

**FORMULACIÓN DE ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN
ZONAS DE RECARGA HÍDRICA PARA DAR VIABILIDAD A LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN VIVERO FORESTAL DE MATERIAL VEGETAL
NATIVO EN EL MUNICIPIO DE YACUANQUER, DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

CAROLINA SOFÍA MONTILLA HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SAN JUAN DE PASTO, NARIÑO

2018

FORMULACIÓN DE ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN ZONAS
DE RECARGA HÍDRICA PARA DAR VIABILIDAD A LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
VIVERO FORESTAL DE MATERIAL VEGETAL NATIVO EN EL MUNICIPIO DE
YACUANQUER, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

CAROLINA SOFÍA MONTILLA HERNÁNDEZ

*Trabajo de modalidad Pasantía, presentado como requisito para optar por el título de Ingeniera
Ambiental*

Asesor de pasantía empresarial

Ph. D. Jesús Antonio Castillo Franco

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
SAN JUAN DE PASTO, NARIÑO

2018

Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
2. Justificación.....	11
3. Objetivos.....	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. Marco conceptual	14
4.1. Degradación y fragmentación del bosque altoandino	14
4.2. Sucesión ecológica y restauración activa	15
4.3. Antecedentes nacionales de la restauración ecológica.....	17
4.4. Monitoreo y seguimiento al proceso de restauración.....	19
5. Marco legal y normativo.....	21
6. Metodología.....	25
6.1. Caracterización ambiental del área de estudio	25
6.2. Estrategia de restauración ecológica	26
6.2.1. Determinar el ecosistema de referencia.....	26
6.2.2. Definir el estado actual del ecosistema.....	26
6.2.3. Definir escalas, niveles y objetivos de implementación.....	27
6.2.4. Determinar jerarquías de disturbios.....	27
6.2.5. Definir el potencial de restauración de la zona de estudio.	27

6.2.6.	Selección, propagación y manejo de especies para restauración.....	28
6.2.7.	Formular el diseño de restauración.....	28
6.3.	Proceso de involucramiento de la comunidad.....	29
7.	Actividades	30
8.	Cronograma de actividades	32
9.	Resultados y discusión de resultados.....	35
9.1.	Caracterización de la zona de estudio	35
9.1.1.	Caracterización biofísica de la zona de estudio.	35
9.1.2.	Establecimiento del ecosistema potencialmente restaurable.	51
9.2.	Estrategia de restauración para el bosque altoandino del municipio de Yacuanquer	52
9.2.1.	Determinación del ecosistema de referencia.....	52
9.2.2.	Evaluación del estado actual del ecosistema.	53
9.3.	Escalas y niveles de restauración	57
9.4.	Definición en la jerarquía de disturbios	58
9.5.	Determinación del potencial de regeneración	59
9.6.	Selección, propagación y manejo de especies para restauración	62
9.6.1.	Selección de especies.....	62
9.6.2.	Propagación y manejo de especies seleccionadas.....	64
9.6.3.	Taller de propagación y manejo de especies para el personal involucrado en la operación y manejo del vivero.	67

9.7.	Acciones de restauración ecológica potencialmente aplicables en la zona.....	70
9.7.1.	Siembra de especies niñeras facilitadoras.....	70
9.7.2.	Formación de núcleos activos de dispersión y facilitación.....	71
9.7.3.	Siembra de especies arbustivas nativas atraentes de polinizadores y dispersores.....	73
9.7.4.	Regeneración natural.	73
9.7.5.	Ampliación de bordes utilizando bancos de plántulas y retoños.	74
9.7.6.	Instalación de perchas artificiales para aves.	75
9.7.7.	Disturbios experimentales que inicien la sucesión.	76
9.8.	Proceso de involucramiento de la comunidad.....	76
9.8.1.	Recorridos de reconocimiento en campo con comunidades locales y personal experto	76
9.8.2.	Formación y sensibilización ambiental para el personal involucrado en la operación y manejo del vivero.	78
9.9.	Consolidación de la participación comunitaria	80
10.	Conclusiones	83
11.	Recomendaciones	85
12.	Referencias bibliográficas.....	86

Lista de tablas

Tabla 1. Zonas de propiedad del municipio para conservación del recurso hídrico 47

Tabla 2. Especies propicias para la restauración de la zona de estudio 62

Lista de figuras

Ilustración 1. Marco procedimental de desarrollo 25

Ilustración 2. Socavones por minería ilegal - municipio de Yacuanquer..... 54

Ilustración 3. Ampliación de frontera agrícola y pecuaria. 56

Ilustración 4. Vivero forestal subregional - municipio de Yacuanquer. 67

1. Introducción

La gestión de la conservación del bosque en el territorio es un “patrimonio” forestal que implica trabajo permanente de carácter comunitario (social) y técnico. Las actividades de restauración ecológica o ambiental están orientadas a garantizar una reposición de los servicios ambientales de los bosques, en especial su diversidad biológica, la conservación del suelo, de las cuencas y la regulación climática (Moreno y Moreno, 2016).

Uno de los temas abordados por la Gobernación de Nariño, es la restauración ecológica. Desde el año 2012 se comenzaron a desarrollar iniciativas orientadas a la recuperación de las funciones ecológicas de ecosistemas degradados, principalmente en el área rural, con el fin de mejorar las condiciones de las microcuencas que, en muchos casos, abastecen los acueductos veredales (Camacho y Galeano, 2015) y conservan los recursos naturales de una determinada zona.

Las áreas de recarga hídrica presentan una elevada importancia para los ecosistemas y los seres que los habitan. El recurso hídrico en el departamento de Nariño, se ha visto ampliamente afectado por invasiones humanas que han incluido tala de bosques, pérdida de sistemas forestales, reducción en las relaciones ecosistémicas y en la biodiversidad, mala disposición y acumulación de residuos domésticos y agrícolas, entre muchos otros que representan amenazas para las microcuencas. Es por lo anterior que, este proyecto se ve enfocado en la importancia de la restauración de los ecosistemas en áreas de recarga o abastecimiento hídrico, como factor fundamental en el mejoramiento de la calidad del recurso que está disponible para comunidades ubicadas aguas debajo de las áreas disturbadas natural y antropológicamente; además de la recuperación del bosque húmedo, incremento en las migraciones y mejoramiento de las relaciones ecosistémicas.

El manejo de ecosistemas a través de conservación y restauración ecológica toma fuerza cada día como solución para revertir procesos de degradación de ecosistemas y pérdida acelerada de biodiversidad. Ya no basta conservar y proteger áreas representativas, sino que se debe aprender a restaurar paisajes, ecosistemas, comunidades y poblaciones de plantas y animales, para garantizar sustentabilidad de sistemas naturales, seminaturales y sociales, y de esta forma garantizar la disponibilidad de servicios ambientales regionales, los cuales mantienen las economías funcionando. Ecosistemas como los páramos y de bosques nativos, son vitales para el mantenimiento de economías regionales por la producción de agua para agricultura y bienestar humano de alta calidad (Vargas, 2011a).

En virtud de lo anterior, la Gobernación de Nariño busca contribuir al progreso de esta visión estratégica que garantice el desarrollo progresivo de las regiones y, fundamenta el uso de los viveros forestales como un elemento en la obtención, comercialización colaborativa basada en el intercambio de bienes y, la producción de plantas incrementando la productividad y disponibilidad forestal como medio de conservación de los afluentes hídricos a través del mantenimiento de los predios adquiridos por el departamento y/o los municipios.

Es decir, el presente proyecto se propone como modelo para la formulación de las actividades requeridas a la hora de restaurar un ecosistema de alta montaña disturbado, a partir de la viabilidad que le otorgue la construcción de uno (1) de los 14 viveros forestales para la restauración ecológica en municipios estratégicos del departamento de Nariño. Dichas estructuras, buscan generar un impacto local (municipio de Yacuanquer) y regional (subregión Centro) significativo para el desarrollo en la mitigación del cambio climático y la conservación de los recursos naturales en áreas de recarga hídrica.

La experiencia de este proyecto se presenta ante la necesidad de demostrar que la producción vegetal de material nativo en viveros forestales o mixtos, conduce a una idea de conservación y restauración de las fuentes hídricas y, involucramiento y apropiación del territorio y los recursos naturales de las zonas, por parte de las comunidades locales; quienes serían las mayores beneficiarias.

Para su realización, se tendrá en cuenta información secundaria del municipio para la etapa de caracterización, guías de restauración ecológica sobre técnicas y estrategias que se consideren referentes nacionales e internacionales, planteamiento del proyecto de viveros forestales presentado por la Gobernación de Nariño, esquemas de monitoreo posibles para el ecosistema y escenarios que permitan el involucramiento de los actores municipales en el proyecto.

2. Justificación

El presente proyecto se realizó con la finalidad de proponer la implementación de acciones de restauración ecológica como complemento a la construcción de un vivero forestal para producción de material vegetal nativo, que contemple la unión de esfuerzos de las entidades municipales con las departamentales; en priorización de la inversión en áreas de importancia ecosistémica como las de recarga hídrica contempladas por la ley 99 de 1993 y el decreto 953 de 2013; ideando medidas de operación de los viveros forestales que, contemplen el involucramiento de las comunidades en la restauración y recuperación de las fuentes hídricas que garantizan el abastecimiento del importante recurso en los acueductos veredales y/o municipales, así como en la recuperación de semillas nativas y especies faunísticas propias de la zona.

El municipio de Yacuanquer tiene un área de 111 Km² de extensión y se encuentra ubicado en la Zona Amortiguadora Galeras (ZSSG), cuenta con 22 veredas, así como también la cabecera municipal. El municipio, se considera como rico en reservas hídricas debido a que su territorio se encuentra a las faldas del Volcán Galeras lo que genera una buena calidad del agua en sus quebradas, pero la destrucción de sus recursos naturales por la expansión de la frontera agropecuaria, la obtención de productos forestales para diferentes usos, las frecuentes quemas generalizadas de pastos, rastrojos y bosques en todo su territorio, y las explotaciones mineras ilegales en su mayoría y sin medidas de protección y conservación de los recursos naturales, afectan el área total de las microcuencas, ocasionando graves daños a todo el ecosistema (Plan Municipal de Desarrollo, 2016).

El proyecto denominado “CONSTRUCCIÓN DE 14 VIVEROS FORESTALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN MUNICIPIOS ESTRATÉGICOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO QUE PERMITAN GENERAR UN IMPACTO REGIONAL

SIGNIFICATIVO PARA EL DESARROLLO EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA”, busca aportar al desarrollo de esta visión estratégica en dos supuestos principales: las fuerzas que causan la degradación son reversibles en alguna medida y, la restauración ecológica repara y garantiza la suerte futura de los hábitats y poblaciones sobrevivientes.

Los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo (Cervantes *et al.*, 2012). En virtud de lo anterior surge la necesidad de realizar actividades cuyo propósito fundamental sea un proceso de análisis, reflexión y aplicación de cuatro componentes que interrelacionados generan el concepto y el abordaje de la restauración ecológica (Temperton *et al.*, 2004): dinámico, histórico, territorial y social.

A través del vivero (de producción equivalente a 100.000 para el municipio de Yacuanquer), se busca avanzar en procesos de restauración ecológica en zonas que requieran intervención ante disturbios naturales y antrópicos de gran magnitud; enfatizando en las áreas estratégicas que abastecen de agua los acueductos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Formular actividades de restauración ecológica en zonas de recarga hídrica para dar viabilidad a la implementación de un vivero forestal de material vegetal nativo en el municipio de Yacuanquer, departamento de Nariño.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Caracterizar ambientalmente el municipio de Yacuanquer y evaluar la zona potencial en protección de fuentes hídricas para formulación de actividades de restauración ecológica.

3.2.2. Proponer acciones de restauración ecológica para el municipio de Yacuanquer, que permitan al ecosistema reestablecer algunas condiciones ambientales predisturbio.

3.2.3. Establecer enlaces con los actores sociales del municipio, en el marco del tema ambiental para promover el manejo sustentable de los recursos forestales de las microcuencas.

4. Marco conceptual

4.1. Degradación y fragmentación del bosque altoandino

De acuerdo con Romero (2012):

“El bosque alto-andino en Colombia se presenta como una franja de tierra ubicado entre 2.800 y 3.200 metros de altitud; está compuesto por árboles de gran porte, con un dosel continuo y la presencia de vegetación estratificada, el cual se distingue por su amplia diversidad biológica de plantas como: el raque, encenillo, mortiño, canelo, romero, aliso y varios familiares del sietecueros. Son predominantes los musgos, los helechos y los líquenes, al igual que las orquídeas y las bromelias que son parte integral de estos ecosistemas; ellos aportan el color, las texturas y nichos particulares, propias del bosque nativo. También llamada selva andina y bosque de alta montaña, cumple funciones específicas como son la regulación del flujo hídrico que descende de los páramos y la acumulación y administración de sus nutrientes. Por esto crecen árboles hasta de 15-20 metros de alto que resguardan y alimentan una amplia y muy importante variedad de especies animales y vegetales”.

La fragmentación y la degradación del hábitat generan cambios en la estructura y función de los ecosistemas (Debinski & Holt 2000). Los bosques altoandinos de Colombia fueron duramente afectados por los procesos de colonización en el país, como el aumento de la frontera agrícola, el pastoreo intensivo, la tala selectiva, la tala raza y la construcción de infraestructura. A dichos procesos se han sumado en la actualidad, el cambio climático, la minería, la introducción de especies invasoras, la plantación de especies exóticas, los incendios forestales y la paramización (Rodríguez et al, *citado por Cano y Cuellar*, 2017). Como consecuencia de las anteriores afectaciones se ha generado una alta fragmentación y degradación ecosistémica.

La degradación genera procesos de cambio perjudiciales para ciertas propiedades del ecosistema boscoso, disminuyendo la funcionalidad, reduciendo la riqueza en diversidad, (Victorino *citado por Cano y Cuellar*, 2017) y disminuyendo el valor de la producción de los bienes y servicios forestales. Es aquí donde el proceso de degradación responde al fenómeno de perturbación y puede ser de origen antrópico o de origen natural (Obstler *citado por Cano y Cuellar*, 2017). La degradación ecosistémica se presenta cuando se han perdido ciertos elementos fundamentales por causa de los disturbios que le impiden al ecosistema recuperarse de manera espontánea hasta su estado anterior. Los ecosistemas degradados en su gran mayoría toman trayectorias diferentes a los del ecosistema de referencia (Barrera et al. *citado por Cano y Cuellar*, 2017). Cuando el ecosistema está bien desarrollado (clímax), es más resistente a los disturbios y logra autoregenerarse.

4.2. Sucesión ecológica y restauración activa

Para Cano y Cuéllar (2017):

“La sucesión ecológica es un proceso dinámico que se encarga de estudiar cómo varían los ecosistemas y cómo se desarrollan los procesos de estabilidad en un intervalo del tiempo. Dicho proceso abarca la siguiente secuencia: roca desnuda, líquenes, hongos, helechos, pastos, arbustos, matorrales y árboles (López et al., 2006). En este sentido, la restauración ecológica es sinónimo de sucesión asistida. La sucesión ecológica, de acuerdo a las particularidades iniciales del área, puede ser clasificada como primaria o secundaria, buscando que ambas lleguen a un estado homeostático¹”.

¹ El autor se refiere a *homeóstasis ecológica*, definido como el estado de equilibrio establecido a lo largo del tiempo y dentro de los umbrales que mantiene al sistema ecológico funcionando en balance (Sarmiento, 2000).

Para Vargas *citado por* García (2016), los ecosistemas luego de la presencia de disturbios ecológicos, tienden a recuperarse por sí solos, siempre y cuando no existan tensionantes o barreras que limiten el proceso de regeneración natural; razón por la cual antes de iniciar un proceso de recuperación, se deben determinar dichos tensionantes y una vez eliminados se da inicio a la restauración pasiva; sin embargo cuando los daños al ecosistema han sido muy fuertes estos pierden su capacidad para recuperarse por sí solos. En ese punto se deben iniciar actividades de restauración asistida en la cual el insumo principal es el conocimiento de las causas de impacto, duración, conocimiento de las condiciones ambiental regionales, entre otras.

La restauración ecológica se define como “el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido”. Un ecosistema se ha recuperado – y restaurado – cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional. Este ecosistema se podrá mantener tanto estructural como funcional-mente (SER, 2004).

Para definir las metas en el proceso de restauración existen tres niveles que permiten determinar a donde se pretende llegar: a) La restauración ecológica: llevar el ecosistema a la misma o similar condición a la que se encontraba antes de que se presentaran los impactos. Al final del proceso, el sistema debe ser autosostenible y el objetivo principal del área recuperada se debe orientar a la preservación de las especies y del sistema en general, la regulación hídrica, la regulación de la erosión y el almacenamiento de la materia orgánica; b) La rehabilitación ecológica: llevar o no, al ecosistema a un estado similar al de antes del impacto. El sistema debe ser autosostenible para prestar otros servicios diferentes al de la preservación de las especies, entre los cuales está la oferta de maderas y otras materias primas, recreación pasiva, regulación hídrica, regulación de la erosión y almacenamiento de la materia orgánica; c). La recuperación

ecológica: el sistema puede no ser autosostenible ni similar al existente antes de los impactos y su único propósito es recuperar áreas degradadas ecológicamente, para diferentes usos al de la conservación como la recreación activa y pasiva, uso agrícola y pecuario, y oferta de materias primas, entre otros (Barrera et. Al citado por García, 2017).

4.3. Antecedentes nacionales de la restauración ecológica

De acuerdo con Guariguata y Murcia (2014):

“A nivel nacional se formalizó la experiencia en 1998, con dos documentos de política. El primero fue el “Plan Estratégico para la Restauración Ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia, Plan Verde, Bosques para la Paz”, conocido como ‘Plan Verde’, preparado para “generar las bases para involucrar la restauración ecológica, la reforestación con fines ambientales y comerciales y la agroforestería en el ordenamiento ambiental territorial”. La meta del Plan era restaurar 245.000 hectáreas, de un total estimado de 52 millones de hectáreas que tenían niveles ‘moderados’ o ‘altos’ de degradación (Ministerio de Medio Ambiente de Colombia, 1998). El segundo documento que se produjo en 1998, fue “Colombia, Biodiversidad Siglo XXI”, una propuesta técnica para la formulación de un Plan Nacional en Biodiversidad (Fandiño y Ferreira Miani 1998), que contenía nueve líneas estratégicas, una de las cuales era la restauración ecológica (Murcia *et al.*, 1998). Este documento tenía un enfoque ecológico para la recuperación de la biodiversidad y contemplaba explícitamente la recuperación de servicios ecosistémicos (suelos y agua) (Murcia *et al.*, 1998)”.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ha formulado políticas, planes y estrategias, entre ellas el Plan Estratégico para la Restauración y el Establecimiento de Bosques en Colombia del año 1998 (Plan Verde); la Guía Metodológica para la Restauración de

Ecosistemas en el 2003, en 2006 el Protocolo de Restauración de Coberturas Vegetales afectadas por Incendios Forestales; la Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos de 2012, en la cual se fundamenta el manejo de la biodiversidad a partir de acciones de preservación, uso sostenible, conocimiento e información y restauración ecológica (Murcia y Guariguata, 2014).

El Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia viene desarrollando desde 2006 su estrategia de restauración, la cual involucra la participación comunitaria y la mitigación de las diferentes presiones a las que están sometidas sus áreas protegidas. La estrategia cuenta con lineamientos técnicos, metodológicos, sociales y jurídicos para su implementación. La Escuela de Restauración Ecológica de la Universidad Javeriana se ha dedicado a la formación de profesionales en el tema de la restauración ecológica y ha liderado la creación de la Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) (Parques Nacionales de Colombia, 2012).

El Plan Nacional de Restauración, Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas es un documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia 2012b), que tiene por objetivo “orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas, que conlleven a la distribución equitativa de beneficios, a la conservación de la diversidad biológica y a la sostenibilidad y mantenimiento de bienes y servicios ambientales, en un marco de adaptación a los cambios globales”. Este plan está diseñado para ser desarrollado en tres fases. La primera, de planificación, busca (a) profundizar el conocimiento sobre las áreas perturbadas y establecer propuestas para su restauración, (b) promover la generación de beneficios mediante la participación a lo largo de la implementación y (c) desarrollar estrategias de restauración para las áreas prioritarias a través de proyectos piloto y de gran escala enfocados

en la conservación de la diversidad biológica, la sostenibilidad y los servicios ambientales. La segunda fase, se enfoca en desarrollar la capacidad técnica mediante proyectos piloto y desarrollo de guías y protocolos e incluye un módulo de desarrollo de instrumentación normativa para la ejecución del Plan Nacional de Restauración. La tercera fase, se enfoca en la implementación a gran escala en las áreas priorizadas, el monitoreo de los proyectos y el seguimiento a la gestión y la implementación de un sistema de información (Aguilar y Ramírez, 2016).

4.4. Monitoreo y seguimiento al proceso de restauración

De acuerdo con Aguilar y Ramírez, 2015:

“Dentro de un proceso de restauración ecológica, el monitoreo consiste en el seguimiento y evaluación continuos de los cambios que experimenta el ecosistema bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicados. Este monitoreo constante tiene como objetivo final asegurar el éxito en la restauración ecológica del ecosistema, ya que brinda la información necesaria para evaluar y ajustar las prácticas de restauración, de modo que puedan ser modificadas en cualquier momento; de esta manera, si los resultados obtenidos en los tratamientos aplicados son negativos o indeseables, dichos tratamientos se modifican o detienen; por el contrario, si se obtienen resultados positivos, estos tratamientos se continúan, multiplican, y si es posible, se mejoran.

Bajo este esquema, un programa de monitoreo bien diseñado, actuará como una herramienta para asegurar el éxito de la restauración ecológica, pues garantiza la posibilidad de que el proyecto se adapte a los cambios observados en el ecosistema a lo largo del proyecto de

restauración, de modo que se tomen a tiempo las medidas necesarias para alcanzar los objetivos planteados.

Bajo este enfoque, para asegurar la restauración del ecosistema, es evidente que el diseño del programa de monitoreo debe realizarse en el mismo momento en el que se plantean los objetivos de la restauración y se planean los tratamientos que serán aplicados. De esta manera, un monitoreo ecológico efectivo se entiende como un proceso que acompaña al proceso de restauración desde el diagnóstico del estado actual del ecosistema, y continúa durante la implementación de los tratamientos y el desarrollo de los mismos, terminando en el momento en que se considera que el ecosistema ha recuperado su integridad ecológica.

Uno de los puntos importantes a tener en cuenta al diseñar el programa de monitoreo, es que existen dos tipos de monitoreo relevantes en restauración ecológica: el monitoreo de implementación o de corto plazo y el monitoreo de efectividad o de largo plazo. El monitoreo de implementación permite determinar si la estrategia de manejo implementada está cumpliendo con el objetivo propuesto, lo cual se logra a través del análisis de la respuesta del sistema ecológico a escalas espaciales y temporales pequeñas. En el monitoreo de efectividad se busca determinar si se cumplió con el objetivo último de la restauración, mediante análisis realizados a escalas espacio-temporales más grandes. En este monitoreo se evalúa si los principales patrones y procesos ecológicos del ecosistema se recuperaron. La información obtenida en este monitoreo, permite además redefinir los objetivos de restauración ecológica y ajustar la estrategia de manejo.

5. Marco legal y normativo

A partir la Constitución Política de 1991 se reconoció que el Estado colombiano y la sociedad en general son responsables de la prevención, control de factores de deterioro ambiental, reparación de los daños causados y restauración o sustitución de áreas con especial importancia ecológica que se hayan degradado. Por otra parte, desde ese momento se empieza a reconocer la necesidad de invertir en la restauración de los recursos naturales degradados para reincorporarlos a la cadena de bienes y servicios que la sociedad requiere (Aguilar y Ramírez, 2016).

El artículo 2º de la Constitución Política, establece que son fines esenciales del Estado el servir a la comunidad, garantizando la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución. “Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares”. Así mismo, el artículo 2º de la Constitución Nacional establece: “Son fines esenciales del Estado: Servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución”, fines que se desarrollan a través de los diferentes Entes Territoriales, entre ellos el Departamento de Nariño, cuyas funciones están dirigidas a promover la participación comunitaria, el mejoramiento social, económico y ambiental de sus habitantes, así como el cumplimiento de las demás funciones que le asigne la Constitución Política, en su artículo 287 y las leyes correspondientes.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 113 y 288 de la Constitución Nacional, los diferentes órganos del Estado tienen funciones separadas, pero colaborarán armónicamente para la realización de sus fines, igualmente las competencias atribuidas a los distintos niveles

territoriales serán ejercidas conforme a los principios de coordinación, concurrencia y subsidiaridad. El Departamento de Nariño es un ente territorial, con autonomía, que ejerce funciones de coordinación y complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la constitución y las leyes, de conformidad con el artículo 298 de la Constitución Política de Colombia.

A partir de la adopción de la legislación ambiental, como el Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (dictado por el Decreto-ley 2811 de 1974), en el que se busca la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de estos y la máxima participación social, para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional (Aguilar y Ramírez, 2016); así como la ley 99 de 1993, que establece la importancia de la zona de páramos, subpáramos, biodiversidad, suelo, aire y demás recursos naturales, en sus principios generales. Adicionalmente, fomenta la incorporación y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

Por su parte el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, modificado por el art. 210, de la Ley 1450 de 2011 que a su vez fue reglamentado por el Decreto Nacional 953 de 2013, establece lo concerniente a la adquisición de áreas de interés para acueductos municipales y manifiesta además, que los departamentos y municipios dedicarán un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de dichas zonas ecológicamente estratégicas para el abastecimiento de agua, además de otros servicios ecosistémicos y para financiar esquemas de pago por servicios ambientales.

Es importante resaltar que el Decreto 870 del 25 de mayo de 2017 que complementa la Ley 99, Artículo 111, modificado por la Ley 1450, del año 2011 y del Decreto Reglamentario No 953 del año 2013, en lo pertinente al Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación, en su Artículo 19 consagra: “Otros incentivos a la conservación: se refieren a los estímulos establecidos en la ley que pueden otorgar personas públicas o privadas, a quienes adelantan acciones de conservación en términos de preservación, restauración o uso sostenible con relación a la vocación del suelo y de la biodiversidad en las áreas y ecosistemas estratégicos, que contribuyan a la construcción de la paz. Estos incentivos podrán complementarse con el incentivo de pago por servicios ambientales”. En esencia, los viveros pueden funcionar no sólo como fuente productora de material vegetal, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés, con la finalidad de propiciar la formación de bancos temporales de germoplasma y plántulas de especies nativas que permitan su caracterización, selección y manejo.

En la actualidad existen varios documentos nacionales de gestión de la biodiversidad que se relacionan clara y directamente con la restauración ecológica; entre ellos se destacan la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), que plantea la necesidad de adelantar acciones que fortalezcan la protección y la restauración de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos. Esta política, puntualmente, la Meta 15 propone la restauración del 15 % de los ecosistemas estratégicos nacionales degradados (Aguilar y Ramírez, 2016).

El Plan de Desarrollo “Nariño Corazón del Mundo” 2016-2019 busca promover procesos de mitigación y adaptación climática en el departamento de Nariño el cual, es severamente vulnerable ante los efectos del cambio climático. Sin embargo, Nariño ofrece las potencialidades

y posibilidades de demostrar ser un ejemplo de resiliencia y recuperación ecosistémica en el país y a eso se orienta la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible, creada a través del Decreto 151 del 14 de Abril de 2016, la cual lidera la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas ambientales del Departamento, encaminadas a la promoción del ambiente y el desarrollo sostenible; fortaleciendo las acciones amigables con el ambiente, a través del desarrollo de programas y proyectos en los distintos municipios del Departamento. Es así, como se encuentran registrados en el banco de programas y proyecto de inversión del Departamento de Nariño el proyecto denominado “RESTAURACION DE LA COBERTURA NATURAL EN ÁREAS DE RECARGA HIDRICA A TRAVÉS DE PROCESOS DE ADQUISICIÓN DE PREDIOS, MANTENIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES”.

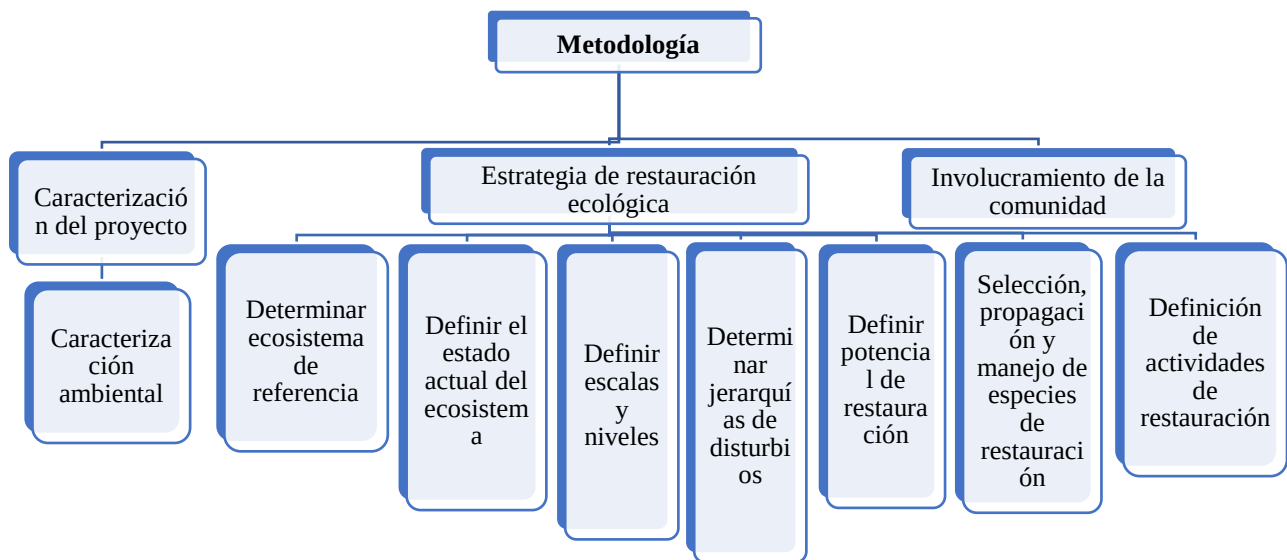
Así mismo, el Plan Municipal de Desarrollo “Yacuanquer con Equidad”, busca a través de la dimensión ambiental, propiciar condiciones de sostenibilidad entre el ambiente y la comunidad del municipio de Yacuanquer, articulando el uso apropiado de los recursos naturales e insertando la gestión integral del riesgo de desastres, como tema transversal en la ejecución de proyectos e iniciativas.

6. Metodología

Teniendo como objetivo general “formular actividades de restauración ecológica para dar viabilidad a la implementación de un vivero forestal de material vegetal nativo en el municipio de Yacuanquer, departamento de Nariño”; este trabajo considera una metodología cualitativa, basada principalmente en el análisis de una serie de procesos que aporten a la definición de las actividades de restauración ecológica de zonas degradadas propias de la zona de estudio; de tal manera, que permita establecer las relaciones entre la orientación de los procesos y la ruta en la que se encuentran dirigidos, teniendo en cuenta las diferentes dimensiones que deben implicar y los factores de tensión que deben considerarse en procesos de este tipo (Vargas, 2011).

El marco procedimental que regirá este proyecto, estará enfocado de acuerdo a la figura 1:

Ilustración 1. Marco procedimental de desarrollo



Fuente: El autor, 2019

6.1. Caracterización ambiental del área de estudio

La caracterización ambiental de la zona, busca realizar una descripción general ambiental del proyecto, con el fin de poner en contexto las características ambientales de la zona de estudio que aborda los atributos climáticos, geológicos, hídricos, edáficos, forestales y faunísticos, lo que finalmente, permite determinar el área que se piensa restaurar y las actividades ecológicas pertinentes.

La información será obtenida a partir de información secundaria consolidada para el ordenamiento del municipio; sin embargo, también se realizarán visitas técnicas y acompañamiento a la comunidad para identificar la diversidad de los procesos ambientales.

6.2. Estrategia de restauración ecológica

Los pasos a seguir para la determinación de las acciones que se podrán aplicar en la restauración ecológica del municipio de Yacuanquer, con el conocimiento de que se ha instalado un vivero forestal de especies nativas, serán algunos pasos de los determinados por Vargas et al. (2007), así:

6.2.1. Determinar el ecosistema de referencia.

El ecosistema de referencia será determinado a partir de la caracterización ambiental del municipio y la definición de las zonas de vida de Holdridge, de acuerdo a las características particulares definidas para el ecosistema escogido.

6.2.2. Definir el estado actual del ecosistema.

De acuerdo con Vargas et al. (2007), se hace una evaluación previa del ecosistema, y se evalúan sus condiciones actuales. En esta fase se empieza a tener evidencia del problema para poder precisar posteriormente los objetivos de restauración. El estado actual del ecosistema se debe determinar en términos de su integridad ecológica: composición de especies, estructura y función. Es necesario iniciar la comprensión del área, en el contexto regional del ecosistema.

Además, menciona que en el caso de las áreas protegidas es necesario tener información de sus categorías de conservación (nacionales, departamentales, municipales) y su relación con las áreas vecinas (zonas de amortiguación).

6.2.3. Definir escalas, niveles y objetivos de implementación.

Dentro de los ecosistemas se presentan múltiples procesos los cuales operan a diferentes escalas regulando la composición de especies y la estructura y función del ecosistema. Las escalas son temporales y espaciales. Los proyectos de restauración ecológica abarcan diferentes niveles de organización desde poblaciones de especies, comunidades, ecosistemas y paisajes. En cada nivel se deben definir claramente los objetivos porque cambia la escala, puede ser regional, local o de parcela (Vargas et al., 2006).

La definición de las escalas, los niveles y los objetivos de implementación, se realizarán de acuerdo a las necesidades y al estado actual del ecosistema, en el que se evalúen las características a las que debe ser sometido el medio para lograr la restauración requerida.

6.2.4. Determinar jerarquías de disturbios.

La jerarquía de disturbios, se establecerá de acuerdo a las condiciones y los tensionantes que se evalúen en el ecosistema a intervenir. De acuerdo con Vargas et al. (2012), los principales disturbios naturales son: deslizamientos, vulcanismo, huracanes, tormentas, lluvias y vientos fuertes, inundaciones, heladas, cambio climático (fenómeno del Niño), fuego, sequía y procesos erosivos, disturbios producidos por animales y fuegos naturales. Por su parte, los disturbios antrópicos se relacionan con ganadería y agricultura, minería, deforestación, quemas, la construcción de obras civiles (embalses, oleoductos y carreteras), explotación de especies, siembra de especies forestales exóticas e invasiones biológicas.

6.2.5. Definir el potencial de restauración de la zona de estudio.

Para la determinación del potencial de restauración de la zona de estudio, se deberá tener en cuenta el tipo de vegetación sucesional; de especies pioneras y/o de sucesión tardía, que se tienen en el ecosistema. En este caso, se determinará a partir de información aportada por bibliografía y el acercamiento a la comunidad local, que será la de mayor conocimiento en el territorio.

Para Vargas et al. (2012), algunas de las trayectorias sucesionales pueden servir como ecosistema o comunidad de referencia y es importante conocer muy bien su composición de especies, estratificación y los mecanismos de regeneración de las especies: bancos de semillas, bancos de plántulas, bancos de retoños y los mecanismos de dispersión en el paisaje.

6.2.6. Selección, propagación y manejo de especies para restauración.

Teniendo en cuenta como factor importante, el de adoptar la implementación de un vivero forestal subregional en el municipio de Yacuanquer, para el establecimiento del proceso de restauración ecológica; se debe tener en cuenta la participación comunitaria que el mismo genere, con respecto al conocimiento local. Las especies que serán seleccionadas para el proceso de restauración, serán especies arbóreas que se encuentren dentro del proceso sucesional del ecosistema nativo; expresado en el potencial de regeneración del mismo.

En este paso, se debe determinar la forma de la propagación y manejo de las especies. El manejo se puede considerar de acuerdo a las especies seleccionadas, las formas y características de propagación, los lugares a restaurar y los costos de producción.

6.2.7. Formular el diseño de restauración.

El diseño de restauración que será usado para la zona de estudio, estará determinado por una adecuación de tipos de restauración espontánea (pasiva) y asistida (activa) para las comunidades locales, a partir del Plan Nacional de Restauración y la Guía Metodológica para la Restauración Ecológica de Ecosistemas Estratégicos del Territorio Guáitara (CORPONARIÑO et al., 2016).

Esto, con la finalidad de que las actividades sean realizadas en compañía de la comunidad interesada en los procesos ambientales del municipio, así como de dinamizar las labores institucionales del municipio y las entidades que contribuyen con el componente y la reducción de los impactos ambientales generados por las actividades regulares de sus habitantes.

6.3. Proceso de involucramiento de la comunidad

El proceso de involucramiento de las comunidades locales, se distribuirá entre los encargados del vivero (por parte de la alcaldía municipal), los habitantes cercanos a las fuentes hídricas, las asociaciones, agremiaciones, organizaciones, juntas de acción comunal, juntas administradoras de acueducto, entidades estatales, ONG's, instituciones educativas, y demás, que deseen involucrarse en la toma de decisiones ambientales sobre las zonas de conservación y el área de amortiguamiento; y que a su vez, tengan interés en la aplicación de procesos de educación ambiental enfocada en la protección y cuidado de fuentes hídricas y manejo sostenible de los recursos naturales.

7. Actividades

7.1. Actividades objetivo 1

Caracterizar ambientalmente el municipio de Yacuanquer y evaluar la zona potencial en protección de fuentes hídricas para formulación de actividades de restauración ecológica.

Actividades:

- ✓ Recolección de información secundaria requerida para la caracterización ambiental
- ✓ Visitas de campo para recolección de información de la zona de estudio
- ✓ Descripción ambiental de la zona
- ✓ Reconocimiento de áreas potencialmente restaurables
- ✓ Presentación de informes

7.2. Actividades objetivo 2

Proponer actividades de restauración ecológica para el municipio de Yacuanquer, que permitan al ecosistema reestablecer algunas condiciones ambientales predisturbio.

Actividades:

- ✓ Definición de las actividades potencialmente aplicables para la zona de estudio
- ✓ Recorridos de reconocimiento en campo con comunidades locales y personal experto para identificar impactos ambientales, disturbios y actividades de restauración para el área
- ✓ Proposición de actividades de restauración aplicables para el ecosistema de referencia identificado.
- ✓ Jornadas de supervisión para la producción y propagación de plantas en el vivero forestal de material vegetal nativo

- ✓ Realización de informes

7.3. Actividades objetivo 3

Establecer enlaces con los actores sociales del municipio, en el marco del tema ambiental para promover el manejo sustentable de los recursos forestales de las microcuencas.

Actividades:

- ✓ Jornadas de supervisión sobre la producción y propagación de plantas en el vivero
- ✓ Realización de un foro sobre recursos naturales para establecer la participación de la comunidad
- ✓ Taller sobre manejo sustentable de los recursos forestales e importancia del recurso hídrico para la comunidad
- ✓ Establecimiento de análisis con actores ambientales importantes en el municipio, así como de instituciones educativas que permitan la formación en temas relacionados a la importancia de la conservación de los recursos naturales y la problemática actual
- ✓ Capacitación a participantes interesados, en restauración de zonas de abastecimiento hídrico con el apoyo de expertos
- ✓ Capacitación en el vivero con el personal propio y experiencias exitosas
- ✓ Apoyo en la realización de un taller de economía colaborativa
- ✓ Sistematización de información
- ✓ Realización de informes

8. Cronograma de actividades

[illegible]

comunidades locales y personal experto para identificar impactos ambientales, disturbios y actividades de restauración para el área										
Elaboración de cronograma de planificación de actividades en producción de especies forestales y restauración de zonas seleccionadas										
Jornadas de supervisión para la producción y propagación de plantas en el vivero forestal de material vegetal nativo										
Realización de un foro sobre recursos naturales para establecer la participación de la comunidad										
Taller sobre manejo sustentable de los recursos forestales e importancia del recurso hídrico para la comunidad										
Establecimiento de análisis con actores ambientales importantes en el municipio, así como de										

[illegible]

9. Resultados y discusión de resultados

9.1. Caracterización de la zona de estudio

9.1.1. Caracterización biofísica de la zona de estudio.

El Municipio de Yacuanquer, está situado en la región andina y propiamente en el centro sur – oriente del Departamento de Nariño, se asienta en las estribaciones de la cordillera centro – oriental sobre las faldas del costado sur del Volcán Galeras y es parte de la Cuenca del Pacífico Sur. Tiene una extensión territorial de 111 km² y respecto al meridiano de Greenwich se localiza a 01° 07' 07" de latitud norte y a 77° 24' 18" de latitud oeste; su altitud se encuentra sobre los 2.670 m.s.n.m. Sus 21 asentamientos se encuentran ubicados desde los 1.850 hasta los 2.850 m.s.n.m. Dista a 25 km de la ciudad de San Juan de Pasto, comunicados por la vía Panamericana y también por la vía Circunvalar al Galeras.

El Municipio de Yacuanquer disfruta de una gran variedad de clima que va desde el templado a frío e inmediaciones de páramo. Presenta una humedad relativa que oscila entre el 73% y el 82%.

Yacuanquer presenta ecosistemas que van desde el páramo hasta las asociaciones y formaciones bióticas propias de los valles interandinos cálidos y semi – cálidos comprendidos estos en el ancho de la cuenca del Río Guáitara, que constituye otra de las manifestaciones típicas del hábitat en esta región. En él se observa a primera vista, hacia la parte sur, una composición geográfica y orográfica dominada por afilados escarpes que flanquean fértiles terrazas donde se asientan caseríos y haciendas que conforman exclusivos “nichos” gran valor paisajístico.

En cuanto al fenómeno erosivo, el exceso de lluvia ayuda a erosionar los suelos, sin embargo, sus efectos en el municipio no han sido desastrosos, debido a la pendiente suave del terreno, a la

cobertura vegetal (pastos) que se presentan en la región, al inadecuado manejo del suelo y del bosque.

9.1.1.1. *Relieve.*

El suelo de este municipio está formado a partir de las rocas depositadas en la tierra por la erupción de los volcanes y posterior enfriamiento de la lava que de ellos salió. Esta lava se compactó y las rocas quedaron expuestas a la acción de los elementos atmosféricos, los cuales ocasionaron modificaciones en su configuración, las rocas se partieron por los cambios bruscos de temperatura en fracciones más pequeñas, sobre las cuales las plantas ejercieron su acción.

De acuerdo con el EOT municipal (2014):

“El territorio municipal de Yacuanquer está ubicado al occidente de la cordillera centro-oriental, la cual no forma una simple alineación montañosa, sino que de ella parten ramificaciones en diversas direcciones motivadas no solo por la erosión fluvial sino también por la estructura geológica. Las unidades geomorfológicas se agruparon en dos categorías. La primera denominada en forma general origen del relieve que involucra una forma general (montaña, valle) y un proceso externo mayor que le dio origen, ya sea denudación, deposición, sedimentación o mixto. La segunda tiene que ver con la morfología específica o si es el caso con la composición dentro de dicha morfología.

En el municipio de Yacuanquer se presentan de manera general tres unidades diferenciadas por su origen y forma general: estructural, deposicional y deposicional-denudacional. El relieve estructural está conformado por laderas estructurales y los taludes y escarpes; el deposicional lo conforman el campo morreico (sector paramuno) y las terrazas fluvivolcánicas (La Estancia, Mohechiza, Tacuaya, Arguello y Zaragoza). Las formas mixtas deposicional-denudacional lo

integran: los coluvios de remoción (Minda, Tasnaque, La Cocha e Innatas) y los valles coluvio aluviales de las Palmas y San Rafael”.

9.1.1.2. Zonas de vida

Las zonas de vida son espacios ecológicos distintivos, donde se representa un hábitat distintivo, desde el punto de vista ecológico, a fin de un estilo de vida diferente, donde están interactuando ecosistemas y biomas. En el Municipio hace presencia el páramo subandino (p-SA), Bosque húmedo montano (bh – M), Bosque húmedo montano bajo (bh – MB), bosque seco montano bajo (bs – MB), bosque seco pre montano (bs – PM) que presentan distintos tipos de intervención, descritos por el EOT municipal (2014), así:

Unidad Páramo Subandino (p-5 A): Está situada en la parte más alta del municipio, entre los 3600 y 4000 m.s.n.m., comprende áreas de las veredas Mejía, El Rosario y San Felipe y tiene una superficie de 405-0 Has que representan el 3.90% del área municipal. Esta unidad es fría y húmeda, con temperaturas menores de 6°C, propensa a cambios meteorológicos bruscos; casi siempre cubiertas por la niebla, con abundantes precipitaciones (1400 mm) y azotada por los vientos. Los días fríos acompañados de neblina y lluvias pueden alternar con otros despejados, soleados y cálidos, pero las noches son siempre frías. La vegetación natural actual, está representada por una formación vegetal herbácea, constituida por especies de chite, mortiño, cortadera, frailejón, sixe, helechos, loma y grama natural. Las condiciones climáticas extremas hacen que esta unidad no sea apta para ningún uso agrícola y ganadera; sin embargo, son muy importantes todas las recomendaciones orientadas a su protección y conservación.

Unidad Altoandino Húmedo o Subpáramo – Bosque Húmedo Montano (bh-M): Localizada entre los 3.200 y 3.600 m.s.n.m. forma una franja de relieve ondulado, quebrado y fuertemente quebrado; incluye sectores de las veredas San Felipe, El Rosario, San José de Córdoba y la Aguada, con un área total de 747—0 has equivalentes al 7.20% del área municipal. Corresponde a la zona de transición denominada subpáramo situada entre el bosque andino y el páramo propiamente dicho. Las condiciones climáticas son un poco similares, a las del páramo es decir con alta pluviosidad, nubosidad constante y alta humedad, presenta una temperatura entre 6°C y 10°C. La vegetación natural está constituida por arbustos y árboles como encinillas, cedrillo, cucharo, sietecueros, pumamaque, arrayanillo, encino, aliso, motilón y cujaco; estas especies son las más explotadas ya sea con cortes selectivos para fines comerciales o corte total para la fabricación de carbón, o como leña para uso doméstico.

Unidad Andino Húmedo –Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB): Es la unidad que mayor extensión presenta en el territorio municipal con un área de 4.285-5.600 has correspondientes al 41.5% del total; comprende áreas de las veredas Aguada, Mejía, San José de Córdoba, El Rosario, San Felipe, Mohechiza Alto, Chapacual y la Guaca. Al igual que en las regiones de páramo, en esta unidad se presentan condiciones similares en la distribución de lluvias, aunque su intensidad en las épocas de invierno es ligeramente mayor. En los meses de verano se presenta fuertes vientos acompañados de continuas lloviznas. Las temperaturas son bajas con promedios de 12°C, las cuales determinan poca evapotranspiración, creando un ambiente de constante humedad; así mismo, las temperaturas oscilan bastante entre el día y la noche; en épocas de verano estas disminuyen hasta 0°C, originando heladas. Los datos climatológicos regionales se registran en las estaciones de Sindagua y Nariño, según estos y por la información de los

moradores se tiene que los meses más lluviosos son: marzo, abril, octubre y noviembre con un promedio mensual de 176 mm siendo el mes de noviembre el más lluvioso. Los meses menos lluviosos se presentan generalmente de diciembre a febrero y junio a agosto con un promedio mensual de 42 mm, presentándose en agosto la menor precipitación, 25mm. En épocas de invierno las lluvias son prolongadas, con bastante humedad y nubes bajas, en cambio en épocas de verano las lloviznas son cortas y acompañadas de fuertes vientos. En condiciones naturales en esta unidad se desarrolla una vegetación de arbustos y bosques bajos, sin embargo, actualmente predominan las praderas con pastizales no manejados y la agricultura con papa, trigo y maíz principalmente.

Unidad Andino Semihúmedo – Bosque Seco Montanobajo (bs-MB): Se localiza en la parte central del municipio y la integran áreas de las veredas la Estancia, Pueblo, Mohechiza Bajo, Taindala Bajo, La Cuchilla y Chapacual, con una superficie de 2.073 Has que equivalen al 20% del total municipal. Esta unidad presenta singulares características climáticas, debido principalmente a la acción de los vientos que vienen del sur del continente, pues al ascender sobre los flancos de las montañas impide la formación de nubes. La distribución de las lluvias es similar a la de toda la zona, pero la intensidad es menor. Los registros climatológicos de la unidad están dados por las estaciones meteorológicas de Sindagua, Tangua e Imués. Los datos de precipitación indican que los períodos de máximas lluvias ocurren de marzo a mayo y octubre a noviembre con un promedio mensual de 101 mm, siendo el mes de noviembre el más lluvioso con un promedio mensual de 144 mm. Las épocas de menor precipitación se presentan en los meses de diciembre a febrero y de julio a agosto este último llamado comúnmente “veranillo”; siendo el mes demás escasas lluvias 20 mm. La temperatura es bastante similar a la del clima frío húmedo, siguen la estación Sindagua es de 13°C, su variación promedia es mínima y como

sucede en las regiones anteriores los cambios bruscos entre la temperatura diurna y la nocturna, hacen que se presenten las heladas en épocas de verano. La vegetación original está ausente; el paisaje lo dominan los cultivos de trigo, cebada, maíz, papa y hortalizas, como también potreros de kikuyo y algunos arbustos esparcidos en relictos de monte y cercas vivas; también en las riberas de las quebradas se observa plantaciones de eucalipto. Las principales especies vegetales presentes son: chilco, lechero, codillo y guanto o borrachero. Entre las especies menores de encuentran lengua de vaca, escabo, cortadera, zarza, venturosa y marco.

Unidad Andino Semiárido – Bosque Seco Premontano (bs-PM): Localizado en la parte baja del municipio, involucra el cañón, taludes y terrazas del Río Guaitara, donde se encuentran las veredas Inantas, Tasnaque, La Cocha, Tacuaya, Minda, Chapacual, Arguello y Zaragoza. La superficie es de 2.831-0 has que corresponden al 27.4% del área municipal. Los registros climatológicos de la unidad están dados por la estación meteorológica de Bomboná. Las lluvias son escasas, pero en los períodos de invierno las precipitaciones son intensas; según los datos climatológicos de la estación Bomboná y por información de los moradores se sabe que los períodos de lluvias ocurren en marzo, abril, mayo, octubre y noviembre. Las épocas de menor precipitación se presentan de diciembre a febrero y julio a agosto. Entre las especies arbustivas se encuentran: Mosquero, Guarango, Carbonero, Pela; entre las herbáceas: Chicharrón, Helecho Común, Zarza.

9.1.1.3. *Hidrología*

En el Departamento de Nariño y en especial en el Municipio de Yacuanquer ha sido constante la acción depredadora de los recursos naturales generada por el desarrollo económico,

lo cual unido a los asentamientos poblacionales, el relieve, la contaminación, uso irracional, etc., limitan los cuerpos y corrientes de agua, que aportan el mayor volumen hídrico a los procesos de producción agrícola, pecuario y de consumo humano dejando como consecuencia la disminución de los caudales en la mayoría de microcuencas y de los acuíferos denominados “ojos de agua”.

La red hidrográfica perteneciente al municipio de Yacuanquer, dado la división política administrativa del Departamento de Nariño, proviene de ecosistemas de páramo del Parque Nacional “Santuario de Flora y Fauna del Galeras”; de los cuales le corresponden en extensión aproximada 845 Ha, que equivale al 9.6% de las 8.886 ha del total de la reserva natural. La hidrografía del municipio, está conformada básicamente por la subcuenca baja del Río Bobo y la subcuenca media del río Guáitara.

La subcuenca Baja del Río Bobo, está conformada por las microcuencas de la Magdalena, la cual se alimenta de la Laguna de Mejía, quien a su vez recibe aguas tributarias de las quebradas Los Lirios, Los Ajos, La Marquesa, El Establo y el Cebadal pertenecientes al municipio de Tangua, todas ellas originarias del Santuario de Flora y Fauna del Galeras.

En la parte alta de la microcuenca esta la quebrada La Aguada que, al aumentar su caudal y oferta hídrica, satisface las necesidades requeridas actualmente por el sector urbano del municipio de Yacuanquer y los asentamientos poblacionales de las veredas la Aguada, Mejía y la Estancia.

La Subcuenca Media del Río Guáitara que, se encuentra conformada por las microcuencas Telpiz – Tasnaque, tiene su nacimiento en la Laguna de Telpiz; además, le tributan cuatro (4) nacientes subterráneos denominados “Ojos de Agua”, que afloran en la vereda de El Rosario. Las nacientes son las microcuencas de Ahumaya, que tiene como afluentes la Quebrada La Guaca y la Quebrada Chorrera Negra, cuyos nacimientos se encuentran en las faldas de la reserva natural;

y Zaragoza, que sirve de límite con el municipio de Consacá y nace en la parte más baja del Santuario de Flora y Fauna del Galeras, y corrientes menores que desembocan directamente al Río Guáitara originados por los socavamientos de las aguas lluvias en tiempos invernales. Entre otras se destacan la Quebrada el Horno, Quebrada Honda, Quebrada El Sanjón, Quebrada la Piedra, Quebrada Calidomia y Quebrada Seca.

En todas las cuencas, la cobertura vegetal y forestal presenta deterioro y problemas relacionados con su extensión territorial, ya que por lo general son pequeños lunares en un determinado lote o área agrícola, y no se le ha dado la importancia de ser zona acuífera y como tal extender su área protectora, generando dificultades por escasez de agua, sobre todo en época de verano. Igualmente, presenta situaciones graves de contaminación por la mala disposición de residuos sólidos y el vertimiento de aguas negras sin tratar.

9.1.1.4. Cobertura y uso del suelo.

De acuerdo con el estudio de vulnerabilidad física y funcional a fenómenos de volcánicos (2009), Yacuanquer cuenta con un 4,5 % de cobertura vegetal, con referencia a su área total. La zona de cobertura vegetal, está distribuida así: 3,15 km² de arbustales y/ matorrales densos (>70 %), 3,26 km² de arbustales y rosetales con herbáceas (<40 %), 0.09 km² de bosques medios y altos (>25 m), 0.7 km² de bosques bajos (<25 m), 9.96 km² de bosques abiertos (40–70 %) con arbustales, 0,38 km² de bosques abiertos (40-70 %) con herbazales, 0,15 km² de bosques abiertos (40-70 %) con rosetales, 0,07 km² con herbazales altos (>50cm) y 0,4 km² con cuerpos de agua.

Una vez analizado las diferentes zonas de influencia de las microcuencas que conforman el sistema hidrográfico del municipio de Yacuanquer, se aprecia que la cobertura vegetal de los diferentes ecosistemas bioclimáticos es escasa en las partes altas donde nacen las aguas; así

mismo los “ojos de agua” o depósitos subterráneos, son pequeños lunares verdes en donde casi no existe protección de flora nativa; también es característica común la nula cobertura verde en las riveras de las quebradas; ya que se observa la manera aislada e interrumpida de plantas nativas. En cambio, la actividad agrícola en monocultivos de maíz, frijol, café, frutales y hortalizas y, pecuaria es muy notoria a lo largo de todo el territorio circundante de estos reservorios.

Por su parte, en las zonas de asentamiento, los usos predominantes son la vivienda, comercio mixto, recreacional e institucional.

Actualmente el casco urbano tiene una superficie de 33-1500 Has que corresponde al 0.32% del área municipal. Los suelos del municipio de Yacuanquer se han venido utilizando en agricultura y en ganadería desde hace muchos años, sin seguir pautas ecológicas y técnicas que permitan la conservación de los mismos, el equilibrio del ecosistema y la obtención de los beneficios económicos; por tal razón se ha deteriorado apreciablemente la calidad del medio en muchas zonas.

9.1.1.5. Flora.

Se determina la existencia de especies representativas de varias comunidades de flora andina, contando que muchas de las especies propias de la región han desaparecido por la acción antrópica y degradación del relieve como movimientos en masa, y el mismo clima.

La flora del municipio, está conformada por formaciones vegetales como el bosque achaparrado (amarillos, mortiños, alisos y canchos). También hay gran variedad de especies de árboles para uso como madera o leña, frutales como el motilón y el capulí y medicinales como el cerote; matorrales conformados por vegetación arbustiva con elementos leñosos y arbustal

rosetal; pastizales y pajonales con predominio de las herbáceas, frailejones rosetales; así como prados, turberas, tremedales o agrupación de plantas cojín, chuscales, rosales y rosetales bajos, entre otros (Estudio de vulnerabilidad física y funcional a fenómenos de volcánicos, 2009).

Para las zonas de alta montaña, se tiene evidencia de vegetación de distinta clase, como guayacanes, quillotoctos, guayacos, plantas forrajeras, quicuyo, orquídeas, gramolotes, poras, fique, guayabos y motilón; así como vegetación arbórea como el arrayán, chaquilulo, chilca, chuchón, copal, cucharo, encino, fragua, laurel, majua, moquillo, mayo, minacuro, mote, motilón, munchiro, palo santo, pilampo, quilo yuyo, rosa, salvio, tarta, tinto (Esquema de Ordenamiento Territorial, 2014).

De acuerdo con el Plan de Acción en Biodiversidad (2006), la zona de páramo está representada por algunas especies de importancia ecológica, así: *Espeletia pycnophylla* (frailejón); *Neurolepis austata*, *Neurolepis aff. acuminatissima*, *Agrostis araucana*, *Agrostis foliata*, *Clamagrostis efusa* (pajonal); *Jamesonia cinnamomea* y *Jamesonia pulcra* (helechos); *Ranunculus guzmanii* (botón de oro); *Azorella aretioides*, *Disterigma empetrifolium*, *Plantago rigida*; *Arcytophyllum nitidum*, *Gunnera magellanica*, *Lupinus alopecuroides* (frijolillo); *Diplostephium floribundum* (romero de páramo); *Weinmannia microphylla* y *Weinmannia balbisiana* (encenillos o encinos); *Podocarpus oleifolius* (pino colombiano), *Quercus humboldtii* (roble); *Myrtus foliosa* (arrayán); *Esperomeles sp* (cerote) y *Alnus jorullensis* (aliso).

9.1.1.6. Fauna.

El recurso fauna, al estar asociado de manera directa con el recurso flora, se comporta de manera similar a este, es decir que en la medida que se afecte las masas boscosas y vegetales en

la misma medida, las especies faunísticas tienden a desaparecer y en otros casos a migrar en busca de condiciones más favorable en donde puedan encontrar su alimento.

Dentro de las poblaciones de especies faunísticas que se encuentran en la región de Yacuanquer y áreas de la zona limítrofe están los siguientes; anotando que algunos animales y aves están en extinción o en vía de ello:

Mamíferos medianos y pequeños de varias especies (venado soche, venado conejo, lobo, pimango (sacha perro), raposa, ardilla, armadillo, conejo, cusumbo, guagua, chucures, pintadilla y guagua de monte, chuchas o zarigüeyas, ratones, zorros, venados, chiguacos y danta de páramo, entre otros.

Nueve especies de aves (pava, colibrí, lorito, zambullidor plateado, pato brasileño, pato pico de oro, pato andino, tororoi media luna, azulejo wetmore), entre otros. Dentro de las especies de colibríes, según Calderón (1998), en Gil (2008) se reportan 13, de las cuales nueve son residentes del área de estudio.

Dos especies de anfibios (rana de lluvia del Galeras y sapito arlequín de Nariño), así como serpientes tierreras, un lagarto collarejo y dos pequeños microteidos, entre otros.

9.1.1.7. *Áreas protegidas.*

Dentro de las áreas protegidas que se identifican en el municipio se encuentra el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG). Para el municipio de Yacuanquer, Parques Nacionales Naturales es autoridad ambiental en 9 veredas: Arguello Alto, Chapacual, El Rosario, La Aguada, La Pradera, Mejía, Mohechiza Alto, San Felipe y Zaragoza que ocupan un área al interior del Santuario de 871 Ha.

El SFF Galeras tiene identificado 8 valores objeto de conservación del área protegida, correspondientes a:

- a. El complejo de lagunas altoandinas del SFF Galeras: Laguna Verde, Laguna Blanca, Laguna Negra, Laguna Telpis y Laguna Mejía.
- b. Microcuencas o Subcuencas abastecedoras de agua, de importancia prioritaria para la zona de influencia: Magdalena, Telpis-Tasnaque, Zaragoza, El Guabal, Cariaco, Barranco y Panchindo, Mijitayo y Miraflores.
- c. Ecosistemas del SFF Galeras: Bosque andino, Bosque altoandino y Páramo.
- d. Poblaciones de venado del género *Mazama* para el Santuario.
- e. Poblaciones de aves indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas.
- f. Especies de flora priorizadas como indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas: *Espeletia pycnophylla* (Frailejón), *Weinmannia mariquitae* (Encino colorado) y *Weinmannia rollottii* (Encino blanco-Guayabillo).
- g. Especies de flora sometidas a presión por uso: *Anthurium sanguineum* (Hoja de monte); *Heliocarpus americanus* (Balso blanco) y *Genoma undata* (Palmas y Palmiches para ramos).
- h. Sitios de valor cultural en el SFF Galeras: Laguna Telpis, Laguna Negra, Volcán Galeras.

9.1.1.8. Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

Dentro de las acciones priorizadas en las RNSC se destaca el aislamiento de las zonas de conservación, la señalización, el mejoramiento de infraestructura para especies menores, incorporación de bancos de proteína, elaboración de abono orgánico, manejo de residuos sólidos

y las huertas para la recuperación de semillas, siembra de alimentos para la soberanía alimentaria de la familia.

En la zona con función amortiguadora el proceso de RNSC se ha convertido además de una alternativa de continuidad de los valores objeto de conservación, en una estrategia de tejido social donde se promueven espacios de intercambio de conocimientos, giras de conocimiento, visitas, intercambio de saberes, productos y semillas donde el protagonista es la familia vecina del Santuario de Flora y Fauna Galeras.

El Municipio de Yacuanquer cuenta con 104 RNSC identificadas, de las cuales únicamente 1 cuenta con un Plan de Manejo y se encuentra registrada ante el RUNAP de la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia.

9.1.1.9. Áreas para la conservación de recurso hídrico.

Con el fin de proteger, recuperar y conservar áreas donde nacen las principales fuentes abastecedoras de acueducto, el municipio ha adquirido los siguientes predios:

Tabla 1. Zonas de propiedad del municipio para conservación del recurso hídrico

No.	Vereda	Nombre del predio	Área del predio (m ²)
1	Chapacual	Chapacual	19.635
2	Chapacual	Chapacual	20.000
3	La Guaca	La Guaca	10.000
4	San José de Córdoba	La Portada	20.000
5	El Rosario	La Ladera	7.200
6	Zaragoza	Parcela No.30	47.983

7	Mejía	Mejía	25.000
8	Chapacual	La Borrachera	12.500
9	La Estancia	Las Mirlas	35.000
10	El Rosario	Santa Rosa	9.167
11	El Rosario	La Rabija	2.847
12	Mohechiza Alto	Ancuaran	4.500
13	Chapacual	Riveros	21.210

Fuente: UMATÁ (2015), *obtenido de Plan de Desarrollo Municipal de Yacuanquer*

9.1.1.10. Nacimientos de agua y su ubicación en la zona protegida del municipio.

El municipio de Yacuanquer es rico en reservas hídricas debido a que su territorio se encuentra a las faldas del Volcán Galeras. Cuenta con 1.407 Ha de zonas catalogadas como de protección y conservación de los recursos naturales, de los cuales pertenecen a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Naturales Nacionales (UAESPNN), específicamente al Santuario de Flora y Fauna Galeras y, se encuentran ubicadas en la parte alta de las microcuencas La Magdalena, Télpis – Tasnaque, Ahumaya y Zaragoza.

9.1.1.11. Riesgo por amenazas.

9.1.1.11.1. Volcánica.

El volcán Galeras hace parte del ramal centro oriental de la cordillera de los Andes, en el nudo de los Pastos, y junto con sus alrededores abarca una superficie de 10.915 Ha localizadas entre los municipios de Pasto, Chachagüí, Yacuanquer, Consacá, Sandoná, La Florida y Tangua del departamento de Nariño. La zona comprendida entre las coordenadas geográficas 1°10´-

1°17' de latitud norte y 77°19' de longitud oeste que incluye la mayor parte del edificio volcánico fue declarada como Santuario de Fauna y Flora por Resolución Ejecutiva No. 052 de marzo de 1985 (Sánchez et al, 1990). En general la topografía del área varia de quebrada a escarpada, con alturas entre los 2200 y 4270 m.s.n.m. (parte más alta del volcán Galeras). Una caldera principal de 6 km de longitud, 3 km de ancho y 1.8 km de profundidad, junto con dos calderas secundarias formadas al este de la primera y un cono activo central, sobre la caldera principal y en el centro de la intermedia, constituyen, entre sí, el Volcán Galeras (Sánchez et. Al, 1990).

Galeras se clasifica como uno de los estratos volcanos andesíticos más activos del país. La totalidad del municipio se encuentra en zonas de amenaza alta y media por su cercana ubicación a los cráteres volcánicos.

9.1.1.11.2. Fenómenos climáticos.

En esta clase de amenazas, en el municipio de Yacuanquer se tienen las heladas. Estos fenómenos consisten en descensos nocturnos de la temperatura ambiental por debajo del punto de congelación del agua. Lo que en esencia ocurre durante las heladas, es la formación de delgadas películas de hielo sobre la vegetación, congelación de la humedad del suelo y la savia de las plantas que al descongelarse generalmente de manera brusca dañan las estructuras internas de las plantas. En efecto las áreas más amenazadas por este fenómeno son las productoras de papa y cereales, localizados en las partes bajas de las laderas y medio de las terrazas, ya que el vapor de agua baja de las partes altas y se concentra en las partes bajas y es allí donde se presenta el evento. En el municipio, es común que ocurra durante varios días en los meses secos, con noches despejadas principalmente en enero-febrero, julio y agosto; en donde las áreas más susceptibles a sufrir este tipo de amenaza son las veredas de: Mohechiza, Taindala, San Felipe,

El Rosario, La Aguada, Mejía, La Pradera, además esta zona presenta amenaza volcánica de tipo bajo.

Yacuanquer tiene un nivel bajo de posibles inundaciones, sin embargo, la vereda San Felipe ha registrado esta problemática, y de ahí es susceptible a inundaciones a lo largo del cauce de la quebrada Telpis. Así mismo, la vereda de San José de Córdoba es susceptible a avalanchas y San José, en la vereda de Chapacual, la circunvalar al Galeras y el sector conocido como el Placer, son susceptibles a deslizamientos de tierras.

9.1.1.11.3. Erosión.

La erosión es un proceso que consiste en el desgaste y remodelado del paisaje terrestre original producido por condiciones naturales, escorrentía superficial, los vientos secantes, la gravedad y la acción del hombre. La erosión se convierte en amenaza cuando la tasa de recuperación del suelo es menor que la del desgaste.

Para el caso del municipio de Yacuanquer las amenazas de pérdida del horizonte superficial del suelo se clasificarán en baja y media de acuerdo con el grado actual de erosión:

AMENAZA BAJA POR EROSION: Corresponde a las áreas de terrazas bajas y coluvios de las veredas Inantás, Tasnaque, La Cocha, Tacuaya, Minda, Chapacual, Argüello y Zaragoza; a pesar de la actividad agropecuaria no se presentan indicios actuales de erosión; posiblemente presentan un relieve ligeramente ondulado.

AMENAZA MEDIA POR EROSION: Corresponde a sectores de ladera dedicados a la actividad agrícola con cultivos limpios y sin prácticas de conservación; de suelos. El área sometida a este tipo y grado de amenaza se localiza en el Cerro La Guaca.

9.1.1.11.4. Incendios forestales.

Las zonas de riesgo por incendios forestales según el plan de contingencia por fenómeno del niño a 2016 son pendientes y laderas con influencia a la cuenca del Río Guátara, ubicadas en las veredas de Inantas alto, Inantas bajo, Tasnaque, la Cocha Tacuaya, Minda, Chapacual, la Guaca, Arguello bajo y Zaragoza. De igual manera, el Sector Telpis del Santuario de flora y fauna Galeras; el corredor de la quebrada Ahumaya, Chapacual, Telpis y Magdalena y el cerro La Guaca; así como otros terrenos de rastrojo de cultivos.

9.1.1.11.5. Tala de bosques

El hombre en su afán de ampliar la frontera agrícola o de simple subsistencia está arrasando los bosques, causando grandes alteraciones al ecosistema. En el municipio, el bosque como tal queda únicamente en las partes altas, en una faja altitudinal de 3.400 a 3.600 m.s.n.m. Las áreas más susceptibles a la tala son las correspondientes al sector el Común, donde terminan las veredas Mohechiza Alto, San Felipe, el Rosario, La Pradera y la Aguada, por la variedad de especies maderables que poseen.

9.1.2. Establecimiento del ecosistema potencialmente restaurable.

Teniendo en cuenta que las áreas de zona de amortiguación del Santuario de Flora y Fauna Galeras; así como las zonas obtenidas en el proceso de compra y mantenimiento de predios por parte del municipio se encuentran en superficies boscosas determinadas en una zona de vida de Bosque Altoandino, se considera importante reducir el efecto de borde entre área protegida y no protegida con la finalidad de lograr la conservación de la flora y la fauna local, así como la recuperación de caudales de las fuentes de agua abastecedoras de acueductos municipales, distritales y veredales, que se han visto amenazados por la invasión a los cuerpos de agua y de usos inadecuados de los recursos forestales y, que constituyen fundamentalmente a la

conservación de los recursos hídricos como premisa fundamental del artículo 111 de la Ley 99 de 1993 y el decreto 953 de 2013, que alberga a su vez en este trabajo, la construcción del vivero forestal para material nativo.

El factor característico de los bosques altoandinos, es la alta humedad atmosférica ya que por su ubicación en zonas donde el aire caliente y saturado de vapor de las zonas bajas, se condensa y produce nubosidad. Esta característica de interceptar la neblina juega un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico, aumentando los niveles de escorrentía, proporcionando un aporte importante de agua, donde en algunos puede llegar al 48% (Cavelier, 1997). Por lo anterior, la pérdida de su cobertura vegetal incrementa las tasas de erosión, reduce la capacidad de retención de agua lluvia e incrementa la sedimentación, lo cual produce grandes inundaciones anuales en las cuencas bajas de los grandes ríos. La combinación de erosión y siembra de plantaciones forestales de especies introducidas ha producido una mayor desecación de los suelos y pérdida de las fuentes de agua (Vargas y Velasco, 2008).

9.2. Estrategia de restauración para el bosque altoandino del municipio de Yacuanquer

A continuación, se plantean las actividades de restauración ecológica para dar viabilidad al proyecto de implementación de un vivero forestal en el municipio, luego de identificados los impactos ambientales que sufre el municipio a causa de actividades antrópicas. Para esto, se plantean nueve (9) pasos, tales como los planteados por García (2016), para llevar a cabo el proceso de manera organizada, de tal manera que se permita entender la complejidad y particularidad de las áreas a restaurar, teniendo en cuenta factores espaciales, temporales, técnicos y científicos, que permitan restaurar las funciones normales del ecosistema.

9.2.1. Determinación del ecosistema de referencia.

Para definir los ecosistemas de referencia, se tiene en cuenta la complejidad de los ecosistemas presentes en el municipio. Además, se tiene la información correspondiente a la implementación de un proyecto por parte de la administración departamental, que busca la propagación de material vegetal nativo para conservación y restauración de áreas que influyan en el caudal y cauce de las fuentes abastecedoras del recurso hídrico que abastecen de acueductos municipales, veredales y/o distritales; por lo que se determina que el ecosistema de referencia al que se le hace viable la aplicación de las siguientes actividades, será el bosque alto andino, que de acuerdo con la clasificación climática de zonas de vida de Holdridge (1979), entendidas como un grupo de asociaciones vegetales en unos atributos climáticos, edáficos y sucesionales, tendrían una fisionomía similar en algunas partes del mundo; la zona de estudio estará clasificada en Bosque muy húmedo Montano Bajo – bmh Mb – y Bosque muy húmedo Premontano – bmh P – (de acuerdo con las aproximaciones realizadas por el EOT municipal). Es decir que, la zona de estudio presenta una precipitación anual promedio de 1.350 mm, mientras que el rango altitudinal varía entre 1.400 y 4.000 m.s.n.m.

9.2.2. Evaluación del estado actual del ecosistema.

Este paso permite evaluar las condiciones actuales del ecosistema y permite precisar el problema para así determinar los objetivos necesarios a plantear en el proceso de restauración ecológica. El municipio de Yacuanquer, presenta la siguiente situación:

9.2.2.1. Coberturas boscosas y áreas protegidas.

El municipio de Yacuanquer, presenta grandes coberturas de bosque nativo e introducido. Las áreas protegidas correspondientes al área protegida del SFF Galeras, presentan buenas

condiciones de cobertura, servicios y bienes ecosistémicos evidentes y, relaciones estables entre flora y fauna local.

9.2.2.2. Minería ilegal.

De acuerdo con la administración municipal, Yacuanquer tiene gran presencia de minería ilegal, considerada como un grave problema por las consecuencias negativas que genera a los aspectos social, económico y ambiental del municipio. Existen 41 minas de arena, recebo y piedra con sistema de socavón, que aportan aproximadamente 167 empleos directos, pero que, a su vez, generan conflictos de vecindad por invasión del subsuelo en predios de particulares y, por daños causados en sectores de acceso público en las vías y por perjuicios en obras de infraestructura.

Ilustración 2. Socavones por minería ilegal - municipio de Yacuanquer



Fotografía de: Carolina Montilla (2018).

9.2.2.3. Erosión en zonas de ladera.

Las zonas de ladera que se encuentran desprovistas de vegetación, han evidenciado problemas de deslizamientos y pérdidas de grandes coberturas. Lo anterior, a causa de la intensidad de las lluvias, los socavamientos, el alto grado de las pendientes, entre otros.

Ilustración 3. Zonas de ladera desprovistas de vegetación



Fotografía de: Carolina Montilla (2018).

9.2.2.4. Ampliación de la frontera agrícola y pecuaria.

Algunas áreas que sirven de amortiguamiento para la zona protegida del área del Santuario de Flora y Fauna Galeras, así como a lo largo del municipio; han presentado aumento de zonas con ocupación agrícola y pecuaria; por lo que el abrupto efecto de borde de la zona protegida y algunas zonas delimitadas como de importancia hídrica, han sido evidentemente desprotegidas

del material forestal. Con lo anterior, se ve incrementado el fenómeno de tensionantes ambientales en el municipio.

Ilustración 4. Ampliación de frontera agrícola y pecuaria.



Fotografía de: Carolina Montilla (2018).

9.2.2.5. Incendios forestales.

Las zonas que han sido ocupadas por cultivos agrícolas y, las ideas concebidas por algunos productores, han llevado a la continua generación de “quemadas controladas” que culminan siendo incendios forestales de amplia magnitud. Los incendios forestales, afectan directamente la diversidad florística y faunística de los bosques de alta montaña y los páramos.

9.2.2.6. Fragmentación de ecosistemas.

A pesar de los esfuerzos realizados por la Unidad de Parques Nacionales Naturales de Colombia, con la implementación de estrategias de sistemas sostenibles para la conservación;

existe evidencia de propietarios de predios privados que cuentan con plantaciones de explotación forestal, que talan por completo las zonas, sin aplicar actividades de reforestación, hasta el tiempo necesario para una nueva producción. El sector que más presenta este fenómeno, se encuentra ubicado en el sector “el Común”, donde terminan las veredas San Felipe, el Rosario, La Pradera y la Aguada.

9.3. Escalas y niveles de restauración

De acuerdo con Vargas et al. (*citado por García, 2016*) las actividades de restauración ecológica comprenden diversas escalas y niveles que van desde poblaciones de especies y comunidades, regional o nivel de ecosistema y nivel de paisaje; definir estas características permiten establecer los objetivos de restauración que varían en cada proyecto de acuerdo a donde se pretenda llegar.

La escala a tener en cuenta para la restauración ecológica en el municipio de Yacuanquer, será realizado a nivel ecosistémico; debido a que se la recomienda para establecer objetivos de restauración a la escala necesaria para abarcar al municipio. En este nivel, el objetivo de la restauración es principalmente la recuperación de algunas funciones del ecosistema. Esta visión implica que lo que se debe retornar a su estado predisturbio, son las condiciones ecológicas que garantizan la recuperación de la composición, estructura y función del ecosistema, integrando los procesos a gran escala con los de pequeña escala (Herrick et al., *citado por Vargas et al. 2012*).

La perspectiva ecosistémica posee la ventaja de que permite visualizar todos los procesos fundamentales de funcionamiento de un ecosistema, especialmente en los procesos ligados a las sucesiones naturales (Cairns, *citado por Vargas et al. 2012*).

A su vez, se ve complementada con la escala de paisaje, puesto que las funciones ecosistémicas están relacionadas con flujos de organismos, materia y energía entre las diferentes unidades del paisaje (SER 2004). Sin embargo, para la mayoría de paisajes un retorno completo a la situación histórica es poco probable, dado el cambio constante de los procesos que definen el desarrollo de comunidades y ecosistemas (van Diggelen et al. *citado por Vargas et al.* 2012).

Los objetivos de restauración ecológica para este tipo de proceso deberán estar enfocados a:

- a. Mejorar y acelerar los procesos naturales de regeneración forestal con el propósito de reestablecer la salud y resistencia del bosque.
- b. Restablecer de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a devolver trayectorias de composición y función posibles de los ecosistemas históricos o nativos del ecosistema.
- c. Mejorar la conectividad del ecosistema entre las áreas delimitadas por el SFF Galeras y el área de amortiguamiento.
- d. Garantizar el incremento de oferta de bienes y servicios ambientales del bosque altoandino.

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos de restauración, se debe tener en cuenta que los recursos económicos del proceso, deben ser evaluados de acuerdo a las actividades que se planteen y las áreas que se quieren restaurar.

9.4. Definición en la jerarquía de disturbios

De acuerdo con Vargas et al. (2012), los bosques se encuentran entre los ecosistemas con mayor presión antrópica en todo el país, por lo cual los procesos de transformación y pérdida son cada vez más acelerados. Los disturbios de mayor impacto son: deforestación; sistemas de producción no sostenible (producción extensiva e intensiva en agricultura y ganadería),

potrerización, sistemas productores forestales no sostenibles; reemplazo por cultivos ilícitos: coca (*Erythroxylon coca*), marihuana (*Cannabis indica*) y amapola (*Papaver somniferum*); extracción de materiales a cielo abierto; invasiones biológicas, incendios provocados; sobreexplotación de recursos biológicos y, fragmentación y pérdida de hábitat.

De acuerdo con el conocimiento de algunos de los habitantes de la zona y las observaciones realizadas en campo, resulta evidente la extracción selectiva de algunas especies maderables propias del ecosistema, la tala de áreas compactas de bosque natural para su conversión a zonas de pastos y la expansión de la frontera agrícola, donde una gran parte de la superficie ha sufrido un cambio en el uso del suelo. De igual manera, y debido a la intervención antrópica, los ecosistemas naturales en la altillanura, han sufrido de modificaciones, disminuyendo la diversidad florística y faunística, con pérdida de especies nativas.

Adicionalmente a los mencionados, los disturbios que se presentan en el área de estudio, son enumerados y descritos en la evaluación de la situación actual del ecosistema (numeral 9.2.2.), así:

- Minería ilegal
- Erosión de suelos
- Ampliación de la frontera agrícola
- Incendios forestales
- Fragmentación de ecosistemas
- Paramización de bosques

9.5. Determinación del potencial de regeneración

El potencial de regeneración se entiende como la disponibilidad de especies en la región,

su ubicación, abundancia y etapa sucesional; es decir, el conjunto de especies nativas y las respectivas trayectorias sucesionales que ofrece un ecosistema, además de otros factores potenciadores que favorecen la adaptación y desarrollo de la vegetación (García, 2016).

De acuerdo con López y Mosquera (s.f.), la vegetación de la zona establecida en el municipio de Yacuanquer, está sometida a procesos sucesionales de la vegetación propia del SFF Galeras por su proximidad y similitud entre zonas de vida, teniendo en claro que actualmente, también se cuenta con especies introducidas, que han intensificado los procesos de deforestación de las zonas altas de la montaña.

El potencial de regeneración de esta zona es alto, por la conservación del Santuario de Flora y Fauna Galeras, así como la declaración de 236 Reservas Naturales de la Sociedad Civil en el municipio, que tienen función amortiguadora.

El potencial está determinado por el estado sucesional de la zona, que de acuerdo con el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del Río Pasto “Renace Río Pasto” (2008), se manifiesta en una de las áreas protegidas en la que se encuentran especies nativas, algunas de ellas en peligro de desaparecer y refiere exactamente al pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*). Así mismo, se considera que en el SFF Galeras, la vegetación es considerada como típica de bosque altoandino frecuentemente nublado establecida en comunidades de páramo y subpáramo con plantas de los grupos de bromelias, orquídeas, líquenes y musgos epifitos bajo un dosel arbóreo.

Adicionalmente, según Jiménez *et al.*, (1988) citado en el Plan de Manejo SFFG (2005) se conocen cerca de 100 géneros clasificados en los estratos rasante, herbáceo, arbustivo y subarbóreo de la vegetación; así como vegetación de tipo cerrada como son los bosques y matorrales altos y achaparrados con presencia de árboles y arbustivas, en tanto que en comunidades vegetativas abiertas se encuentran pajonales, frailejonales, rosetales, prados y

turberas, con predominio de plantas rastreras o bajas sin ningún tipo de dosel superior, localizadas sobre terrenos escarpados, rocosos y de pendientes suaves a escarpadas (ADC y otros, 2003; Rangel, 2000).

Entre las formaciones vegetales en la zona del Santuario, según Rangel (2000), se pueden identificar las siguientes:

- Bosques achaparrados: comunidades vegetales compuesta por árboles entre los 4 y 10 m de altura, con predominio de amarillos (*Miconia* sp), mortiños (*Hesperomeles* sp), alisos (*Alnus jorulensis*) y canchos (*Brunellia tomentosa*); en sectores del bosque forman un dosel superior entretejido por las ramas de los maderables; gran variedad de árboles reconocidos por los campesinos que, son de diferente uso como la producción de madera o leña, frutales como el motilón y capulí y medicinales como el cerote.
- Matorrales: ubicada en el sector de páramo y subpáramo y conformada por vegetación arbustiva con elementos leñosos, destacándose las especies de la familia Asteraceae especies (*Diplostephium* y *Pentacalia*), en algunos casos se encuentra la asociación arbustal rosetal.
- Pastizales y pajonales: conformada por comunidades vegetales con predominio de herbáceas, especialmente gramíneas ubicadas desde el páramo propiamente dicho hasta el superpáramo. Son comunes los géneros *Calamagrostis* y *Agrostis*.
- Prados, turberas, tremedales o agrupación de plantas en cojín: está formado por plantas vasculares en cojín, con predominio de estrato rasante o en algunos casos presencia de estrato herbáceo pobre en cobertura.
- Rosales con especies de puya y rosetales bajos.

9.6. Selección, propagación y manejo de especies para restauración

9.6.1. Selección de especies.

De acuerdo con el relacionamiento obtenido con la población del municipio, se permite identificar una serie de especies que son nativas de la zona, presentan un estado sucesional primario y secundario y, se consideran de especial importancia a la hora de restaurar cuencas y fuentes hídricas. La siguiente tabla presenta un grupo de 38 especies propuestas, que de acuerdo a la caracterización se encuentran en el área del proyecto y que son relevantes para el enriquecimiento ecológico. Se debe dar prioridad a las especies amenazadas como es el caso del pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*).

Tabla 2. Especies propicias para la restauración de la zona de estudio

Familia	Especie	Nombre común	Gremio ecológico
Lamiaceae	Aegiphila monticola	Guandera	Pionera
Betulaceae	Alnus jorullensis	Aliso	Colonizadora
Caryophyllaceae	Arenaria musciformis	N.N.	Secundaria tardía
Caryophyllaceae	Arenaria venezolana	N.N.	Secundaria tardía
Apiaceae	Azorella sp.		
Baccharis	Baccharis prunifolia	Chilco	Secundaria inicial
Asteraceae	Bidens alba Lin	Romerillo	Secundaria tardía
Asteraceae	Bidens pilosa	Cadillo	Pionera, colonizadora
Brunelliaceae	Brunellia tomentosa	Cancho	Secundaria tardía

Poaceae	Calamagrostis efusa	Pajonal	Pionera
Poaceae	Calamagrostis sp.		Pionera
Poaceae	Chusquea tessellata	Chusque	Secundaria inicial
Asteraceae	Diplostephium camargoanum	N.N.	Secundaria tardía
Asteraceae	Diplostephium floribundum	Romero de páramo	
Juncaceae	Distichia muscoides	Champa	
Asteraceae	Espeletia pycnophylla	Frailejón	
Asteraceae	Espeletia sp.		
Rosaceae	Hesperomeles obtusifolia	Cerote	Secundaria tardía
Rosaceae	Hesperomeles sp.	Mortiño	Colonizadora
Asteraceae	Hipochoeris sp.		Secundaria inicial
Phyllanthaceae	Hyeronima macrocarpa	Motilón	Pionera
Juncaceae	Juncus arctitus	Junco	
Rosaceae	Lachemilla sp.		Secundaria inicial
Lauraceae	Laurus nobilis	Laurel	Secundaria tardía
Fabaceae	Lupinus alopecuroides	Frijolillo	Pionera
Ericaceae	Macleania rupestris	Chaquilulo	Pionera, colonizadora
	Masdevallia laevis		Epífita endémica
Melastomataceae	Miconia sp.	Amarillo	Secundaria inicial
Myrsinaceae	Myrsine guianensis	Cucharo	Pionera, colonizadora
Myrtaceae	Myrtus foliosa	Arrayán	Pionera,

			colonizadora
Orchidaceae	Odontoglossum sp.	Orquídea tigre	Epífita endémica
Cyperaceae	Oreobolus cleefii	N.N.	Secundaria inicial
Cyperaceae	Oreobolus goeppingeri	N.N.	Secundaria inicial
Podocarpaceae	Podocarpus oleifolius	Pino colombiano	Clímax
Rosaceae	Prunus salicifolia	Capulí	Pionera
Fagaceae	Quercus humboldtii	Roble	Clímax
Actinidiaceae	Saurauia scabrida	Moquillo	Secundaria tardía
Bignoniaceae	Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson	Guayacán	Secundaria inicial
Bignoniaceae	Tecoma stans	Quillotoco	Pionera
Cunoniaceae	Weinmannia balbisiana	Encenillo	Pionera
Además, se identifican 84 especies de orquídeas, bicundos, líquenes y bromelias, como algunos de los enunciados en la tabla			

Fuente: Plan de Manejo SFF Galeras, 2006

Para lograr resultados exitosos en los procesos de restauración ecológica con siembra directa de semillas, es necesario impulsar la investigación respecto a la propagación de especies nativas, contemplando un enfoque territorial en donde los ensayos se establezcan cerca de la zona a restaurar y las semillas que provengan de fuentes semilleras locales. Por lo anterior, las especies que se producirán inicialmente en el vivero, son las establecidas por las comunidades, así como especies pioneras, que lleven a la conformación de núcleos de facilitación de crecimiento y dispersión.

9.6.2. Propagación y manejo de especies seleccionadas.

La producción de las especies forestales nativas seleccionadas, se realizará en un vivero de características particulares, que, tiene por función, asegurar la germinación y el crecimiento de plántulas, además del de organizar el material vegetal y los cronogramas de siembra de especies nativas en áreas de restauración y corredores biológicos.

Para la generación de la estrategia de construcción y operatividad del vivero que brinde buenas condiciones en la propagación del material vegetal, la referencia que se utilizó en la Gobernación de Nariño para la localización y replanteo de la obra, está depositada en los planos generales de la construcción. El vivero se encuentra ubicado en el lote aportado por el municipio de Yacuanquer, denominado Nazaret, de la vereda La Estancia. En el informe técnico del lote, se evidencia que el lote es plano, cuenta con una pendiente del 6 %, suelos arcillosos, cobertura vegetal de pasto natural, dispuesta principalmente para el establecimiento de sistemas productivos, agrosilvopastoriles y agroforestales.

Para el suministro e instalación del tanque de agua de 1000 litros, este se ubica en una placa de concreto construida sobre una columna. La funcionalidad del sistema es garantizar la dotación de agua al vivero.

Por su parte, el cerramiento del vivero se llevó a cabo en postes de madera de 2 metros. Los postes sujetan la malla tipo gallinero de 1.8 metros de altura, que tiene como función cercar el área delimitada para la implementación del vivero permitiendo así el cuidado, crecimiento, estabilidad y seguridad del material vegetal. Los postes del cerramiento están ubicados entre sí a una distancia de 2 metros.

La estructura del vivero, consta también de una bodega, que tendrá como finalidad salvaguardar los insumos y herramientas necesarios para llevar a cabo la siembra de las plántulas.

Las eras para crecimiento están constituidas en 21 parcelas. Cada una, tiene una dimensión de 8 x 1.2 metros con una distancia aproximada de 0.5 metros entre ellas. Las eras de crecimiento están soportadas por guadua alrededor, con una altura aproximada de 10 cm sobre una base en polietileno negro de baja densidad. Sobre ellas, se depositarán las bolsas con semillas y tierra negra tratada y enriquecida con minerales. Las eras, son complementadas con 4 bandejas de germinación. Cada una de estas, de dimensiones similares a las de crecimiento, se ubican a una altura de 1 metro desde el piso, con una distancia aproximada de 0.5 metros entre ellas. Sobre ellas se ubicará arena tratada como base para la siembra de las semillas.

La cubierta está compuesta por una malla tipo polisombra de 50 %, que tiene como función filtrar los rayos solares al interior del vivero y permitir el crecimiento y estabilidad del material vegetal.

Los sistemas de riego ofrecen una serie de ventajas que posibilitan racionalizar el agua disponible. El sistema elegido para el vivero municipal de Yacuanquer está compuesto por un sistema de riego por goteo, entendiendo que la finalidad del mismo es abastecer con la suficiente presión el agua necesaria para llevar a cabo la germinación del material vegetal. El sistema funciona a través de la incorporación de una tubería de distribución, que cuenta con llaves de $\frac{1}{2}$ pulgada plástica y microaspersores dirigidos desde el tanque de almacenamiento hasta las tuberías ubicadas por cada era.

Ilustración 5. Vivero forestal subregional - municipio de Yacuanquer.



Fotografía de: Carolina Montilla (2018)

9.6.3. Taller de propagación y manejo de especies para el personal involucrado en la operación y manejo del vivero.

Los viveros forestales tienen como metas: la generación de enseñanzas, investigación, extensión, capacitación y proyección social. Para la potencialización y correcto funcionamiento del vivero del municipio, se solicitó que el personal encargado estuviera capacitado o hubiera tenido experiencias previas en manejo de especies o propagación de material vegetal y procesos de recolección y siembra de semillas.

El taller, estuvo dirigido a los viveristas de los 14 municipios directamente beneficiarios del proyecto con la finalidad de realizar algunas explicaciones generales del funcionamiento de un vivero. Fue realizado en la vereda San Felipe del municipio de Yacuanquer, con la Asociación Agropecuaria y Ambiental Galeras a cargo de Marino López; a través de una demostración de un

evento denominado “intercambio de experiencias”, con el que se busca el aprendizaje a través de la observación directa de la producción vegetal, en un ambiente de vivero.

En dicho taller, se dan a conocer algunas recomendaciones para las técnicas en propagación de material vegetal (a través del uso de un vivero forestal), así:

El proceso comprende sus inicios en los árboles denominados “semilleros” en donde se permite la recolección de semillas y su preparación (es decir separarlas de los frutos, calificarlas de acuerdo con sus condiciones (rústicamente) y llevarlas finalmente, al campo definitivo de propagación (viveros)), en donde se busca que las semillas se sometan a condiciones de humedad, temperatura, entre otras; de tal manera que se obtengan pequeños productos de germinación, para dar paso al siguiente paso conocido como “repique”. La duración en las camas, depende de la especie, pero se encuentra generalmente en espacios de dos a cuatro semanas (Jiménez, 1993).

Para este caso, las sabedoras (o personas de experiencia local, generalmente mujeres) son las que evalúan el proceso del árbol, de tal manera que pueden conocerlo en su periodo y condición de producción y recolección de semilla.

A groso modo, las condiciones que se requieren para que la semilla cuente con buenas características, se definen a partir de los árboles semilleros; teniendo en cuenta que las características de los mismos deben ser de árboles sanos, con buenas aparentes buenas condiciones fitosanitarias, de buen crecimiento, que cuenten con buena forma, etc.

Ellas explican que las semillas deben ser recogidas con extremado cuidado, no deben ser arrancadas y en cambio deben cortarse con cuchillos o elementos similares. Debe ser recolectada en canastos que puedan ser cargados por el recolector y preferiblemente con cáscara.

Para la preparación de las semillas, se utiliza un poco de agua en la que se sumergen por un día. Después del día mencionado, se lleva a la semilla a la cama de siembra, que tiene por objetivo, el recibir las semillas y convertirlas en plántulas aptas para siembra.

La cama de siembra se encuentra cubierta con polisombra de 60 a 80 % (de acuerdo con las condiciones climáticas) y, está previamente preparada con una mezcla de arena y materia orgánica (usualmente gallinaza) que, para estos casos, se produce en los mismos lotes y provienen de otras actividades de producción. Si la mezcla contiene trozos grandes, es necesario realizar un tamizaje.

En la cama de siembra, la profundidad a la que requiera ser sembrada la semilla, se determina de acuerdo a la especie de forestal a la que pertenezca.

La semilla deberá permanecer en la cama de siembra por un tiempo aproximado a dos semanas, hasta que sea llevado a la cama de crecimiento. Por este tiempo, se hace uso de acícula de pino o polisombra 20 %, para cubrir los semilleros. La finalidad de su uso, es la protección de las semillas ante frío excesivo, rayos solares y plagas. En la cama de siembra, se hace necesario que el material sea arenoso, para que el proceso de trasplante se lleve a cabo correctamente (con las raíces de la plántula completas).

La cama de crecimiento se encuentra cubierta por polisombra. Aquí las plántulas son ubicadas en bolsas de polietileno de 10 X 25 centímetros, llenas con tierra tratada. La tierra está compuesta por dos partes de suelo, una parte de arena y una última parte, de abono orgánico. El traslado de las plántulas (de pequeños centímetros), se debe hacer con extremo cuidado. Para llenar fácilmente la bolsa, se realiza el ahoyado en el contenido de la bolsa y se cubre a la misma, con una capa de tierra del doble del diámetro de la semilla. En esta etapa, la plántula permanece hasta alcanzar una altura de 18 a 25 cm.

La etapa de crecimiento en las plántulas requiere de cuidado y mantenimiento. El proceso de riego, se realiza en aspersiones que no afecten la calidad de las plántulas (con poca presión) y se realizan inicialmente dos veces al día. Cuando la plántula ya muestre señales de arraigo, se deberá regar un día de por medio, hasta alcanzar la altura. En esta etapa, deben realizarse acciones de deshierbe y, de considerarse necesario (por problemas de crecimiento o plagas), debe realizarse un control fitosanitario y/o fertilizantes.

La cama de espera (opcional) tiene por objeto, aclimatar las plántulas y permitirles lignificarse (endurecer sus tallos de tal manera que permita la estabilización de la plántula). La cama ya no tiene sombra para resistir nuevas condiciones climáticas, etc. En ella, se minimizan las condiciones de riego y control de deshierbe, fertilizantes o abonos y plaguicidas, sin descuidar por completo el cuidado de la plántula.

Una vez se termina la temática abordada, se enfatiza en que la producción en los viveros se realiza con la única finalidad de realizar procesos de restauración ecológica, es decir, se usará únicamente para producción de material forestal nativo y no productivo.

9.7. Acciones de restauración ecológica potencialmente aplicables en la zona

9.7.1. Siembra de especies niñeras facilitadoras.

Por facilitación se entiende el efecto positivo de una especie o cierto tipo de vegetación sobre el crecimiento, supervivencia y desarrollo de otra(s) especie(s), en comparación con unas condiciones existentes en el ambiente exterior (Díaz y Díaz, 2007). De acuerdo con Vargas (2011), se han desarrollado técnicas para restaurar potreros degradados por medio de la siembra de plántulas debajo de árboles, matorrales o cultivos niñeros; en estas estrategias se propone también sembrar especies de crecimiento rápido, que forman dosel en poco tiempo y que

mejoran las condiciones del suelo al fijar nitrógeno o asociarse con micorrizas. La siembra de especies niñeras debe estar acompañada también de un conjunto más diverso de especies cuando no hay suficiente dispersión de propágulos en el sitio.

Las especies que podrán ser usadas en la zona corresponden a Laurel (*Laurus nobilis*), Frijolillo (*Lupinus alopecuroides*) y Encenillo (*Weinmannia balbisiana*), como especies capaces de albergar epífitas. Las mencionadas especies (en especial, la última), no presentan abundantes casos de propagación exitosa en espacios de viveros, por lo cual, se hace recomendable la introducción de forófitos aptos para la zona y que, han sido involucrados en la restauración ecológica de otros ecosistemas colombianos de características similares al bosque altoandino identificado en el municipio de Yacuanquer. Las especies recomendadas son: *Hedyosmum* sp., *Miconia* sp., *Meriania* sp.

9.7.2. Formación de núcleos activos de dispersión y facilitación.

Los núcleos de dispersión se realizan por medio de la siembra de especies arbustivas y herbáceas nativas atrayentes de animales dispersores y polinizadores. Se utilizan individuos forestales adultos, con altura superior a 1 m. y que estén dispersando semillas o en floración. Con esto no sólo se atrae fauna a la zona de restauración, también ayuda a la regeneración natural (Velasco-Linares *citado por Vargas, 2011*).

Los núcleos de facilitación son grupos de especies que forman condiciones especiales para el establecimiento o crecimiento de otras especies. Estos núcleos se pueden diseñar con las especies propagadas en los viveros; es decir, plantaciones conformadas por la combinación de especies arbóreas y arbustivas (pioneras y secundarias iniciales). Los núcleos de restauración para este tipo de ecosistema, se recomiendan en forma rectangular, con dimensiones de 5 m de

ancho por 25 m de largo, con un área de 125 m² y una distancia entre cada núcleo de 40 m, para un total de cinco núcleos por hectárea (SECOP, 2018).

Es muy recomendable alternar con el establecimiento de mallas plásticas como una estrategia rompevientos y el uso de polisombra o plástico para que proteja las plantas del estrés hídrico debido a las altas temperaturas durante el día y el frío debido a las heladas que se presentan durante la madrugada.

Se propone tener en cuenta las siguientes recomendaciones previas a la siembra de especies nativas en estos potreros, como (Vargas, 2012):

- i. Realizar la siembra de los individuos al inicio de la temporada de lluvias y después de que se presentan las heladas, con el fin de que las plantas tengan un mayor tiempo de aclimatación antes de que ocurra el siguiente disturbio;
- ii. Adicionalmente debe considerarse la remoción de las especies de pastos y otras especies que cubren el estrato herbáceo, con el fin de reducir la competencia que generan, además de la presencia de babosas y otros herbívoros que proliferan en la temporada húmeda y que causan estrés o mortalidad a las plantas que regeneran;
- iii. La adición de enmiendas orgánicas al suelo podría también potenciar el éxito de la siembra, dado que muchos de los recursos sobre los pastizales se encuentran agotados y la estructura misma del suelo alterada. Se recomienda, para ello, aplicar un fertilizante NPK químico de 50 kg/Ha.
- iv. La instalación de barreras contra la radiación solar y las heladas (polisombra) es necesaria especialmente al comienzo de la siembra, con el fin de minimizar el efecto de los factores adversos. En algunos terrenos, la construcción de zanjas para el

drenaje puede ser una estrategia fácil para reducir el estrés hídrico al que se exponen las plantas sembradas en el corredor ripario.

- v. La siembra de parcelas con especies niñeras con alta tolerancia ambiental con el fin de que generen un microambiente propicio para el establecimiento de las primeras y se constituyan en barrera para la invasión, especialmente de pastos. Igualmente es necesario probar nuevas especies las cuales se encuentran conformando los núcleos de regeneración en otras zonas de potrero de la reserva

9.7.3. Siembra de especies arbustivas nativas atraentes de polinizadores y dispersores.

Seleccionar especies nativas que sirvan para atraer diversos animales que actúen como dispersores o polinizadores de otras especies también, por lo tanto, estas especies deben ser generalistas en este aspecto (Vargas, 2011). Las especies de bromelias y orquídeas, de abundancia considerable en el SFF Galeras, contribuyen con esta labor. Se hace necesario la siembra de forófitos, como los mencionados en el numeral 9.7.1., para la producción y dispersión de semillas de las plantas epífitas mencionadas.

9.7.4. Regeneración natural.

En esta estrategia se utilizan los servicios de animales asociados a los frutos y/o semillas de la región. Permite la creación de “núcleos” de regeneración que tienen la función de facilitar el establecimiento de nuevas plantas. Esta estrategia se basa en los principios de la sucesión ecológica, sin embargo, no siempre es posible prever las características de las especies que llegarán. Una ventaja importante de esta estrategia es el bajo costo, aunque su éxito dependerá de las características climáticas y del paisaje regional (Rondón & Vidal *citado por Vargas, 2011*).

Según Finegan (1993 *citado por Acosta, 2016*), por su naturaleza, son las sucesiones secundarias las que adquieren relevancia en los procesos de restauración de tierras. Estas suceden sobre un suelo ya desarrollado el cual es relativamente favorable para la colonización de las especies secundarias, además de tener propágulos de las mismas (en el banco de semillas, tocones, etc.). Sin embargo, el éxito de las mismas depende del grado de degradación del sitio que, entre otros factores, depende de la fertilidad básica del suelo y el tipo y la duración del uso. Es por eso, que se recomienda utilizar la técnica en áreas poco perturbadas.

El proceso de regeneración natural o sucesiones ha sido disturbado por intervención humana por quemas, tala de árboles, corte de la vegetación, pero al dejar recuperar se logra ir restaurando el bosque, este proceso es un poco más lento, pero realmente es efectivo porque el bosque retoma en parte sus formas iniciales y se va logrando el fortalecimiento de la diversidad existente y el surgimiento de nuevos rebrotes aumentando la variedad de especies en su estado de desarrollo. Contando con la información de especies que se desarrollan dentro de este medio, sin llegar a afectar esta regeneración natural o sucesión, garantizando la continuidad del ecosistema por lo cual permiten una mayor capacidad de amortiguación o asimilación, pero para que esta surja se debe proteger y conservar.

Para ser realizado con efectividad, se recomienda realizar un aislamiento con postes que no impidan el crecimiento de las especies que continúan la sucesión; es decir, con postes de madera a 3 m de distancia cada uno.

9.7.5. Ampliación de bordes utilizando bancos de plántulas y retoños.

Hacer rescate de plántulas y retoños de los parches de bosque existente y utilizarlos para el avance de los bordes del bosque (Acosta & Vargas-Ríos *citado por Vargas, 2011*). En esta técnica, la utilización del vivero forestal puede ser de gran importancia, ya que es ahí, en donde

se velará por el crecimiento de plántulas que hayan sido recogidas en las zonas con poca intervención y que se encuentran en su mayoría, en el área de amortiguación del SFF Galeras.

La ampliación del borde del área protegida, permitirá la reducción en la fragmentación de los hábitats naturales; así como la reducción del contraste entre zonas que presentan intervención antrópica. A su vez, aumentarán la densidad arbórea y la variedad biótica de la zona.

9.7.6. Instalación de perchas artificiales para aves.

La distribución de semillas en los ecosistemas que han sufrido algún tipo de degradación es muy baja. Es por ello que las perchas artificiales para aves, son estructuras que aumentan el desplazamiento de las aves y sirven como espacios en el cual las aves pueden descansar. Cuando lo hacen, por lo general defecan. Y las aves que comen frutos dejan allí las semillas. Este tipo de estrategias es importante aplicarlas en sitios donde no hay demasiados arbustos. Esto no garantiza que las semillas germinen rápidamente, pero si enriquece el suelo (Vargas y Velasco 2011, Velasco 2011).

Existen diferentes tipos de perchas para aves, cuya finalidad es que, mediante una estructura en madera en diferentes arreglos, se permite la llegada de las aves a los núcleos de regeneración. En todos los casos donde se utilizó, se produjo un aumento significativo de la tasa de deposición de semillas de plantas y la implantación de individuos que no llegaban allí en condiciones naturales, tienen consecuencias en la aceleración de la recuperación del bosque. El aumento de las semillas que llegan al pastizal incrementa a su vez la probabilidad de acumulación de un banco de semillas del bosque, aquellas semillas que germinan y se establecen iniciarán procesos de revegetalización. El aumento de la tasa de deposición y a la vez el enriquecimiento del banco de semillas, hace de la instalación de las perchas sea una estrategia importante para implementar para las zonas potrerizadas que se deseen restaurar (Velazco, 2011).

9.7.7. Disturbios experimentales que inicien la sucesión.

Para Vargas (2011):

“En ambientes transformados la inducción de un disturbio en el sistema, logra generar las condiciones que pueden iniciar o reactivar un proceso sucesional, disminuir la presencia de especies invasoras, liberar recursos que permitan el establecimiento de especies nativas, entre otros. Los disturbios experimentales simulan unas condiciones específicas y sus variaciones dependen de los objetivos planteados, los cuales están sujetos a las condiciones del sitio a restaurar: pueden enfocarse a controlar una especie invasora, reducir la influencia de una especie dominante y aumentar el recurso disponible como la especie de colonización, los nutrientes y el agua del suelo. Pueden efectuarse de manera manual o mecánica y pueden actuar de manera directa o indirecta.

Con la aplicación de disturbios experimentales también se busca generar un cambio en el patrón sucesional, al reducir o eliminar la cobertura de las dominantes y con esto disminuir la competencia por el recurso. También busca reabastecer los recursos agotados, reducir la herbivoría, eliminar tóxicos acumulados en el sustrato, generar condiciones como mayor intensidad lumínica y ampliar la fluctuación de la temperatura, que estimule la germinación de especies latentes en el banco de semillas”.

9.8. Proceso de involucramiento de la comunidad

9.8.1. Recorridos de reconocimiento en campo con comunidades locales y personal experto

La comunidad del municipio de Yacuanquer, busca la participación de espacios en los que se promuevan las acciones a favor del ambiente. Es así como se denominan “sabedoras”, a unas

personas cuyas funciones son las de rescatar las especies perdidas, en vía de extinción y/o nativas de la región (como es el caso del Guayacán Amarillo, el Cedro Rosado y el Higuerón), las cuales se involucran en el proceso desde su conocimiento y el de sus asociaciones. Para la comunidad, la importancia del vivero radica en la recuperación de las especies nativas y/o en peligro, sobre todo en áreas que han presentado fragmentación por mal uso y prácticas ilegales propias de algunas personas del municipio, pero que afectan directamente sobre el abastecimiento de agua de veredas completas.

Como compromiso ejercido por la alcaldía municipal para la implementación del vivero forestal subregional; el municipio a través de las personas encargadas de la administración, manejo y cuidado del vivero, debe implementar acciones de propagación de material vegetal nativo, a través de la recolección de plántulas, en articulación con grupos comunitarios, instituciones educativas y miembros de la administración municipal, para sensibilización ante procesos de importancia ambiental.

En las visitas realizadas al municipio, se considera que la comunidad es la principal conocedora de su territorio; por lo que, se da a conocer el interés propio con el que cuentan los pobladores de las veredas que se encuentran ubicadas en la zona de amortiguamiento del SFF Galeras, quienes adicionalmente presentan cantidades considerables de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, en las que se llevan a cabo actividades de conservación y preservación de hectáreas de importancia ecosistémica, producción sostenible, procesos de educación ambiental y manejo adecuado de residuos sólidos. Las veredas que presentan estas condiciones son: La Aguada, La Pradera, Mejía, El Rosario, San Felipe, Mohechiza Alto, Mohechiza Bajo, Chapacual, La Guaca, Arguello y Zaragoza.

Estas personas, realizan reuniones para evaluar los impactos ambientales que se están generando por veredas o actividad; y hacen uso de los instrumentos que el Comité de Zona con función Amortiguadora Galeras les proporciona para la organización de actividades, eventos y/o reclamaciones, de acuerdo al caso.

Ilustración 6 y 7. Reconocimiento de condiciones ambientales en el municipio con la comunidad local



Fotografías de: Carolina Montilla (2018).

9.8.2. Formación y sensibilización ambiental para el personal involucrado en la operación y manejo del vivero.

Se requirió que el personal que estaría a cargo del vivero, fuera un técnico o profesional que haya contado con la experiencia en viveros rústicos para la producción de especies forestales preferiblemente nativas de la región y a la vez, haya participado en proyectos de propagación de especies forestales con apoyo de comunidades rurales.

Sin embargo, con el fin de ampliar la formación del encargado se realizaron jornadas de capacitación con personal de la Corporación del departamento -CORPONARIÑO-, quienes cuentan con experiencias exitosas de propagación de material vegetal especializado para zonas de restauración. De igual manera, se involucra el trabajo realizado por asociaciones que cuentan con programas de formación y sensibilización con amplia experiencia en el tema de viveros, como es la Asociación para el Desarrollo Campesino ADC; quien cuenta con experiencias exitosas en procesos de restauración ecológica en el municipio.

Las capacitaciones contemplaron temas como la importancia de los recursos naturales, la reforestación (capacitación sobre preparación de terreno, trazado, ahoyado, siembra y fertilización) y se dictarán directamente en campo dirigidos prioritariamente a los cuidados de plantación, tratamiento de raíces y recolección del material sobrante (como las bolsas de plástico contaminante) (Moreno y Moreno, 2016b).

Ilustración 7. Formación a comunidades locales - Asociación Agropecuaria y Ambiental Galeras



Fotografía de: David Maya (2018).

9.9. Consolidación de la participación comunitaria

Los conocimientos que tienen las poblaciones humanas locales sobre su región, su historia de uso, la ubicación de las especies y en algunos casos su propagación son conocimientos de gran importancia en el éxito de los proyectos. De esta forma la educación ambiental se vuelve más práctica y se puede consolidar a corto y largo plazo una educación ambiental para la restauración ecológica de la región (Vargas, 2011c).

Se realizó una socialización en la que se logra involucrar comunidad de programas de Sur Sostenible, ejecutados en convenio Gobernación de Nariño y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-, en la que se han desarrollado proyectos relacionados a la producción de material forestal con comunidades de municipios de problemáticas ambientales similares a las del área de estudio; de tal manera, que los encargados de los viveros construidos, estén capacitados y envueltos para programas de educación autorizados por la Alcaldía Municipal; que para el presente caso, se realizará con la Institución Educativa Concentración de Desarrollo Rural y los habitantes de la subregión que puedan ser beneficiarios del material vegetal y que se encuentren interesados en el aprendizaje sobre producción de material vegetal, restauración ecológico y recuperación de zonas de importancia hídrica y ecosistémica degradadas.

Para eso, y con el fin de aprovechar la ubicación del vivero, se determina realizar un diagnóstico sobre el estado del PRAE Institucional; en el que son evidentes las acciones que se han llevado a cabo dentro de las instalaciones educativas. De acuerdo con la encargada del tema ambiental en la Institución, la docente Maria Elena Jurado, el vivero representa la oportunidad para desarrollar conocimientos en conservación e importancia de recursos naturales, así como la

consolidación de un proceso educativo que pueda ser desarrollado con las familias de los estudiantes que, propicie el conocimiento de aspectos ambientales a nivel generacional.

Adicionalmente, se realizó un foro denominado “Yacuanquer hacia la sostenibilidad”, en el que se contó con la participación de representantes de gremios, entidades, instituciones, presidentes de juntas de acueducto y población en general. En dicho evento, se logró la consolidación de la voluntariedad para aplicar acciones de conocimiento local en el vivero, así como en la identificación del potencial de regeneración con el que cuentan las cuencas, haciendo énfasis en los procesos de sucesión que habían sido observados por los propios pobladores, antes de referenciar los impactos antrópicos que han llevado a la degradación del recurso hídrico y la contaminación evidente del suelo. Por su parte, las entidades como Parques Nacionales Naturales, la Asociación para el Desarrollo Campesino, la Alcaldía municipal, la Policía Nacional, entre otros; reafirmaron sus compromisos en lo que a cada uno de ellos compete, con la firme intención de apoyar a las comunidades locales y acompañar en procesos de educación ambiental, consolidación de participación comunitaria y, de ser necesario, procesos de sanción.

Por último, la idea de que el vivero se haya instalado en el municipio de Yacuanquer (perteneciente a la Subregión Centro), es que la propagación de plántulas, se pueda realizar, no solo con las especies determinadas por las “sabedoras” del municipio, sino también de aquellas que se consideren importantes para la restauración de zonas de recarga hídrica para los otros 5 municipios (La Florida, Tangua, Pasto, Nariño, Chachagüí) pertenecientes a la Subregión Centro del departamento de Nariño. Ante esta situación, se busca la realización de un taller de economía colaborativa, que inicialmente esté dirigido a los municipios directamente beneficiarios de los viveros; pero que más adelante, involucre comunidades, asociaciones, agremiaciones, juntas y comunidad en general, que se encuentre interesada en la producción de material vegetal nativo

para la restauración de zonas de recarga hídrica o microcuencas que se estén viendo amenazadas por los impactos antrópicos evidenciados en las zonas de alta montaña.

Ilustración 8. Estudiantes de la Institución Educativa Concentración Desarrollo Rural en el vivero forestal – municipio de Yacuanquer



10. Conclusiones

- La caracterización ambiental del municipio permitió la identificación de las condiciones actuales del ecosistema, la zona que se requiere intervenir, la importancia de la conservación en zonas de alta montaña encargadas de la recarga hídrica y abastecimiento de agua en el municipio de Yacuanquer. Es evidente que el trabajo realizado por Parques Nacionales en el área protegida que le pertenece al municipio, así como la consolidación de la Zona con Función Amortiguadora, ha llevado a procesos de restauración y recuperación paisajística y ecosistémica, así como reducción en el efecto de borde del Santuario de Flora y Fauna.
- Las acciones de restauración ecológica que se realicen en un sitio, deben proyectar beneficios a nivel de paisaje de manera que mejore la integridad ecológica y la calidad de vida de las comunidades locales. De igual manera, se puede afirmar que las acciones propuestas, son aptas para zonas que han sido altamente intervenidas y, que presentan alto contenido de valor ecosistémico.
- El vivero forestal es un instrumento importante a la hora de generación de nuevo germoplasma nativo; además de ser un lugar apto para la propagación efectiva de especies que requieren condiciones especiales, así como de germinación efectiva de las semillas.
- Es importante recalcar que los procesos de restauración ecológica, son de extensa duración. El monitoreo de las acciones que decidan implementarse, deben analizar y evaluar la totalidad de los componentes bióticos de una zona.

- El conocimiento tradicional y local, así como la generación de procesos de involucramiento y educación de la comunidad, maximiza el éxito de un proceso de restauración ecológica.

11. Recomendaciones

- Es necesaria la articulación interinstitucional y comunitaria; de tal manera que permita fortalecer los procesos al interior de las áreas protegidas y la generación de conectividad entre ecosistemas fragmentados y, que sean de importancia para especies amenazadas o vulnerables a explotación antrópica.
- Para realizar la implementación de un proyecto de restauración ecológica, se debe pensar en el proceso maximizado; es decir, la construcción del vivero, no determina la fiabilidad de la propagación de especies ni viabiliza el proceso de restauración ecológica. Los procesos en su totalidad, requieren programas de seguimiento, monitoreo y apropiación por parte de todos los actores.
- Una vez diseñado el proceso de restauración ecológica consolidado, se debe realizar la formulación de la etapa de monitoreo con indicadores o registros de corto, mediano y largo plazo.

12. Referencias bibliográficas

- Acosta D. (2016). Propuesta de restauración ecológica en los bosques de galería presentes en el área de influencia directa del estudio de impacto ambiental Guarupayo. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de: <https://bit.ly/2VacAxL>
- Aguilar M., Ramírez W., (eds) (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 250 pp. Recuperado de: <https://bit.ly/2NhGVra>
- Aguilar M., Ramírez W., (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. Biodiversidad en la práctica. Volumen I, No. I. Pág. 147 – 176. Recuperado de: <https://bit.ly/2XdKwv2>
- Agüero T. (2009). La importancia de los recursos genéticos vegetales y animales en el desafío de convertir a Chile en una potencia alimentaria y forestal. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA. Ministerio de Agricultura Santiago de Chile, Chile. Recuperado de: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2009/01/recursosGeneticos.pdf>
- Barrera J., Valdéz C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientarium*. Vol. 12. Págs. 11-24.
- Block, W. M., A. B. Franklin, J. P. Ward, Jr., J. L. Ganey & G. C. White. 2001. Design and implementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. *Restoration Ecology* 9 (3): 293-303.
- Brunner, R. D. & T. W. Clark. 1997. A Practice-based Approach to Ecosystem Management. *Conservation Biology* 11: 48–58.

- Camacho S. & Galeano S. (2015) Procesos de restauración ecológica: perspectivas y alcances de su implementación en el Distrito Capital. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., Colombia. Disponible en: <https://bit.ly/2Sdn8dx>
- Cano L., Cuéllar J. (2017). Evaluación de los procesos de restauración ecológica en la Reserva Biológica Encenillo. Trabajo de grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., República de Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2T2Gdnb>
- Cardona, A. (2007). Propagación de especies en: O. Vargas (Ed.) Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Cervantes V., Orozco A., Rojas M., Sánchez M. & Vásquez C. (2012). La reproducción de las plantas: semillas y meristemas: III. Los viveros. Fondo de Cultura Económica. Cuba. Disponible en: <https://bit.ly/2BIegr4>
- Concesión Tunel Aburrá Oriente S.A. (2013). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO CONEXIÓN VIAL ABURRÁ – ORIENTE. Capítulo VII: Plan de Manejo Ambiental. Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Negro y Nare. Recuperado de: <https://bit.ly/2T4PbjG>
- Criollo, E. (2014). Diagnóstico integral del municipio de Yacuanquer como parte de la estructuración del Esquema de Ordenamiento Territorial 2014. Trabajo de grado. Universidad de Nariño. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90389.pdf>
- Delgado A., Ruiz S., Arévalo L., Castillo G., Viles N. (Eds). (2008). Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño 2006 – 2030 - Propuesta Técnica. Corponariño, Gobernación de Nariño - Secretaría de Agricultura, Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos Alexander von Humboldt, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN - Territorial Surandina, Universidad de Nariño, Universidad Mariana y Asociación para el Desarrollo Campesino. Pasto. 205 p.

Díaz R. 2007. El monitoreo en la restauración ecológica. En: O. Vargas (ed.). Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Enríquez A., Erazo B. (2011). Propuesta de estrategias de gestión ambiental local orientadas hacia el ordenamiento territorial y manejo de las microcuencas Zaragoza y Guabal, área del mosaico Yacuanquer-Consacá departamento de Nariño. Tesis de especialización. Recuperado de: <https://bit.ly/2Shy1ew>

Fajardo F. (s.f.). Restauración ecológica: una experiencia de capacitación en el páramo de Chiles. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt., Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO, Resguardo Indígena de Chiles, Gran Territorio de los Pastos. *Cartilla educativa*.

Fondo Nacional de Calamidades - Corporación OSSO. (2009). Estudio de vulnerabilidad física y funcional a fenómenos volcánicos en el área de influencia del volcán Galeras. Proceso Galeras. República de Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2SKv7Ux>

Gálmez V., Kómmeter R. (2017). La restauración de bosques andinos y sus vínculos con el agua Orientaciones para una comunidad campesina de Apurímac. Revista del Programa Bosques Andinos. Artículo 06. República de Perú. Recuperado de: <https://bit.ly/2BF0chF>

García D. (2016). Formulación de actividades de restauración ecológica para el proyecto de mejoramiento, rehabilitación y reconstrucción de la vía Palomas – Mambita, departamento

de Cundinamarca. Tesis de especialización. Universidad Libre. Recuperado de:
<https://bit.ly/2V7lXOE>

Garzón N., Córdoba M., Gutiérrez J. (2014). Construcción participativa de estrategias de restauración ecológica en humedales del Magdalena Medio, Colombia: una herramienta para el ordenamiento ambiental territorial. *Revista Biota Colombiana*. Vol. 15, suplemento 2. Recuperado de: <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/356/354>

Guerrero M. (2012). El vivero de plantas nativas, un elemento clave en el manejo integral de la microcuenca La Joya. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, México. Disponible en: <http://fcu.uaq.mx/crcc/docs/Creaciondeunvivero.pdf>

Herbario JBB en línea - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Disponible en: <http://colecciones.jbb.gov.co/herbario>. Consultado en 2019-02-19

Jardín Botánico de Bogotá *José Celestino Mutis*. (s.f.). Restauración ecológica participativa. Recuperado de: <http://www.jbb.gov.co/index.php/restauracion-ecologica/restauracion-ecologica-participativa>

Jiménez, F. (1993). Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación. *Revista Hojas Divulgadoras*. Núm. 6/93. 36 pp. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf

López E., Toloza A. (s.f.). Estado del arte del tema de restauración ecológica en bosque andino como herramienta para su implementación en el departamento de Santander. Informe final de trabajo de grado. Unidades Tecnológicas de Santander UTS. Recuperado de: <https://bit.ly/2GYnAKT>

- López N., Mosquera C. (2002). Evaluación del programa “Gas para el campo” en el contexto del Santuario de Flora y Fauna Galeras. *Revista de Ciencias Agrícolas – Universidad de Nariño*. Vol. XIX. Número I – II. Págs. 157 – 167.
- López N., Orjuela M., Velásquez H. (2010). Restauración ecológica participativa en el Santuario de Fauna y Flora Galeras y Parque Las Orquídeas. *Revista Mosaicos*. Págs. 163 – 183. Recuperado de: <https://bit.ly/2GQbh33>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental Colombia. (2015). Autores varios. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá D.C. Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2epCwln>
- Miranda J. (s.f.). Restauración ecológica participativa en SPNN. Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2DUw96a>
- Moreno B. & Moreno S. (2016) Implementación y seguimiento de la restauración ecológica mediante enriquecimiento con especies nativas en el bajo calima, municipio de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Palmira, Colombia. Disponible en: <https://bit.ly/2GyMnp9>
- Murcia C. y Guariguata MR. 2014. La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR. Recuperado de: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf
- Murcia C, Guariguata MR, Quintero-Vallejo E y Ramírez W. 2017. La restauración ecológica en el marco de las compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia: Un análisis crítico. Documentos Ocasionales 176. Bogor, Indonesia: CIFOR. Recuperado de: <https://bit.ly/2Shyspa>

- Municipio de Yacuanquer. (2000). Esquema de Ordenamiento Territorial 2000 – 2008. 3. Síntesis diagnóstica. Págs. 45 – 88. Recuperado de: <https://bit.ly/2SMv76r>
- Navall, M. (s.f.). El Vivero Forestal: Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-viveroforestal.pdf>
- Robert, E., Figueredo L., González E. (2013). Propuesta para la rehabilitación ecológica de un sitio degradado en la franja costera de la Reserva de la Biosfera Baconao. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. Vol. 1 (2).
- Sistema Electrónico de Contratación Pública –SECOP- (2017). DETALLE DEL PROCESO NÚMERO: 0252017. Gobernación de Nariño. Pasto, Colombia. Disponible en: <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-11-7360363>
- Plan Municipal de Desarrollo – Yacuanquer. Yacuanquer con equidad 2016 – 2019. Yacuanquer, Nariño. Disponible en línea.
- Restrepo J. (2016). Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica “Encenillo”, Guasca Cundinamarca. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <https://bit.ly/2BJhvhM>
- Romero J. (2012). El bosque alto-andino: una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C., República de Colombia.
- Sarmiento F. (2000). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Quito, Ecuador: Editorial Abya Yala. Recuperado de: <https://bit.ly/2XdY2Un>. Pág. 114.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International. Recuperado de: <https://bit.ly/2Dh1i4K>

Timaná E. (2011). Proyecto de establecimiento de vivero municipal – Yacuanquer. Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria. Yacuanquer, Colombia. Disponible en: <https://bit.ly/2Iqyco9>

Universidad Nacional de Colombia. Autores varios (2007). Guía metodológica para la RESTAURACIÓN ECOLÓGICA del bosque altoandino. O. Vargas (ed). Convenio interinstitucional Acueducto de Bogotá, jardín botánico de Bogotá, Secretaría distrital de ambiente, Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2zQxHvh>

Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p. Recuperado de: http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=160946

Vargas, Jesús Orlando. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. **Acta Biológica Colombiana**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 221-246, mayo 2011. ISSN 1900-1649. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280/28009>. Fecha de acceso: 10 mayo 2018

- Vargas O., Díaz J., Gómez P., Reyes S. (2012). Guías Técnicas Para La Restauración Ecológica De Los Ecosistemas de Colombia. Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL. Universidad Nacional de Colombia – sede Bogotá. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2oBUcx4>
- Vargas O., Reyes P. (2011) (Eds). LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA PRÁCTICA: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bogotá D.C. Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2tscTii>
- Vargas, O., Velasco P. 2008. Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino: el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca / Orlando Vargas (ed). – Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. 372 pp.
- Velazco, P. (2011). Utilización de las perchas artificiales para aves. Contenido en: *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Recuperado de: <https://bit.ly/2zQxHvh>. Pág. 96