

Restauración Ecológica

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A SUELOS IMPACTADOS POR INCENDIOS FORESTALES

ECOLOGICAL RESTORATION ON IMPACTED GROUNDS BY FOREST FIRES

Manuela Estefanía Zuluaga Reyes
Ingeniera ambiental
Tunja, Colombia.

U2700991@unimilitar.edu.co; estefaniazulu20@gmail.com

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad
Politécnica de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN
(Bogotá D.C.)

Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE
RECURSOS NATURALES
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAYO DE 2020**

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A SUELOS IMPACTADOS POR INCENDIOS FORESTALES

ECOLOGICAL RESTORATION ON IMPACTED GROUNDS BY FOREST FIRES

Manuela Estefanía Zuluaga Reyes
Ingeniera ambiental
Tunja, Colombia.

U2700991@unimilitar.edu.co; estefaniazulu20@gmail.com

RESUMEN

Los incendios forestales son causados principalmente por causas antrópicas, siendo una de las principales las quemadas controladas para actividades agrícolas y mineras como preparación del suelo, muchas veces el personal encargado de realizar estas actividades pierden el control sobre el fuego, produciendo así una pérdida considerable de la cobertura vegetal, acelerando a su paso los procesos erosivos y trayendo consigo una alteración a las propiedades edáficas del suelo, tales como: estructura, porosidad, infiltración, régimen térmico y almacenamiento del agua, perdiendo así las funciones ecológicas de este, ya que el fuego al tomar lugar de zona crea un vacío ecológico, a nivel vegetativo como faunístico, es por esto que por medio de una revisión bibliográfica por medio de bases de datos científicas como: EBSCO, Scielo, Dialnet, Redalyc y ResearchGate se presentan alternativas para la recuperación del suelo por medio de la restauración ecológica, la cual es diferente para cada ecosistema y para llevar a cabo este proceso en cada uno de ellos se pueden encontrar recomendaciones basadas en las experiencias de restauración a lo largo de los ecosistemas del mundo.

Palabras clave: incendio forestal, restauración ecológica, propiedades edáficas.

ABSTRACT

Forest fires are mainly caused by anthropic causes, one of the main controlled burns for agricultural and mining activities as soil preparation, often the personnel in charge of carrying out these activities lose control over the fire, thus producing a considerable loss of plant cover,

Restauración Ecológica

accelerating in their wake the erosive processes and bringing with them an alteration to the soil properties , such as: structure, porosity, infiltration, thermal regime and storage of water, thus losing the ecological functions of this, since the fire when taking place as an area creates an ecological vacuum, at the vegetative as faunistic level, this is why through a bibliographic review through scientific databases such as: EBSCO, Scielo, Dialnet, Redalyc and ResearchGate alternatives are presented for soil recovery through ecological restoration, which is different for each ecosystem and to carry out this process in each of them can be found recommendations based on the restoration experiences across the world's ecosystems.

Keywords: forest fire; ecological restoration, edaphic properties.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales en su mayor parte son originados antrópicamente, es decir por el humano, se pueden generar intencionalmente para la ampliación de la frontera agropecuaria, o por negligencia al no tomar precauciones, sobre todo en las quemas agrícolas, también por descuido (fumadores, fogatas, pólvora, entre otros), accidentalmente (caída de líneas eléctricas o roce de las mismas con la vegetación) y por atentados terroristas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2002); sin embargo estos no se presentan de manera recurrente ni se propagan de igual manera, debido a que dependen en gran manera por las condiciones meteorológicas (Ramos et al, 2017)

Culturalmente en Colombia se ponen en práctica las quemas controladas para actividades agrícolas y mineras para la preparación del suelo, el descapote del terreno, la recolección de cosechas o disposición de rastrojos y las quemas abiertas para el control de los efectos de las heladas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005); a pesar de las exigencias establecidas en la Resolución 532 de 2005, muchas veces el personal no tiene el control total, sobre la quema, ni un plan de contingencias adecuado, por lo cual puede generar un incendio forestal, produciendo una pérdida considerable de la cobertura vegetal lo que conlleva a la pérdida de las características edáficas, acelerando procesos erosivos.

Según (CORPOURABÁ, 2015) un incendio es el fuego que se propaga sin control consumiendo material vegetal (rastrojos, matorrales, sabanas, pastizales, páramos, cultivos y plantaciones forestales) como combustible principal y afecta un área superior a una hectárea.

Los incendios forestales son los factores principales de la degradación de la cobertura vegetal, ya que generan y aceleran los procesos erosivos haciendo que los bosques pierdan sus funciones ecológicas (protección y conservación del suelo, regulación y control de avenidas

Restauración Ecológica

torrenciales, mejoramiento de la calidad del agua, uso y disfrute social y embellecimiento del paisaje) (López, 2004).

Las propiedades edáficas del suelo, tales como: estructura, porosidad, infiltración, régimen térmico y almacenamiento del agua, los cuales son factores importantes en la sostenibilidad se pueden ver profundamente afectados por el fuego (Neary et al, 1999, pág. 58); tras este, el suelo puede sufrir cambios directos producidos por el calentamiento y la combustión e indirectos como consecuencias de la situación microclimática después de la pérdida de la cobertura vegetal y recubrimiento de las cenizas (Bodi et al, 2012)

A nivel global, los incendios forestales siempre han estado presentes y en Colombia por supuesto han sido una constante, en los periodos de menor precipitación, que se han intensificado en épocas del fenómeno del Niño y que han contribuido a la degradación de los ecosistemas boscosos del país, cada año afectan un promedio de 42.000 hectáreas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020)

El fuego al tomar lugar sobre la zona afectada produce un vacío ecológico, a nivel vegetativo como faunístico. Posterior a este y dependiendo de la época en la que se produjo en incendio, así como la intensidad y duración, la vegetación se empieza a regenerar dependiendo de su estado inicial, de las condiciones climáticas post – incendio así como de las características resultantes de las alteraciones producidas en el suelo. (Mataix-Solera, Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración (Tesis Doctoral), 1999)

Restauración Ecológica

Todos los suelos se clasifican en 5 horizontes (O, A, E, B, C) el horizonte O es en el que se encuentra una capa de material orgánico que constituye un tipo de humus especial teniendo en cuenta las características del bosque y la composición del suelo (Thiers et al, 2014); este horizonte es el más importante y el que se ve más impactado por los incendios forestales, por lo anterior se hace necesario restaurar ecológicamente los suelos impactados por incendios forestales, premisa que hace surgir el cuestionamiento investigativo del presente estudio teórico, el cual; pretende especificar las zonas en las que se combinen una mayor dificultad de regeneración después de un incendio y un elevado riesgo erosivo, es importante que la restauración proporcione una rápida cubierta vegetal que pueda controlar los procesos de degradación (Bautista et al, 1996).

El presente artículo pretende estudiar los conceptos claves sobre la restauración ecológica y los métodos más utilizados para restaurar suelos impactados por incendios forestales. Es así como la autora se propuso revisar información científica de los últimos 10 años relacionada con el tema de estudio; de la misma manera, clasificar información al respecto mediante la realización de un estado del arte en el cual se evidencien experiencias que detallen el método más eficaz para recuperar suelos impactados por incendios forestales.

1. MARCO TEÓRICO.

Es pertinente decir que, si la marca del fuego es aguda son evidentes los impactos sobre la flora y la fauna, en el caso de la flora las ramificaciones de las plantas presentes en el ecosistema se mineralizan por el efecto de la carbonización a altas temperaturas. El componente faunístico se ve afectado por la muerte de individuos, como por la emigración de los sobrevivientes que logren escapar. (Barrera & Valdés, 2007)

Restauración Ecológica

Lamentablemente el fuego y el calor son responsables de diferentes cambios que se pueden presentar en la estructura del suelo al momento de ocurrencia de un incendio forestal, la materia orgánica se mineraliza rápidamente como efecto de la carbonización desapareciendo así los microorganismos asociados a esta, las altas temperaturas provocan un desecamiento del suelo comprometiendo así las propiedades físicas como el color y la capacidad de retener humedad a consecuencia de la pérdida de la cubierta forestal, la textura también se puede modificar debido al cambio en la proporción de las partículas (Barrera & Valdés, 2007) (Capulín, Mohedano, & Razo, 2010).

Es importante decir que el pH aumenta tras el incendio, debido a que las cenizas se disuelven en la capa posterior de los suelos, si bien es cierto que esto dependerá del tipo de vegetación de la zona afectada, la temperatura alcanzada y el grado de combustión del material vegetal ya que estos determinan la composición de las cenizas (Mataix-Solera & Artemi, Los efectos de los incendios forestales en los suelos: Síntesis y conclusiones. Nuevos retos en la investigación y gestión, 2009).

La restauración Ecológica comenzó a ser desarrollada a finales del siglo XX por los investigadores: Jordan, Cairns, Bradshaw y Harper; pero el desarrollo más importante que se tuvo fue en la década de los noventa con la creación de la Sociedad de Ecología de la Restauración - SER (Barrera & Valdés, 2007).

El término “Restauración ecológica” ha sido definido como:

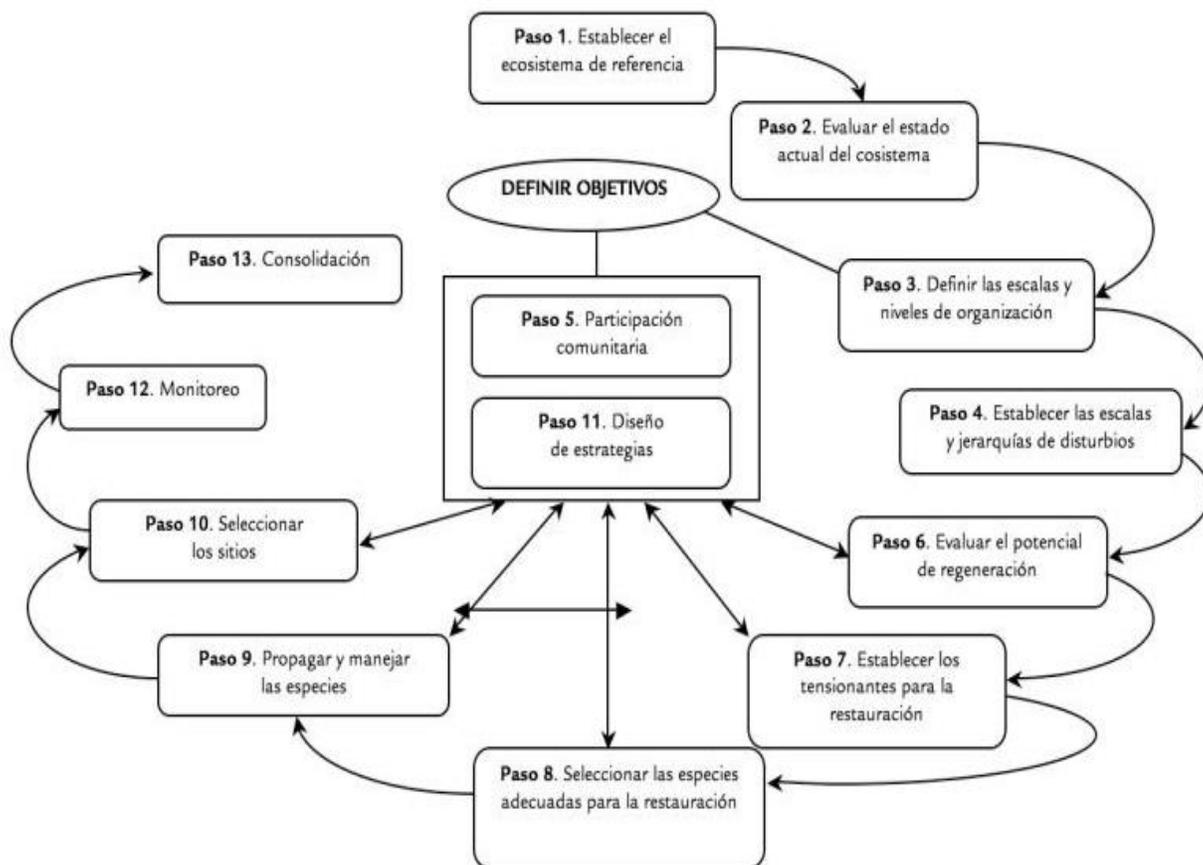
El proceso de asistir el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. En la restauración ecológica se tiene como objetivo el restablecimiento de la función y la estructura de las áreas que han sido disturbadas, utilizando como referencia

Restauración Ecológica

los ecosistemas predisturbio (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. - SER, 2004, pág. 3).

En Colombia la restauración ecológica empezó a ser abordada a mediados de los noventas por organizaciones no gubernamentales (ONG) y universidades. Este tema se fortaleció por medio del establecimiento de estrategias legislativas y normativas que promuevan el desarrollo de programas de restauración publicando diferentes documentos tales como: el Plan Estratégico para la Restauración y el Establecimiento de Boques en Colombia (Plan verde), la Guía metodológica para la restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación y el Protocolo de restauración de coberturas vegetales afectadas por incendios forestales. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2015).

Para iniciar un proceso de restauración ecológica se deben tener conocimientos previos, como: el estado de la zona afectada antes y después del disturbio, grado de alteración, condiciones ambientales regionales, disponibilidad de la biota nativa necesaria para la restauración, la trayectoria sucesional que se va a seguir en la vegetación, composición de especies y el papel de la fauna en el largo proceso de restauración (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012) (Williams-Linera, Álvarez-Aquino, Muñiz-Castro, & Pedraza, 2016). Para llevar a cabo este procedimiento se recomienda seguir los trece pasos establecidos en la Guía de Técnica de Restauración (Ver Gráfico 1).

Figura 1. Secuencia y Relaciones de los 13 pasos fundamentales en la restauración ecológica

Fuente: (Vargas, 2007)

Al definir el ecosistema de referencia se debe reconstruir con base a la información de diferentes fuentes y así saber cuales eran las condiciones anteriores al disturbio, esto se puede hacer por medio de un listado de especies existentes antes de la perturbación, revisión de fotografías históricas, ubicación de remanentes en el sitio, revisión de versiones históricas de personas familiarizadas con el entorno, evidencias paleoecológicas y paleohidrológicas; se recomienda también buscar ecosistemas similares, todo esto con el fin de intentar de devolver el ecosistema afectado a sus condiciones iniciales (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

Restauración Ecológica

Se debe realizar una evaluación de las condiciones previas y actuales del ecosistema, para así evidenciar la magnitud del problema y poder definir las metas a las que se pretende llegar con el proyecto de restauración, para esto se debe tener en cuenta la ubicación de parches dentro del ecosistema original, usos del suelo, composición de especies y dinámica de la vegetación, biota del suelo, fauna dispersora de semillas, estado del suelo y el agua, topografía y clima regional (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

Los proyectos de restauración ecológica deben tener en cuenta los diferentes niveles de organización jerárquica de los ecosistemas (Paisaje Regional, Comunidad – Ecosistema, Población – Especies y Genética), en cada nivel se definen diferentes objetivos de trabajo, es necesario precisar escalas según los niveles de organización incluyendo componentes como: composición, estructura y función, los cuales también pueden servir como variables de monitoreo (Noss, 1990) (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

Precisar los objetivos del de proyecto nos permite definir el estado deseado dentro de las capacidades posibles del ecosistema, estos deben ser establecidos de la manera más clara posible y se debe tener en cuenta el presupuesto destinado, ya que de este depende la extensión del área a intervenir, personal, acciones a ser implementadas, tiempo de implementación, evaluación y monitoreo, para así lograr que el proyecto sea exitoso en términos de efectividad y costos (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

Todos los ecosistemas están sujetos a un régimen de disturbios tanto naturales como antrópicos y de estos se establece una dinámica espacial y temporal en los paisajes, los incendios forestales están catalogados dentro de la escala de jerarquías y disturbio como uno de los más frecuentes en los ecosistemas colombianos. Las dos dimensiones en las que se debe evaluar el disturbio presentado (incendio forestal) son: espacial y de magnitud (extensión e intensidad) y la

Restauración Ecológica

dimensión temporal (frecuencia y estación climática en la que ocurre) (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

En los proyectos de restauración la participación de la comunidad tiene una alta importancia, ya que el disturbio afecta a las personas de la región por los servicios ambientales que presta la zona impactada, por consiguiente es necesario tener en cuenta tanto en el manejo del área como las necesidades de las comunidades, teniendo en cuenta las relaciones culturales de la población con su entorno y así motivarlos a participar en la recuperación de la vegetación nativa y su conservación. (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012)

Con base en lo anterior, las personas deben tener una participación activa en el proyecto desde su formulación donde ellos expresan el conocimiento que poseen basado en las experiencias adquiridas. El diálogo y el intercambio de saberes favorece al planteamiento de la estrategia adecuada, además con esto se puede lograr que la comunidad se personifique del proyecto y le de continuidad, ya que los conduce al reconocimiento del papel que cada quien puede desempeñar. Todo esto sin dejar de articular los objetivos de la conservación de la biodiversidad con el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales (Cano & Zamudio, 2006).

Para la evaluación del potencial de regeneración se debe tener en cuenta la disponibilidad de especies de la región, ubicación, abundancia, y etapa sucesional. Es importante conocer la composición de especies, estratificación y mecanismos de regeneración de las especies: bancos de semillas, bancos de plántulas, bancos de retoños y mecanismos de dispersión en el paisaje (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

Por otra parte, es necesario mencionar los tensionantes; son aquellos factores que limitan la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos (Vargas, 2007), los de

Restauración Ecológica

tipo ecológico son aquellos que influyen en los mecanismos de regeneración y colonización de especies (dispersión de semillas, establecimiento de plántulas, persistencia de individuos) y los de tipo socioeconómico son aquellos factores políticos, económicos y sociales que limitan el proceso de regeneración de la tierra (usos del suelo) (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

La selección de las especies adecuadas para la restauración es muy importante y de ella depende el éxito de los proyectos, se seleccionan las especies teniendo en cuenta una escala de atributos que pueden ser útiles en el sitio que se planea restaurar, para áreas en las que se pretenda recuperar el suelo es importante combinar especies fijadoras de nitrógeno con especies que produzcan gran cantidad de hojarasca. (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012)

Una vez se tengan seleccionadas las especies se inicia con su propagación, la cual en la mayoría de los casos, es una limitante; ya que no se consiguen las plántulas en los viveros locales, o no son suficientes para la extensión del proyecto, también la escasés de semillas de especies pioneras o de crecimiento rápido que inicien la sucesión y de especies en estados más avanzados que permitan la recuperación de la estructura y la composición del ecosistema. En los casos donde estos factores limitantes se presenten es posible conseguir plántulas o rebrotes, o sembrar directamente las semillas en el área a restaurar (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012).

La selección de los sitios a restaurar debe hacerse teniendo en cuenta factores como: ubicación en sitios accesibles, (vías o caminos de acceso, sitios cercanos, facilidad de accesos de la comunidad, habilidad para realizar monitoreo), áreas de interés comunitarios, definir los disturbios y su frecuencia (fenómenos estacionales: inundaciones, fuego, heladas)., evaluar

Restauración Ecológica

prácticas culturales que puedan aportar al proyecto, establecer la presencia de poblaciones de herbívoros, especies invasoras, evacuar gradientes topográficos y patrones de drenaje, restablecer el régimen de flujo hidrobiológico natural y evaluar el estado del suelo. (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012)

En el diseño de acciones para la restauración, en este caso para suelos afectados por incendios forestales, se debe buscar la implementación de medidas que enriquezcan los nutrientes del suelo, establezcan especies nativas, introduzcan especies de microfauna y mejoren la capacidad de retención del agua (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012), ya que como ya se mencionó es una de las capacidades que pierde el suelo al ser impactado por el fuego.

Dentro del proceso de la restauración ecológica, el monitoreo consiste en el seguimiento y evaluación continua de los cambios que experimenta el ecosistema con el tratamiento aplicado y su principal objetivo es asegurar el éxito del proyecto, el diseño de este proyecto debe realizarse en concordancia con los objetivos planteados en la restauración y planear los tratamientos aplicados, un monitoreo efectivo es aquel que acompaña el proceso de restauración desde el diagnóstico y continúa con el hasta el momento en que el ecosistema ha recuperado su integridad ecológica. (Holl & Cairns, 2002)

Es así como la consolidación de un proyecto de restauración implica la superación de los tensionantes del disturbio y el mejoramiento del ecosistema, el cual cumplió los objetivos planteados y que el proceso está siendo desarrollado satisfactoriamente y el ecosistema muestra variables de autosostenimiento con el enriquecimiento de especies, recuperación de la fauna, y el restablecimiento de los servicios ambientales. (Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL, 2012)

Restauración Ecológica

Teniendo en cuenta la información mencionada anteriormente se plantea estudiar los métodos más utilizados para restaurar suelos impactados por incendios forestales mediante la recolección e indagación de información científica relacionada con el tema y las especies de plántulas con las que se presentan mejores resultados.

1.1. ENRIQUECIMIENTO Y SUPLEMENTACIÓN DEL BOSQUE

Cuando el disturbio reduce al mínimo la presencia de la cobertura vegetal es necesario incluir una densidad suficiente de especies en las zonas afectadas, ya que estas pierden su capacidad de colonizar. Para llevar a cabo este procedimiento se deben incluir especies nativas del ecosistema y de la región a restaurar. Se deben usar distancias de siembra cortas, densidades de siembra altas y buscando la mayor diversidad posible mezclando especies de crecimiento rápido, con las de crecimiento lento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2015).

Consiste en el restablecimiento de los atributos de la cobertura vegetal, tanto en estructura como en composición; con la implementación de esta estrategia para la recuperación del suelo e incorporación de la vegetación nativa se permite en el, la disponibilidad de nutrientes abriendo paso así a la evolución natural del sistema en la que las especies reintroducidas inician procesos de reconocimiento de la flora y fauna nativa generando así procesos de apropiación en este entorno (Ocampo-Zuleta, 2019).

1.2. ESTABLECIMIENTO DE BARRERAS

El establecimiento de barreras busca disminuir los efectos de borde y facilitar la recuperación de la parte interna de los bosques. Una barrera densa de árboles y arbustos nativos

Restauración Ecológica

tiene un efecto positivo, ya que frena corrientes de aire y disminuye los impactos sobre los bordes por radiación, incrementos de temperatura, erosión, compactación, entre otros. Esta estrategia tiene efectos rápidos dependiendo de las especies que se empleen, por lo que es necesario el uso de especies de crecimiento rápido mezclado con especies arbóreas capaces de soportar radiaciones altas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2015).

Para la recuperación de suelos impactados por incendios forestales el método de establecimiento de barreras ha sido utilizado en programas de restauración ecológica colocando el material arbóreo incendiado perpendicularmente a la ladera que se planea restaurar, logrando así de manera natural la acumulación del suelo de arrastre (Whisenant, 2005).

1.3. REDISTRIBUCIÓN DE PLÁNTULAS

Las plántulas son consideradas clave en procesos de restauración, ya que en muchos casos son la única alternativa para la obtención de plantas. Esta estrategia busca el enriquecimiento del bosque a través del trasplante de plántulas en el mismo bosque, logrando una mejor distribución y evitando tasas de mortalidad por competencia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, 2015).

2. MÉTODOS

Los documentos relacionados con el proyecto Restauración Ecológica a Suelos Impactados por Incendios Forestales se basan en los documentos sobre impactos e incidencia de los incendios forestales, alteraciones físico – químicas a los suelos impactados por incendios y sobre la restauración ecológica; se deben seleccionar las fuentes documentales con rigor científico ya que la investigación documental es una técnica y una estrategia de recolección y

Restauración Ecológica

validación de la información importante en el diseño metodológico de un proyecto, se requiere de la obtención de información, de su análisis e interpretación (Galeano, 2004, pág. 114)

Como estrategia de investigación tiene la finalidad de analizar los hechos, proporcionar conocimientos nuevos y ser una guía para la acción. (Galeano, 2004, pág. 136) El desarrollo de las propuestas de investigación suponen la revisión cuidadosa y sistemática, de estudios, informes de investigación, estadísticas, literatura y en general, documentos con el fin de contextualizarlo y estar al día sobre lo que circula en el medio científico con relación al tema objeto de estudio. (Galeano, 2004, pág. 113). La posibilidad de realizar la investigación es alta ya que se dispone de acceso a las fuentes documentales

Para el desarrollo del proyecto de restauración del suelo producido por los incendios forestales, investigación documental, se va a hacer por fases

1. Revisión bibliográfica sobre incendios forestales
2. Revisión de trabajos de investigación sobre restauración del suelo
3. Síntesis sobre la temática consultada.

El proceso de búsqueda de la revisión bibliográfica acerca de los incendios forestales y la restauración del suelo se efectuó por medio de bases datos científicas como: EBSCO, Scielo, Dialnet, Redalyc y ResearchGate. Se exploraron y analizaron alrededor de 50 artículos, además de las políticas y guías vigentes realizadas por el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; estos fueron seleccionados por su aporte al cumplimiento del objetivo de este escrito.

Entre las técnicas más usadas para hacer rastreo bibliográfico se encuentra el estado del arte como una categoría central y deductiva que se aborda y se propone como estrategia metodológica para el análisis crítico de las dimensiones política, epistemológica y pedagógica de la producción investigativa en muchos ámbitos de investigativos y de producción de textos. La

Restauración Ecológica

finalidad de este escrito es elaborar una reflexión sobre la construcción de un estado del arte sobre la restauración de suelos impactados por incendios forestales como objeto de estudio. Eso significa que a partir del análisis gnoseológico se concibe el proceso metodológico y técnico de la investigación.

La intención es validar la idea de que la postura epistemológica se convierte en la columna vertebral del desarrollo de un estado del arte. (Páramo & Otálvaro, 2006)

El estado del arte requiere de un análisis hermenéutico y crítico de su objeto de estudio para la transformación de su significado, de manera que le permita superar la visión de técnica de análisis del conocimiento investigado. En este caso se define como una investigación de investigaciones. En la actualidad se ha convertido en una herramienta esencial en universidades y centros de investigación para revisar la situación actual de conocimiento de su producción investigativa, hacer un balance de esta y crear nuevos escenarios de formación e investigación en los respectivos campos de interés.

En ese sentido, el estudiante desarrolla sus competencias y destrezas investigativas, tales como la selección y delimitación del problema y el objeto de estudio por investigar, la búsqueda de información en bases de datos y el manejo del recurso informático a través de esta estrategia metodológica. (Calvo, 1987)

Esto permite al investigador comprender nuevos sentidos de los contextos generadores de investigación, que determinan enfoques y tendencias del objeto de estudio con un compromiso hacia la acción emancipadora. En este apartado se desarrollan tres aproximaciones conceptuales del estado del arte. La primera se define como una investigación documental, la segunda como una revisión de propuestas investigativas y la última como una investigación con finalidades de

Restauración Ecológica

construcción de sentido. Es una técnica que consiste en revisar qué se ha escrito y publicado sobre el tema o área de la investigación.

Cuando se hace referencia a una investigación documental es porque su estudio es metódico, sistemático y ordenado, con objetivos bien definidos, de datos, documentos escritos, fuentes de información impresas, contenidos y referencias bibliográficas. Sirve de base para la comprensión del problema, la definición de nuevos hechos o situaciones problemáticas, la elaboración de hipótesis o la orientación a nuevas fuentes de investigación en la construcción de conocimiento. Los productos de análisis de las investigaciones permiten la generación de nuevas alternativas de investigación y formación que, a su vez, logran nuevas reflexiones, interpretaciones y comprensiones teóricas, como aporte al desarrollo científico de la problemática presente de la evaluación. El estado del arte es una revisión de las propuestas de investigación y sus productos y el desarrollo teórico, investigativo y social de un fenómeno. Como exponen Cifuentes, Osorio y Morales'; es, también, un elemento básico e indispensable para definir y estructurar la investigación. (Cifuentes, Osorio, & Morales, 1993)

Por su parte (Hoyos, 2000) plantea que el estado del arte es una estrategia para el desarrollo teórico, investigativo y social, sirve de base para la producción de investigación, la ubicación y orientación de la praxis social y la formación de futuros investigadores. Es evidente que un estado del arte que trasciende la mirada técnica propone una estrategia que forma parte del avance científico de un objeto de conocimiento que podría contribuir a la creación de teoría, investigación, formación y transformación de la práctica social. El estado del arte tiene distintas combinaciones de elementos que se pueden presentar según el diseño específico.

Los nuevos campos teóricos y metodológicos de investigación se crean a partir del análisis y la lectura crítica de las investigaciones analizadas y sus productos. El estado del arte

Restauración Ecológica

es una investigación documental que tiene un desarrollo propio, cuya finalidad es dar cuenta de construcciones de sentido sobre bases de datos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la elección de las especies para restaurar depende de las condiciones de cada ecosistema (climáticas, edáficas, estado predisturbio) y así lograr que los procesos de restauración sean exitosos, es así como después de consultar investigaciones realizadas puede mencionarse que se define restauración ecológica como el proceso de asistencia a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. En este sentido, en la recuperación de un bosque deberían asistirse su regeneración y otros procesos funcionales que lo sostienen. Varios autores coinciden en que los principios de la restauración de ecosistemas terrestres son los mismos que los de la sucesión ecológica. El proceso de regeneración natural sobre sitios degradados ha sido observado, pero éste resulta mucho más lento que en claros naturales suelen plantearse objetivos de restauración.

Es así que los factores que limitan el establecimiento se definen de acuerdo a su acción sobre las distintas etapas de la regeneración secundaria, y la importancia relativa de cada uno es altamente variable con el clima, el tipo de suelo, la vegetación existente, y la historia y tipo de manejo de la tierra, dando particularidad a cada sitio de estudio. El primer factor limitante en la regeneración secundaria es la inmigración de propágulos. A medida que aumenta la distancia entre bosque y potrero, la lluvia de semillas sobre este último cambia en su cantidad y/o calidad con respecto al bosque.

Restauración Ecológica

En cuanto a las necesidades globales y regionales para la restauración no sólo se han formulado desde los ámbitos académicos en publicaciones científicas, sino que también están establecidas desde niveles internacionales y compromisos gubernamentales. A modo de ejemplo se pueden citar la meta de Aichi 15 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Desafío de Bonn y la Iniciativa 2020, en la cual la Argentina comprometió la restauración de 1 millón de hectáreas. Actualmente, en Latinoamérica, sólo Brasil, Colombia, Ecuador y Guatemala cuentan con planes oficiales de restauración ecológica para ejecutar sus proyectos. Desde la perspectiva de experiencias gubernamentales, se considera que para promover y fortalecer la restauración ecológica se necesitan varias líneas de acción y algunas actividades asociadas a las necesidades de cada terreno, sus perspectivas fluviales, de fauna y de flora.

De esta manera y por las particularidades de cada necesidad, es notorio que la discusión persista, para que se puedan consolidar la interacción y la comunicación, y al mismo tiempo, favorecer la visibilidad, el intercambio y la comunicación horizontal. Es así que deben plantearse acciones concretas como encuentros regionales o nacionales que incluyan a distintos actores sociales involucrados en la restauración. La comunicación también se puede fortalecer con el fomento de la interdisciplina y la transdisciplina, con acciones que permitan vincular a actores sociales y que promuevan una difusión mayor de temas vinculados con la restauración en la sociedad en general.

Es necesario mencionar la detección de especies exitosas que han sido probadas para que se reproduzcan autonomamente; por ejemplo el chusque planta que se encuentra entre los grupos más célebres entre las especies zoócoras (dispersión de semillas por acción animal) y el de la especie anemócora (dispersión de semillas por acción del viento). Si se controla el

Restauración Ecológica

chusque, las formas de dispersión de los propágulos podrían contribuir a la expansión del bosque, colonizando la matriz adyacente y generando condiciones ambientales más benignas.

Cabe destacar que para el restablecimiento de suelos paramizados, favorece que los propágulos sean grandes y pesados; esto permite que se queden en la región afectada incluso en situaciones de estrés ambiental como ocurre en el ecosistema mencionado. Sin embargo, un aspecto crucial en estas especies es su reproducción vegetativa media a alta, confiriéndoles una ventaja en la regeneración posterior a un disturbio y en la adquisición de espacio lo cual se observa en la tendencia de las *Miconia* a colonizar el borde de chusque cuando éste muere y los claros en el bosque.

Por otra parte, las hojas de esta especie poseen un alto contenido de hojarasca comparable en muchos estudios solamente con otras de hoja no caduca, este atributo se asocia con una alta inversión de recursos para su defensa o protección contra las heladas aspecto clave para que las plantas nativas se reproduzcan y mantengan en el borde paramizado. Además los grupos de plantas mencionadas enriquecen el suelo impactado y pueden activarse fácilmente bajo los claros del bosque generados por la muerte y caída de los árboles más grandes. En cuanto a las hojas de las plantas que se utilizan para rehabilitar los suelos impactados son necesarias aquellas que estén asociadas con una alta producción de biomasa, relativamente alta velocidad de crecimiento y de recambio de tejidos, dependiendo de su forma de crecimiento.

Teniendo en cuenta la información mencionada anteriormente los tres métodos mencionados en esta investigación (enriquecimiento y suplementación del bosque, establecimiento de barreras y redistribución de plántulas), son adecuados para la restauración de suelos afectados por incendios forestales, entre los más utilizados y con mejores resultados se encuentran el enriquecimiento y suplementación del bosque y el establecimiento de barreras,

Restauración Ecológica

porque permiten la reconstitución del material vegetal, así como de los microorganismos encargados de la regeneración de las propiedades edáficas, como de la nutrición del suelo para el sostenimiento de la flora sembrada, facilitando la recuperación del ecosistema afectado.

De esta manera la presente investigación, junto con otras que le anteceden y precederán, brinda oportunidades de conocimiento a los agentes interesados en el tema; basta discutir y planear la construcción de procesos más generales y útiles para la restauración de áreas disturbadas. Es deber de los futuros investigadores en el tema continuar en la búsqueda de especies adecuadas para la restauración de la vegetación en paisajes sinistrados teniendo en cuenta el acervo cognitivo local, como fuente de información primaria y legítima, cuya inserción en los programas de restauración incrementa las posibilidades de apropiación y transformación de la población de su territorio y su herencia cultural.

CONCLUSIONES

- La restauración de cada ecosistema es diferente y aunque no hay una metodología general para llevar a cabo este proceso en cada sitio, se pueden encontrar recomendaciones generales basadas en las experiencias del proceso de restauración en diferentes ecosistemas a lo largo del mundo.
- La restauración ecológica es una prioridad global y nacional en la que confluyen múltiples actores y disciplinas. Se necesita un espacio en el que converjan las disciplinas involucradas, a fin de contribuir a la construcción social de la importancia y el sentido de la restauración en un escenario de grandes problemas de degradación de los ecosistemas de nuestro país. En este marco se propone un aporte al desarrollo de una restauración ecológica plural y multidisciplinaria, que busque la integración entre teoría y práctica, y la mejor relación entre la sociedad y la naturaleza.

Restauración Ecológica

- En el campo de la restauración de suelos siniestrados por incendios, resulta importante que la selección de especies vegetales obedezca a estudios de diferentes aspectos como características morfológicas y fisiológicas, el tipo de propagación y su desempeño bajo diferentes condiciones ambientales.
- Los trabajos analizados muestran que además de los estudios específicos es conveniente realizar trabajos a nivel de comunidad vegetal , ya que estos aportan importantes datos para la comprensión del proceso de regeneración natural y el papel de las especies en el ecosistema, información fundamental para el planteamiento y posterior implementación de estrategias de restauración exitosas.
- El análisis de los estudios abordados en este artículo, ya sea de experimentación o aplicación a la restauración, busca favorecer y dar continuidad al enriquecimiento del conocimiento ecológico tradicional, fue determinante para conocer los atributos ecológicos y potencialidades de las métodos, técnicas y aspectos claves tales como la capacidad de rebrote, la arquitectura, la forma del sistema radical y la persistencia ante condiciones adversas, logrando así inferir su potencial para la restauración ecológica de suelos impacatados por incendios y dar inicio al trabajo de rehabilitación tan necesaria en estos tiempos en los que cualquier espacio cubierto de vegetación es una riqueza para los habitantes humano y de flora y fauna que lo circundan.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a la Universidad Militar Nueva Granada por facilitar que sus estudiantes adquieran conciencia y se comprometan con el hecho ecológico circundante, de igual manera a la Doctora Ximena Lucía Pedraza Nájjar quien dedicó sus habilidades y conocimientos

Restauración Ecológica

para que esta idea se hiciera realidad y a los docentes del pensum asignados por sus excelentes y oportunos conocimientos impartidos.

Referencias

- Barrera, J., & Valdés, C. (2007). Herramientas para Abordar la Restauración Ecológica de Áreas Disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 12(II), 11-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/499/49912203.pdf>
- Bautista et al. (1996). Siembra de Herbáceas y Aplicación de Mulch para la Conservación de Suelos Afectados por Incendios Forestales. En F. C. CEAM, *La Restauración de la Cubierta Vegetal en la Comunidad Valenciana* (págs. 395-434). Valencia: V. R. Vallejo, Editor.
- Bodi et al. (2012). Efectos de los Incendios Forestales en la Vegetación y el Suelo en la Cuenca Mediterránea: Revisión Bibliográfica. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 33-55. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=3885420>
- Calvo, G. (1987). *Seis modelos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación: el caso del proyecto de Extensión REDUC - Colombia en la Universidad Pedagógica Nacional*. Bogotá: Editorial Icfes.
- Cano, I., & Zamudio, N. (2006). *Recuperar Lo Nuestro*. Bogotá D.C: Grupo de Restauración Ecológica.
- Capulín, J., Mohedano, L., & Razo, R. (2010). Cambios en el suelo y vegetación de un bosque de pino afectado por incendio. *Terra Latinoamericana*, 28(1), 79-87. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n1/v28n1a9.pdf>

Restauración Ecológica

- Cifuentes, M. R., Osorio, F., & Morales, M. J. (1993). *Una perspectiva hermenéutica para la construcción de estados del arte. Cuadernillos del trabajo social*. Manizales: Universidad de Caldas.
- CORPOURABÁ. (2015). *Plan de Contingencia Frente al Fenómeno El Niño 2015 - 2016*. Apartadó, Colombia. Obtenido de http://corpouraba.gov.co/sites/default/files/plan_de_contingencia_fenomeno_el_nino_2015-2016_1_0.pdf
- Galeano, M. (2004). *Estrategias de Investigación Social Cualitativa: El Giro de la Mirada*. Medellín: La Carreta.
- Grupo de Restauración Ecológica - GREUNAL. (2012). *Guías Técnicas para la Restauración de los Ecosistemas de Colombia*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia, Convenio de Asociación No. 22 entre Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Holl, K. D., & Cairns, J. j. (2002). Monitoring and Appraisal. En M. R. Perrow, & A. J. Davy, *Handbook of Ecological Restoration* (págs. 411-427). Cambridge: Cambridge University Press. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=moJHjZ9qW_8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Hoyos, C. (2000). *Un modelo para una investigación documental. Guía Teórico - Práctica sobre construcción de estados del arte*. Medellín: Señal.
- López, L. (2004). *Restauración Hidrológico Forestal en la Recuperación de Áreas Degradadas por Incendios Forestales (Tesis Doctoral)*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de <http://oa.upm.es/1401/1/07200406.pdf>

Restauración Ecológica

- Mataix-Solera, J. (1999). *Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución as su conservación y regeneración (Tesis Doctoral)*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Mataix-Solera, J., & Artemi, C. (2009). *Los efectos de los incendios forstales en los suelos: Sintesis y conclusiones. Nuevos retos en la investigación y gestión*. Obtenido de Research Gate: https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Mataix-Solera/publication/229181477_Los_efectos_de_los_incendios_forestales_en_los_suelos_Sintesis_y_conclusiones_Nuevos_retos_en_la_investigacion_y_en_la_gestion/links/0fcfd500826f87ed24000000.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. (2015). *Plan Nacional de Restauración. Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas*. Bogotá D.d: Minambiente.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (11 de Marzo de 2020). *Los Incendios Forestales*. Obtenido de www.minambiente.gov.co: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=428:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-23>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2002). *Plan Nacional de Prevención. Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas*. Bogotá, D.C: Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Los-Incendios-Forestales/554_plan_prevencion_incendios.pdf

Restauración Ecológica

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Resolución 532 "Por la cual se Establecen Requisitos, Términos, Condiciones y Obligaciones, para las Quemadas Abiertas Controladas en Áreas Rurales en Actividades Agrícolas y Mineras"*. Bogotá

D.C. Obtenido de

[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/cc-](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/cc-Resoluci%C3%B3n%20532%20de%202005%20-%20Quemas%20abiertas.pdf)

[Resoluci%C3%B3n%20532%20de%202005%20-%20Quemas%20abiertas.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/cc-Resoluci%C3%B3n%20532%20de%202005%20-%20Quemas%20abiertas.pdf)

Neary et al. (1999). Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*, 51-71. Obtenido de

[https://pdf.sciencedirectassets.com/271259/1-s2.0-S0378112700X00783/1-s2.0-](https://pdf.sciencedirectassets.com/271259/1-s2.0-S0378112700X00783/1-s2.0-S0378112799000328/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCI6BHTBGkJLb%2BXkqq6z9RTfI4SqtEXdhMmilU6Rb6UAgIhAMupgPnnMMr8PEjnL%2FEX1SGzGbdrWYh9ckeyFBLn)

[S0378112799000328/main.pdf?X-Amz-Security-](https://pdf.sciencedirectassets.com/271259/1-s2.0-S0378112799000328/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCI6BHTBGkJLb%2BXkqq6z9RTfI4SqtEXdhMmilU6Rb6UAgIhAMupgPnnMMr8PEjnL%2FEX1SGzGbdrWYh9ckeyFBLn)

[Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCI6BHTBGkJLb%2B](https://pdf.sciencedirectassets.com/271259/1-s2.0-S0378112799000328/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCI6BHTBGkJLb%2BXkqq6z9RTfI4SqtEXdhMmilU6Rb6UAgIhAMupgPnnMMr8PEjnL%2FEX1SGzGbdrWYh9ckeyFBLn)

[Xkqq6z9RTfI4SqtEXdhMmilU6Rb6UAgIhAMupgPnnMMr8PEjnL%2FEX1SGzGbdrW](https://pdf.sciencedirectassets.com/271259/1-s2.0-S0378112799000328/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCI6BHTBGkJLb%2BXkqq6z9RTfI4SqtEXdhMmilU6Rb6UAgIhAMupgPnnMMr8PEjnL%2FEX1SGzGbdrWYh9ckeyFBLn)

[Yh9ckeyFBLn](https://pdf.sciencedirectassets.com/271259/1-s2.0-S0378112799000328/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEgaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQCI6BHTBGkJLb%2BXkqq6z9RTfI4SqtEXdhMmilU6Rb6UAgIhAMupgPnnMMr8PEjnL%2FEX1SGzGbdrWYh9ckeyFBLn)

Noss, R. F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach.

Conservation Biology, 4(4), 355-364.

Ocampo-Zuleta, K. (2019). Modelo descriptivo de restauración ecológica en zonas afectadas por incendios forestales e invasión de retamo espinoso en los cerros orientales de Bogotá.

Acta Biológica Colombiana, 24(1), 1-12. Obtenido de

[http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid](http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=d4408a35-eab3-47e8-8742-57be90bb2c0d%40sessionmgr4007)

[=d4408a35-eab3-47e8-8742-57be90bb2c0d%40sessionmgr4007](http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=d4408a35-eab3-47e8-8742-57be90bb2c0d%40sessionmgr4007)

Páramo, & Otálvaro. (2006). *Investigación Alternativa por la Distribución entre Posturas epistemológicas y no entre métodos*. Santiago: Univesidad de Chile.

Restauración Ecológica

Ramos et al. (2017). Relación Entre Variables Meteorológicas e Incendios Forestales en la Provincia Pinar del Río, Cuba. *Floresta, Curitiba, PR*, 47(3), 343-352.

doi:10.5380/rf.v47i1.50900

Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. - SER.

(2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org &

Tucson: Society for Ecological Restoration International. Obtenido de

https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf

Thiers et al. (2014). Suelos en ecosistemas forestales. En C. Donoso, M. González, & A. Lara, *Ecología Forestal. Bases para el manejo sustentable y conservación de los bosques nativos de Chile* (págs. 133-178). Valdivia, Chile: Ediciones UACH.

Vargas, O. (2007). *Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.

Whisenant, S. (2005). First Steps in Erosion Control. *Forest Restoration in Landscapes*, 350-356.

Williams-Linera, G., Álvarez-Aquino, C., Muñoz-Castro, M.-Á., & Pedraza, R. (2016).

Evaluación del éxito de la restauración del bosque nublado en la región de Xalapa,

Veracruz. En E. Ceccon, & C. Martínez-Garza, *Experiencias Mexicanas en la Restauración de Ecosistemas* (págs. 81-101). Veracruz: CONABIO.