tabla 7. Presupuesto general de la restauración.

CATEGORIA DE INVERSION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
1. COSTOS DIRECTOS				
1.1 MANO DE OBRA				
LIMPIEZA Y ADECUACION DEL SITIO DE PLANTACION	JORNAL	9	30000	270000
TRAZADO	JORNAL	3	30000	90000
AHOYADO	JORNAL	15	30000	450000
APLICACIÓN DE FERTILIZANTES	JORNAL	3	30000	90000
TRANSPORTE DE PLANTULAS	JORNAL	6	30000	180000
TRANSPORTE DE TIERRA Y LLENADO DE HOYOS	JORNAL	6	30000	180000
PLANTACIÓN (SIEMBRA)	JORNAL	3	30000	90000
CONTROL FITOSANITARIO	JORNAL	3	30000	90000
SUBTOTAL MANO DE OBRA		48		\$ 1440000
1.2 INSUMOS				
TIERRA NEGRA	m ³	35	50000	1750000
CASCARILLA DE ARROZ	m ³	6	22000	132000
FERTILIZANTES	kg	50	120000	6000000
HIDRORETENEDOR	kg	30	20000	600000
ESTACA PARA TRAZADO	UNIDAD	100	1000	100000
OTROS DE INSUMOS	GLOBAL			40000

CATEGORIA DE INVERSION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL
SUBTOTAL DE INSUMOS				8622000
1.3 ESPECIES DE PLANTULAS				
<i>Erythrina edulis</i> (Micheli).	UNIDAD	68	500	34000
<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav).	UNIDAD	216	600	129600
<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl).	UNIDAD	50	480	24000
<i>Cedrela montana</i> (Moritz ex Turcz).	UNIDAD	50	650	32500
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav).	UNIDAD	65	450	29250
<i>Arachis pintoi</i> (Krapov & W.C.Greg).	UNIDAD	100	480	48000
<i>Piper aduncum</i> (L).	UNIDAD	50	520	26000
<i>Ranunculus acris</i> (L).	UNIDAD	216	420	90720
<i>Morella adenophora</i> (Hance & J.Herb).	UNIDAD	50	550	27500
<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq & Willd).	UNIDAD	65	480	31200
<i>Acacia melanoxylon</i> (R. Br).	UNIDAD	100	680	68000
<i>Juglans neotropica</i> (Diels).	UNIDAD	70	700	49000
REPLANTEO DURANTE EL PROCESO DE RESTAURACION 20%	UNIDAD	220	600	132000
SUBTOTAL DE ESPECIES DE PLANTULAS		1320		\$ 721770
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 10783770
COSTOS INDIRECTOS				
HERRAMIENTAS	GLOBAL	1	1500000	1500000
TRANSPORTE DE ARBOLES DEL VIVERO AL SITIO DE ORIGEN	COSTO DE VIAJE	1	1000000	1000000
TRANSPORTE DE MATERIA VEGETAL DURANTE LA PREPARACION DEL TERRENO	COSTO DE VIAJE	10	100000	1000000
TRANSPORTE DE INSUMOS Y HERRAMIENTAS	GLOBAL	1	200000	200000
DOTACION DE TRABAJADORES	GLOBAL	1	1000000	1000000
APROVECHAMIENTO (<i>Pinus patula</i>)	UNIDAD	10	50000	500000
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 5200000
TOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS				\$ 15983770
RECOLECCION DE BASURA	GLOBAL			\$ 1000000
SUBTOTAL				\$ 16983770
INPREVISTOS 5%				\$ 849188,5
TOTAL				\$ 17832959

4.15 Plan de monitoreo

El monitoreo y evaluación son efectivos cuando se plantean de manera que respondan a preguntas específicas de objetivos acordados en una sólida colaboración entre investigadores, gestores y la comunidad, a través de variables denominadas indicadores (Tabla8) (Jardel et al, 2011).

La elaboración de un programa de monitoreo y evaluación permite esclarecer la relación entre el estado actual del ecosistema, las acciones de implementación y los resultados esperados (Yoccoz et al, 2001).

Tabla 8. Categoría e indicadores de un plan de monitoreo.

Categoría del monitoreo	INDICADOR
Objetivos inmediatos	Control de erosión y mejorar el sustrato
	Calidad y cantidad de agua
	Supervivencia y crecimiento de la vegetación
	Cobertura vegetal
	Composición de la vegetación
	Control de invasoras
Resultados a mediano plazo	Carbono y nutrientes
	Sucesión secundaria
	Reproducción de la vegetación
	Recuperación de Hábitat y la fauna
	Especies
Resultados a largo plazo	Cambios estéticos en el paisaje
Resultados sociales e institucionales	Percepción de la comunidad
	Gestión interinstitucional
Control de disturbios	Disturbios o presencia de asentamientos

Algunos autores recomiendan hacer las mediciones de las variables al menos trimestralmente durante el primer año, luego cada año hasta los cinco años y luego cada cinco años como largo plazo (Herrick et al, 2005).

Se recomienda que la medición de variables asociadas a la composición florística de las comunidades vegetales (composición y estructura) se acompañen de la evaluación de variables relacionadas con atributos o indicadores (Figura 9) ecológicos asociados a la estabilidad del suelo (erosión), a funciones hidrológicas (escorrentía superficial) y de integridad biótica (rasgos funcionales de fácil medición) (Herrick et al, 2006).

Tabla 9. Indicadores de un plan de monitoreo.

Metas	Indicadores		
	Protección del suelo y fertilidad	Estructura de la vegetación	Autenticidad Biológica
Corto plazo	Aumento en la cobertura del suelo, con plantas vivas o residuos vegetales.	Sobrevivencia de las plantas sembradas	Aumento en la cobertura, biomasa o abundancia en plantas nativas o reducción de la cobertura, abundancia o biomasa de plantas exóticas.
Mediano plazo	Aumento en la materia orgánica, carbono orgánico, actividad biológica, estabilidad de agregados o retención de humedad en el suelo.	Sobrevivencia de plantas sembradas. Cambios en la distribución diamétrica y de alturas de la vegetación, área basal, cobertura de dosel, densidad de estratos foliares, densidad de tallos y volumen total de vegetación.	Cambio en el número de especies nativas que se establecen a partir de la regeneración natural.
Largo plazo	Cambios en los parámetros físicos y químicos del suelo.	Cambios en la distribución diamétrica y de alturas de la vegetación, área basal, densidad de estratos foliares, densidad de tallos y volumen total de vegetación.	Reemplazo de especies pioneras y secundarias por especies tolerantes a la sombra. Aumento en el número de especies de plantas epífitas.

4.16 Taller de Sensibilización

Taller de sensibilización sobre la importancia de la restauración ecológica en el municipio de San José de Miranda con un grupo de estudiantes del Instituto Isidoro Miranda Morantes.

El objetivo de esta actividad fue sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia del cuidado y conservación de los ecosistemas ya que se han visto afectados o degradados por causas diversas, entre las cuales se pueden mencionar los cultivos ilícitos, el uso inadecuado del suelo para las actividades agropecuarias, la minería ilegal y las especies invasoras que ha disminuido la capacidad de los mismos.

La educación ambiental es un proceso que dura toda la vida y que tiene como objetivo impartir conciencia ambiental, conocimiento ecológico, actividades y valores hacia el medio ambiente para tomar un compromiso de acciones y responsabilidades que tengan por el fin el uso racional de los recursos y poder lograr así un desarrollo adecuado y sostenible.

Por lo anterior se hace necesario que los jóvenes hagan parte activa de estos procesos de sensibilización y concientización del cuidado y preservación del medio ambiente.

4.16.1 Procedimiento que se implementó en el taller de sensibilización: Se seleccionó un grupo de estudiantes (36) del Instituto Isidoro Miranda Morantes del municipio de San José de Miranda (Santander), donde se encuentra la zona de estudio del proyecto de grado.

El tema central fue la restauración ecológica y su importancia para las comunidades del municipio.

La estrategia pedagógica utilizada fue por medio de una presentación en Power Point. Se interactuó con los estudiantes de acuerdo a la temática de cada diapositiva con el fin de profundizar y generar conciencia en ellos sobre las temáticas vistas.

Se generó un espacio para inquietudes y preguntas al respecto.

A través de la actividad realizada se pudo evidenciar la motivación de los estudiantes por el tema dado que hicieron preguntas muy interesantes sobre la temática vista.

Para nosotros como estudiantes de Ingeniería Forestal fue gratificante el interés que mostraron los estudiantes a la actividad realizada.

5. Conclusiones

Tras la caracterización de factores y variables, la valoración de sus impactos y la priorización de actividades se formuló el plan de restauración ecológica sobre tres escenarios, identificados de menor a mayor impacto, así mismo se describen los componentes de influencia directa, se presenta una descripción detallada de los estos y su respectivo estudio químico de suelos, donde se puede identificar la concentración de los elementos mayores y menores para cada uno de ellos.

Se observó tras el estudio químico del suelo realizado en cada uno de los escenarios, que las deficiencias de elementos mayores como menores son muy similares sin importar que sean tres escenarios de suelo totalmente diferentes.

La vegetación nativa existente alrededor de la cuenca la quebrada Los cojos, es limitada principalmente por la ganadería ya que altera la dinámica de la regeneración del ecosistema natural.

6. Recomendaciones

La estrategia para asegurar el proceso de restauración y su efectividad es comprometer a la comunidad en la elaboración ejecución y seguimiento para así generar conciencia sobre los beneficios y servicios ecosistémicos que se pueden obtener con la protección de estas áreas e implicándolos en el cuidado de las especies nativas. Es de vital importancia generar las competencias en los jóvenes del significado de los recursos naturales para asegurar la conservación de los mismos, involucrarlos en proyectos relacionados con la educación ambiental. Resulta preponderante establecer un mayor control sobre las actividades ganaderas desarrolladas en la zona de estudio, con el fin de garantizar el éxito de la restauración, de igual forma se debe incluir un programa de monitoreo que incluya el seguimiento y la evaluación de la plantación a mediano plazo para tener en cuenta un periodo de adaptabilidad y transformación de tres años. Establecer un control documental del avance y desarrollo del proceso a fin de mantener las actividades de forma cronológica, evidenciable y correctiva que permita a un futuro hacer la extensión del modelo hacia otras áreas de la sub-cuenca en estudio que evidencia parámetros comportamentales similares. La agroecología regional se encuentra altamente intervenida y afectada por procesos humanos y naturales que modifican negativamente el ecosistema con las influencias directa en lo ambiental y lo socioeconómico; se requiere profundizar en la atención inmediata de estas alteraciones partiendo de los etnográfico, ecológico, agroecológico y socioeconómico de forma aplicada para así lograr un impacto más allá del diagnóstico.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Local de Usaquén (2014) – Diseño de Restauración Ecológica Quebrada Moraci. Recuperado de <https://quebradasusaqueen.files.wordpress.com/2014/07/disec3b1os-de-restaurac3b3n-para-la-quebrada-moracc3ad.pdf>.
- Alcaldía De San José De Miranda (2003) – Santander. Plan de Ordenamiento Territorial.POT. Recuperado de: http://www.sanjosedemiranda-santander.gov.co/informacion_general.shtml.
- Arenales, Alba Y Anaya, Florencia (1998). Diagnóstico y reforestación de las micro-cuencas del Arenal y los Anayas de la vereda potrero de Rodríguez, municipio de Molagavita. Recuperado de: https://notinet.com.co/verdes_impuesto.php?taxesdep=4676.
- Callejas Moreno, Luis Y Rodríguez, Néstor. (1986). Plan de protección, conservación y manejo del micro-cuenca que surte al acueducto del municipio de san José de Miranda. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal. Málaga, Colombia.
- Cano, Zamudio, N. y Vargas, O. (Eds.). (2006). Recuperar lo nuestro. Una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria en predios del Embalse de Chisacá, localidad de Usme, Bogotá, D.C. Bogotá: Editorial Gente Nueva. Recuperado de: https://www.academia.edu/23657334/Recuperar_lo_Nuestro._Una_experiencia_de_restauraci%C3%B3n_ecol%C3%B3gica_con_participaci%C3%B3n_comunitaria_Colombia_.
- García R., A. Pauchard, L. Cavieres, E. Peña & M. Rodríguez. (2010). El fuego favorece la invasión de *Teline monspessulana* (Fabaceae) al aumentar su germinación. Revista Chilena de Historia Natural. V.83: 443–452. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2010000300011.
- Garibello Peña, (2003). Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación. Guía metodológica. Bogotá D.C.: Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de: <https://lac.wetlands.org/wp->

content/uploads/sites/2/dlm_uploads/2017/05/M%C3%B3dulo-Manejo-y-Restauraci%C3%B3n-de-Ecosistemas.pdf.

Grubb P.J. (1985). Plant population and vegetation in relation to habitat, disturbance and competition: problems of generalization. White J. Ed. *The Population Structure of Vegetation*, Dr W. Junk, Dordrecht, Holanda. pp. 595-621.

Benedicto Vargas Larreta (2013) Manual de mejores prácticas de manejo forestal para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas templados de la región norte de México: Comisión Nacional Forestal. Periférico Poniente. Recuperado de: http://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF.

Guevara, (2014). Evaluación ambiental estratégica para cuencas prioritarias de los Andes colombianos: dilemas, desafíos y necesidades. Bogotá Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá Acta Biológica Colombiana, 19 (1) pp. 11-24

Herrera, Leidy, (2017).Evaluación del estado actual y caracterización de las zonas de recarga hídrica del municipio de San José de Miranda de Santander Colombia. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal. Málaga, Colombia.

J.J. Campos, F. Alpízar, R. Madrigal, B. Louman. Enfoque integral para esquemas de pago por servicios de ecosistemas forestales. Recuperado de: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/96>.

López Archila, Carlos Y NIÑO, (1993). Benjamín. Diagnóstico del proceso erosivo que afecta el nacimiento y capacitación de agua de acueducto de san José de Miranda. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Programa de Ingeniería Forestal. Málaga, Colombia.

Medina, M. H. Orozco & C. Díez. (2008). Establecimiento de un sistema silvopastoril mediante las especies *Alnus acuminata* H.B.K. y *Acacia melanoxylon* y respuesta al empleo de organismos rizosféricos en San Pedro (Antioquia). Colombia. Livestock Research for Rural Development: 20 (1) . Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd24/9/lazo24160.htm>.

- Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/263304494_Restauracion_ecologica_de_bosques_tropicales_veinte_anos_de_investigacion_academica.
- Muñoz Jorge Y Acosta Israel, (2005) Proyecto Forestal para la Cuenca del Río Chinchiná Departamento de Caldas. Recuperado de: <http://www.fao.org/forestry/12077-0e9dadce99f02474339f5e5c17abe1fc1.pdf>.
- Ministerio del Medio Ambiente (1996). Política de bosques. Santafé de Bogotá. Colombia MINAMBIENTE : DNP: UPA. documento CONPES No. 2834. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Políticas/555_politica_de_bosques.pdf.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Plan de Acción Nacional de Biodiversidad. Bogotá. Colombia: MINAMBIENTE. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Plan-de-Accion/3368_estrategia_5_restauracion.pdf
- Quiceno, M. & M. Medina. (2006). La *Acacia melanoxylon* fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. Bogota. Colombia. Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd24/9/lazo24160.htm>.
- Roa, Jule, (2000). Protección de los afloramientos que surten el acueducto de San José de Miranda y la vereda Tequia. Recuperado de: http://sanjosedemirandasantander.micolombiadigital.gov.co/sites/sanjosedemirandasantander/content/files/000021/1015_acuerdo-015-de-2016--pdt-san-jose-de-miranda.pdf.
- Sociedad para la Restauración Ecológica y Grupo Internacional de Trabajo de Ciencia y Política. (2004). El Manual Internacional SER Sobre Restauración Ecológica. EE.UU: SER Recuperado de: http://c.ymcdn.com/sites/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser_primer.pdf.
- Triana Max Y Valencia Otoniel. (2018). Plan para el manejo ambiental de la micro-cuenca "quebrada la resaca" municipio de Belén de los Andaquies Caquetá. Colombia. Recuperado de: <http://www.fao.org/forestry/12077-0e9dadce99f02474339f5e5c17abe1fc1.pdf>

- Vargas O. (2007). Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque Alto andino. Bogotá. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <file:///E:/proyecto%201/marco%20teorico/vargas%20restauracion.pdf>
- Vargas Ríos, Orlando. (2018). Restauración Ecológica: Biodiversidad y Conservación. Bogotá. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <file:///E:/proyecto%201/marco%20teorico/ecologia%20de%20la%20restauracion>.
- Walker .L.R. Margalef y la sucesión ecológica. Recuperado de: <file:///E:/proyecto%201/marco%20teorico/sucesion%20ecologica.pdf>.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2014). «Frenar el cambio climático». Madris. España: OEI. Recuperado de: <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=13>

Apéndices

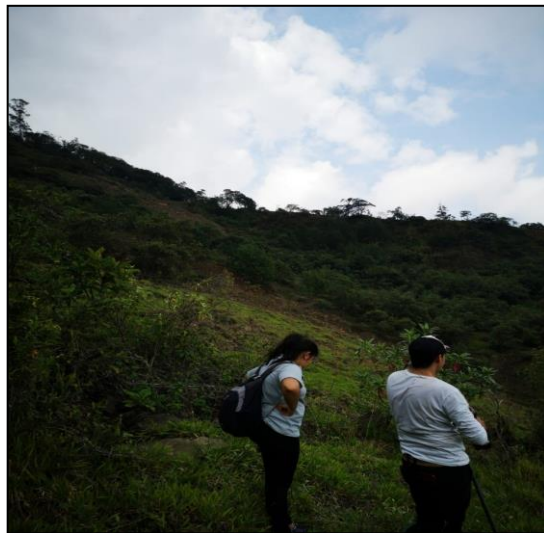


Apéndice A. Concientización del plan de reforestación.

ASISTENCIA DOCENTES – ESTUDIANTES			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: CONSENTIZACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN			
RESPONSABLES: SERGIO RICARDO SIERRA JOYA – ROSSI PAOLA UYABAN PATIÑO			
FECHA: 16/10/2019			
NP	NOMBRES Y APELLIDOS	PROFESION	NÚMERO DE CEDULA
1	Luz Mantua Cruz	Estudiante	1100503239
2	Diana Suarez Rodriguez	Estudiante	1100503239
3	Silvia Cruz Contreras	Estudiante	1100503239
4	Kevin Salazar Rivera	Estudiante	1100503239
5	Luna Carcedo Ruiz	Estudiante	1096941886
6	Maria Alejandra Ramirez Pineda	Estudiante	1100503239
7	Yaritza Patricia Sierra Contreras	Estudiante	1100503239
8	Geisela Fernanda Espinosa	Estudiante	1100503239
9	Laura Gutierrez	Estudiante	1096941886
10	Valentina Gutierrez Marin	Estudiante	1096941886
11	Valentina Gutierrez Marin	Estudiante	1096941886
12	Angel Rosa	Docente	1096941886
13	David Alvaro Higuera	Estudiante	1096941886
14	Yolanda Patricia Jara	Estudiante	1100503239
15	Yolanda Patricia Jara	Estudiante	1100503239
16	Yolanda Patricia Jara	Estudiante	1100503239
17	Daisy Diana Jara Uribe	Estudiante	1100503239
18	Daniela Alejandra Contreras	Estudiante	1100503239
19	Daniela Alejandra Contreras	Estudiante	1100503239

ASISTENCIA DOCENTES – ESTUDIANTES			
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: CONSENTIZACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN			
RESPONSABLES: SERGIO RICARDO SIERRA JOYA – ROSSI PAOLA UYABAN PATIÑO			
FECHA: 16/10/2019			
NP	NOMBRES Y APELLIDOS	PROFESION	NÚMERO DE CEDULA
1	Wendy Vanessa Flores Bodega	Estudiante	1100503239
2	Geisela Fernanda Espinosa	Estudiante	1100503239
3	Kevin Salazar Rivera	Estudiante	1100503239
4	Natalia Rodriguez Vilamir	Estudiante	1096941886
5	Geisela Fernanda Espinosa	Estudiante	1100503239
6	Kevin Salazar Rivera	Estudiante	1100503239
7	Luisa Jara	Docente	63391010
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

Apéndice B. Listado de Asistencia de la práctica de concientización.



Apéndice C. Toma de muestras para Análisis químico del suelo.

A

B

C



Apéndice D. Visualización de los diferentes tipos de escenarios.

- A. Escenario 1.**
- B. Escenario 2.**
- C. Escenario 3.**

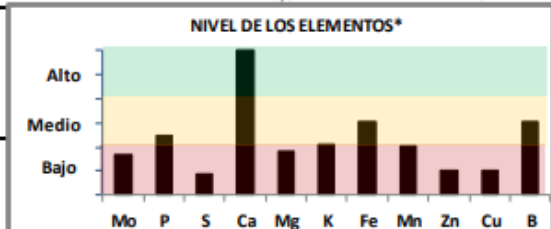
DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH	Unidades de pH	VC_R_004 Versión 03	7,01	NEUTRO
Conductividad eléctrica	dS/m	NTC 5596:2008	1,42	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	g /100 g	Walkey & Black	2,67	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	VC-R-007 Versión 02	21,85	MEDIO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	146,54	ALTO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol _{1/2} /kg	KCl	ND	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _{1/2} /kg	KCl	ND	
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	11,72	ALTO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	1,40	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	0,20	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	<0,14	BAJO
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	cmol _{1/2} /kg	Suma de cationes	13,45	MEDIO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	75,90	ALTO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	4,63	BAJO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	1,52	MEDIO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0,25	MEDIO
SATURACION DE BASES	Saturacion de Calcio	87%	Alto	
	Saturacion de Magnesio	10%	Bajo	
	Saturacion de Potasio	1%	Bajo	
	Saturacion de Sodio	1%	Normal	
	Saturacion de Aluminio	ND	ND	
RELACIONES IÓNICAS	Relacion Ca/Mg	8,4		
	Relacion (ca+Mg)/K	67,2		
	Relacion Mg/K	7,2		
	Relacion Ca/B	9444		

Apéndice E. Estudio Químico del Suelo en el Escenario 1.

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH	Unidades de pH	VC_R_004 Versión 03	7,13	NEUTRO
Conductividad eléctrica	dS/m	NTC 5596:2008	0,21	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	g /100 g	Walkey & Black	2,57	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	VC-R-007 Versión 02	23,56	MEDIO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	3,84	BAJO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol _{1/2} /kg	KCl	ND	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _{1/2} /kg	KCl	ND	
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	11,17	ALTO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	0,88	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	0,16	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _{1/2} /kg	ID-R-072 Versión 5	<0,14	BAJO
Capacidad de intercambio cationico (CICE)	cmol _{1/2} /kg	Suma de cationes	12,35	MEDIO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	79,25	ALTO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	7,45	MEDIO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	<1,00	BAJO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0,27	MEDIO
SATURACION DE BASES	Saturacion de Calcio	90%	Alto	NIVEL DE LOS ELEMENTOS* Alto Medio Bajo Mo P S Ca Mg K Fe Mn Zn Cu B
	Saturacion de Magnesio	7%	Bajo	
	Saturacion de Potasio	1%	Bajo	
	Saturacion de Sodio	1%	Normal	
RELACIONES IÓNICAS	Saturacion de Aluminio	ND	ND	
	Relacion Ca/Mg	12,6		
	Relacion (ca+Mg)/K	74,4		
	Relacion Mg/K	5,5		
	Relacion Ca/B	8320		

Apéndice F. Estudio Químico del Suelo en el Escenario 2.

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH	Unidades de pH	VC_R_004 Versión 03	7,20	NEUTRO
Conductividad eléctrica	dS/m	NTC 5596:2008	0,21	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	g /100 g	Walkey & Black	3,43	BAJO
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	VC-R-007 Versión 02	23,44	MEDIO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	4,39	BAJO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol ₊ /kg	KCl	ND	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol ₊ /kg	KCl	ND	
Calcio intercambiable (Ca)	cmol ₊ /kg	ID-R-072 Versión 5	9,61	ALTO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol ₊ /kg	ID-R-072 Versión 5	1,08	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol ₊ /kg	ID-R-072 Versión 5	0,21	MEDIO
Sodio intercambiable (Na)	cmol ₊ /kg	ID-R-072 Versión 5	< 0,14	BAJO
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	cmol ₊ /kg	Suma de cationes	11,03	MEDIO
Hierro disponible (Fe) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	38,18	MEDIO
Manganeso disponible (Mn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	5,12	MEDIO
Zinc disponible (Zn) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	< 1,00	BAJO
Cobre disponible (Cu) Olsen	mg/kg	NTC 5526:2007	< 1,00	BAJO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0,31	MEDIO
SATURACION DE BASES	Saturacion de Calcio	87%	Alto	
	Saturacion de Magnesio	10%	Bajo	
	Saturacion de Potasio	2%	Bajo	
	Saturacion de Sodio	1%	Normal	
	Saturacion de Aluminio	ND	ND	
RELACIONES IÓNICAS	Relacion Ca/Mg	8,9		
	Relacion (ca+Mg)/K	51,3		
	Relacion Mg/K	5,2		
	Relacion Ca/B	6228		



Apéndice G. Estudio Químico del Suelo en el Escenario 3.