

Acta de Correcciones al Proyecto de Grado Biología


Fecha: febrero 16 2024

Autores: Danna Isabella Mosquera Micolta

Nombre del Proyecto de Grado: Uso de plantas nodrizas para restauración ecológica de bosques secos.

Director: Rodrigo Felibe Estela Uribe

Como indica el artículo 2.27 de las Directrices de Trabajo de Grado, he verificado que los estudiantes indicados arriba han implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Calificación correspondiente.



Firma del Director del Proyecto de Grado

Nota de Aceptación: 3.5

Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado
en cumplimiento de los requisitos exigidos por la
Pontificia Universidad Javeriana para optar el título
de Biólogo.

Dr. HERNAN CAMILO ROCHA NIÑO
Decano Facultad de Ingeniería

DR. MATEO LOPEZ VICTORIA
Director Carrera Biología

Rodrigo Felipe Estela Uribe
Director Trabajo de Grado

Diana Eusse

Diana Eusse
Jurado 1

Mateo Lopez Victoria
Jurado 2

Carta de dirección de trabajo de grado

Yo Rodrigo Felipe Estela Uribe, profesor del Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, informo que dirigí el trabajo de grado de la estudiante Danna Mosquera Micolta titulado “Uso de plantas nodrizas para restauración ecológica de bosques secos”, necesario para optar al título de bióloga. Que se desarrolló durante el segundo periodo del año 2023. El cual dirigí y acompañé durante el tiempo indicado.

Se firma en la Ciudad de Cali el día 29 de enero de 2024



Rodrigo Felipe Estela Uribe

Uso de plantas nodrizas para restauración ecológica de bosques secos



Danna Isabella Mosquera Micolta

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Programa de Biología

Trabajo de grado

2023-2

Uso de plantas nodrizas para restauración ecológica de bosques secos



Danna Isabella Mosquera Micolta

**Director
Rodrigo Felipe Estela Uribe**

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Programa de Biología

Trabajo de grado

2023-2

Agradecimientos

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, Claudia Mónica y Jesús Arturo, por su incansable apoyo, amor incondicional, por nunca dudar de mí, ni de mis capacidades; gracias por el sacrificio a lo largo de mi trayecto académico. Su aliento constante fue fundamental para mi desarrollo y logros. A mi hermana mayor Lizeth Carolina, gracias por ser un ejemplo de amor y dedicación, por estar siempre presente, por creer en mí y por ser ese impulso que me alentó a nunca desistir. A mi hermano mayor Iván Arturo, gracias por ser una guía, y por las palabras de apoyo durante los momentos más desafiantes. A mis tías, Adriana y Paola, quienes siempre estuvieron presentes brindándome su respaldo y palabras de motivación en los momentos que sentía que no podía más. A mis abuelos, Omaira y Marco, les agradezco por su amor incondicional y sabios consejos que siempre me han guiado. A mis amigos y compañeros de la universidad, quienes compartieron conmigo esta travesía académica, agradezco su colaboración, amistad y el intercambio de conocimientos que enriquecieron mi experiencia. A mis docentes y maestros de vida, que definitivamente han marcado en mi vida un antes y un después. A mi director de tesis, Felipe Rodrigo Estela, por su orientación, paciencia y valioso aporte en la culminación de este proyecto académico. Finalmente, quiero extender mi más sincero agradecimiento a la familia Giraldo García, donde he encontrado un segundo hogar, el apoyo incondicional, cariño y aliento han sido un pilar fundamental en este camino académico, gracias por abrirme las puertas de su casa y por brindarme un espacio lleno de calidez y apoyo inquebrantable. Su presencia ha sido un regalo invaluable en mi vida y en el proceso de esta tesis.

Resumen

Los Andes colombianos debido a acciones humanas, se han visto afectados por incendios forestales, afectando así la fauna y flora del ecosistema pues especies en peligro de extinción se han visto involucradas, y aunque la ecología del fuego es importante para los distintos ecosistemas de Colombia, dichas acciones antrópicas, junto con el cambio climático convierten el fuego en un factor perjudicial, por lo tanto, se tiene en cuenta el uso de plantas nodrizas como método de restauración para uno de los cerros tutelares del Valle del Cauca (Cerro de las tres cruces), el cual posee ecosistema de bosque seco tropical, considerando que dichas plantas pueden favorecer la regeneración natural utilizando sus plántulas en el área a restaurar, aportando de manera positiva a nivel macro y micro teniendo en cuenta factores como humedad, depredadores y las relaciones simbióticas entre nodrizas y hongos micorrícicos. Anteriormente en Santiago de Cali, se ha utilizado este método con la especie *Megathyrsus maximus* (pasto guinea), evaluando la eficacia utilizando distinta flora nativa.

Palabras clave: Plantas nodrizas, Bosque seco tropical, Restauración ecológica

Summary

The Colombian Andes due to human actions, have been affected by forest fires, thus affecting the fauna and flora of the ecosystem as endangered species have been involved, and although fire ecology is important for Colombia's different ecosystems, such anthropic actions, together with climate change, make fire a harmful factor, therefore, the use of Nurse plants as a method of restoration is taken into account for one of the tutelary hills of the Valle del Cauca (Cerro de las tres cruces), which has a tropical dry forest ecosystem, whereas such plants can promote natural regeneration by using their seedlings in the area to be restored, contributing positively at macro and micro levels taking into account factors such as humidity, predators and symbiotic relationships between nurses and mycorrhizal fungi. Previously in Santiago de Cali, this method has been used with the species *Megathyrsus maximus* (guinea grass), evaluating the efficacy using different native flora.

Key words: Nurse plants, Tropical Dry Forest, Ecological restoration

Introducción

Los Andes colombianos son ecosistemas biodiversos, gracias a su variada geografía y altitud, La diversidad altitudinal de los Andes colombianos crea diferentes zonas de vida, desde selvas tropicales en las tierras bajas hasta páramos de alta montaña (Sistema Nacional Ambiental, 1995).

La diversidad de climas y ecosistemas sustenta una amplia gama de flora y fauna, incluyendo especies endémicas y en peligro de extinción, estos se encuentran altamente alterados por acciones antrópicas afectando su integridad ecosistémica y a sus componentes de fauna y flora (Kattan, 2003). Por este motivo dentro de la comunidad científica se ha presentado el interés de establecer planes de manejo para lograr conservar especies que se encuentran en peligro de extinción.

Los andes tienen una gran importancia para la población colombiana por los distintos servicios ecosistémicos, tales como recursos hídricos para Colombia, puesto que sus numerosos ríos y cuencas hidrográficas abastecen de agua a las tierras bajas y son fundamentales para la agricultura, la generación de energía hidroeléctrica y el suministro de agua potable; por último y no menos importante, los andes son culturalmente significativos debido a las comunidades indígenas y campesinas que habitan en las regiones andinas tienen una conexión profunda con la tierra, desarrollando sus culturas y prácticas agrícolas adaptadas a las condiciones de las montañas.

En particular, los incendios forestales, una causa prevalente de deterioro ambiental en Colombia, han contribuido a la pérdida de flora y fauna, así como a la contaminación del aire y agua. La magnitud de estos impactos se refleja en la reducción de la capa de ozono, la degradación del suelo, y la exacerbación de situaciones de emergencia como deslizamientos, avalanchas e inundaciones.

En respuesta a esta problemática, la comunidad científica ha manifestado un creciente interés en el desarrollo de planes de manejo y conservación, especialmente dirigidos a especies en peligro de extinción.

Según Morláns, 2004, Una población biológica es un conjunto de organismos de la misma especie, estas se pueden dividir en poblaciones donde los individuos comparten la misma influencia de los factores físicos y biológicos ambientales, dichas poblaciones pueden cambiar su tamaño y estructura dentro de la ecología de las poblaciones biológicas hay distintos tipos de interacciones, las características de una población son el efecto resultante de estas mismas, se diferencian entre elementos intrínsecos y extrínsecos, donde los elementos intrínsecos de la biología de los organismos y los extrínsecos del medio en el cual habitan (Morláns, 2004).

De esta manera, mediante la revisión de varios artículos, se toma en cuenta el método de uso de plantas nodrizas como método de restauración, cuya presencia favorece la regeneración natural del ecosistema, proporcionando condiciones propicias para el crecimiento de especies vegetales objetivo. Este artículo examina la eficacia de dicha estrategia, explorando su aplicación en el contexto específico del Valle del Cauca, con especial atención al municipio de Santiago de Cali y sus valiosos cerros tutelares.

Marco teórico

Incendios y ecología del fuego

Con el objetivo de mantener con vida los ecosistemas, la biología de la restauración se ha consolidado en los últimos años como uno de los principales focos de interés en el panorama ecológico internacional, el cambio climático y la pérdida de bosques a nivel mundial han sido grandes desafíos (Bejarano, 2022).

En la década de 1930 la biología de la restauración fue inicialmente planteada por Aldo Leopold y John Curtis, como la ciencia encargada de la tierra con el fin de recuperar y volver a lo que inicialmente fue de un ecosistema afectado (Leopold, 1949), este concepto de más de 90 años sentó las bases de lo que sería la biología de restauración en la actualidad, considerándose una ciencia relativamente joven, encargada de la tierra con el fin de recuperar y volver a lo que inicialmente fue de un ecosistema afectado (Leopold, 1949), sin embargo, no fue sino hasta 2004 cuando la SER (Society for Ecological Restoration) definió la restauración como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (Bejarano, 2022).

Los incendios forestales en Colombia son una de las principales causas del deterioro y pérdidas de la flora y fauna del país; produce además contaminación de aire y agua; contribuyen en la reducción de la capa de ozono y las fuentes de agua; originan la degradación de los suelos aumentando la escorrentía y el potencial de erosión y por ende, el incremento de situaciones de emergencia por la ocurrencia de deslizamientos, avalanchas e inundaciones, con efectos negativos en la vida humana por muerte, lesiones, o enfermedades y la pérdida o deterioro de los bienes (Sistema nacional ambiental, 1995) .

Según Armenteras, et al, en 2020, en un estudio sobre la ecología del fuego tropical, en el norte de Latinoamérica existen ecosistemas que han evolucionado con el fuego y por ende se consideran dependientes, en estos ecosistemas las especies han desarrollado adaptaciones que les permiten responder de forma positiva al fuego e incluso facilitar su reproducción, y se concluye que la vegetación de éstos es inflamable y propensa al fuego, como es el caso de las sabanas Colombianas, no obstante cuando se trata de cambio

climático o acciones antrópicas, los incendios terminan siendo un perjuicio para la biodiversidad y la integridad ecológica de estos ecosistemas. Por otro lado, en Colombia también hay presencia de ecosistemas que son altamente sensibles al fuego, como los bosques secos, bosques andinos, páramos (subpáramo y páramo propiamente dicho) y el matorral espinoso; puesto que se han visto afectados por el uso del suelo, invasiones de pastos y arbustos, cambiando así la estructura del bosque (Armenteras et al, 2020).

A nivel nacional, en Colombia el 95% los incendios forestales son de origen antrópico, afectando altamente la ecología los distintos departamentos del país, en el caso del departamento del Valle del Cauca, este posee cerca de 984.172 hectáreas de cobertura vegetal entre bosque plantado, bosque natural y rastrojo, pero en los últimos años se ha llegado a registrar un gran número de eventos con afectaciones que han sobrepasado las 7.000 Ha en un mismo año (1997), dejando más devastadas las zonas de reserva forestal (Palomeque, 2005).

Plantas nodrizas (Nurse plants)

Con el fin de restaurar distintos ecosistemas afectados, se encuentran evidencias de uso de diversas técnicas con el propósito de incrementar la supervivencia de los plántones, tales como la apertura de hoyos de siembra de gran volumen con maquinaria pesada, construcción de microcuencas, utilización de geles en la zona radicular, uso de protectores individuales, etc (García-Salmerón, 1995). No obstante, la utilización de cualquiera de estas técnicas incrementa considerablemente el coste de la repoblación, y en numerosas ocasiones son impracticables, debido a la ubicación geográfica del área a trabajar.

Muchas de las técnicas mencionadas han sido acusadas por impacto negativo en el ecosistema, lo que limita su empleo en áreas donde la conservación es prioritaria. La búsqueda de alternativas de reforestación que garanticen la supervivencia de los plántones con bajo costo y con bajo impacto ambiental es por tanto necesaria para una adecuada gestión de los medios forestales (Zamora et al, 1999, 2001)

Una estrategia natural para la recuperación de ecosistemas que han sido afectados, hábitats degradados o invadidos con pastizales exóticos, es el uso de Nurse plants (plantas nodrizas). El trabajo de restauración, teniendo en cuenta las arvenses (maleza, hierbas) como nodrizas es económico, cómodo e implica menos impacto en el ecosistema, ya que en la mayoría de los casos se incrementa la supervivencia de las plántulas (Castro et al. 2004).

Las plantas nodrizas tienen distintos beneficios hacia la planta objetivo que se desea restaurar, entre ellos la facilitación, actuando como una interacción ecológica en la que una de las dos plantas (la nodriza) incrementa para la otra planta su capacidad de colonizar un ambiente severo. Estas plantas también son capaces de proporcionar ciertos recursos a la otra planta como humedad, sombra y protección frente a depredadores (Navarro-Calo et al., 2019).

Implementar plantas nodrizas como método de restauración favorece nichos de regeneración natural, imitando condiciones micro ambientales que protegen a las plántulas de la desecación, y, a su vez, sirven como fuente de nutrientes a las plántulas regeneradas naturalmente, hasta que crezcan lo suficiente como para enfrentar las condiciones estresantes del medio ambiente, favoreciendo así el desarrollo de sucesión ecológica (Gómez Silvera et al., 2016).

Para que el uso de plantas nodrizas funcione de manera exitosa en procesos de restauración se debe tener en cuenta la relación entre plantas, donde se debe primar la facilitación y no la competencia, puesto que cuando dicho método es aplicado, es en zonas intervenidas con microclimas extremos.

Uno de los métodos aplicados en restauración es el de Navarro (2020), que consiste en sembrar las plántulas objetivo a un vivero local en sus primeros dos años de vida, y posteriormente resembrar en el área a restaurar. En ese estudio, 50 de aquellas plantas se desarrollaron con tratamiento de nodrizas y 20 sin ellas, y los resultados evidenciaron que el uso de tratamiento de nodrizas en plántulas evidencia eficacia durante el crecimiento.

Cuando la restauración se logra o no, de manera exitosa se hace una evaluación a nivel macro, donde se evalúan factores como humedad, población de depredadores, el uso de agua “oculta” dentro del ecosistema seco (Sierraalta et al, 2021).

Sierraalta et al. (2021) hace un análisis a nivel micro, evaluando también dentro de esta misma relación de facilitación entre nodrizas y planta objetivo, el papel relevante que tienen los hongos micorrícicos arbusculares. En este estudio se resalta el papel de los micronutrientes durante el desarrollo de las plantas objetivos, afirmando que cuando hay disponibilidad de CO del suelo se favorece la inmovilización del N y decrece la nitrificación, por un efecto negativo sobre la disponibilidad de amonio para las comunidades nitrificantes.

Es importante plantearse si este método podría ser eficiente en un ecosistema como el Cerro de las tres cruces, y para obtener una respuesta segura, se debe poner en práctica, puesto que en ecosistemas con condiciones similares se ha implementado según menciona Padilla en el 2006, zonas montañosas de España.

Un ejemplo de este método, según Nicholls en el 2016, la especie *Megathyrus maximus* (pasto guinea) que es una especie introducida e invasora en el Valle del Cauca, posee condición de arvense, brindando protección en condiciones adversas a especies de sucesiones tardías y en peligro, para que dicho método sea exitoso es necesario que exista disponibilidad de la flora nativa, para tener una base que permita la restauración de los patrones de regeneración o estados sucesionales del ecosistema (Nicholls, 2016). En dicho estudio, no se evidenció que *M. maximus* se pudiera considerar como planta nodriza o facilitadora, sin embargo, esta especie tampoco es supresora para el crecimiento de algunas especies de plántulas.

Otra propuesta de plantas que pueden ser candidatas como uso de nodrizas, son los matorrales, aunque suelen considerarse como una fuente de competencia para los plantones sembrados, es motivo de que generalmente sean eliminados antes de la siembra, dichas

plantas indican que en los ambientes secos pueden proteger a los plántones de la desecación incrementando su supervivencia.

Castro et al., en el 2004, concluyen así, que el uso de matorrales como plantas nodriza en las poblaciones forestales en ambientes mediterráneos es una técnica de reforestación que mejora la supervivencia de los plántones sin reducir su crecimiento, al tiempo que presenta ventajas económicas y ecológicas. Esta técnica puede emplearse para un amplio abanico de especies repobladas y especies de matorrales como nodriza, lo que asegura su aplicabilidad general.

Por otro lado, según Sánchez, en su estudio de “Especies vegetales en restauración ecológica de bosque seco tropical”, el uso de nodrizas durante el establecimiento de plantaciones fue el método con menor efectividad, ya sea acompañado de riego o no, llegando a un porcentaje supervivencia de 33.7% cuando se acompaña la siembra con riego, mientras que por sí solas las nodrizas promueven tan solo el 11.49% de supervivencia, este porcentaje aumenta (91%) teniendo en cuenta que los árboles nodriza, pues un factor que se incluye es la temperatura y la efectividad del sombrero con distintas densidades de árboles (Díaz et al., 2019).

En el estudio mencionado anteriormente, los resultados con el uso exclusivo de nodrizas, se observa que el mayor porcentaje de supervivencia no es debido al uso de nodrizas, sino a una combinación entre riego como factor determinante, fertilizante y el sombrero que brinda la nodriza, ayudando a mantener la humedad del suelo y evitando la evaporación del agua y el estrés hídrico y térmico (Valiente-Banuet & Ezcurra, 1991).

Área de estudio

El municipio de Santiago de Cali, capital del Valle del Cauca, es una de las ciudades más antiguas de Colombia y del continente americano, según la alcaldía de Cali en el 2001, la ciudad posee una altitud de 995 m.s.n.m, con una extensión municipal de 564 KM², y con el último censo del 2023, cuenta con una población de aproximadamente 2.2 millones de

habitantes, de estos, el que registra mayor crecimiento es la población mayor, que ahora representa el 18 % del total, en comparación con el 10 % registrado en el censo de 2005.

Cali limita al norte con Yumbo y la Cumbre, al nororiente con Palmira y al oriente con Candelaria. Al sur se encuentra el municipio de Jamundí, el área rural de Buenaventura al suroccidente y Dagua al noroccidente (Alcaldía de Cali, 2014). La ciudad alberga varios cerros tutelares, entre ellos el Cerro de las Tres Cruces, ubicado al noroccidente de la ciudad, se caracteriza por ser bosque seco tropical, con una altitud de 1480 m.s.n.m, dicho cerro es importante puesto que, de los incendios forestales ocurridos en el municipio de Santiago de Cali, más del 15% se presentan en dicho cerro. Otros cerros tutelares importantes son Cristo Rey, ecoparque Bataclán y la Virgen de los Farallones, que también son emblemáticos en la geografía de la región.

Estos cerros no solo son atractivos turísticos, sino que también son fundamentales para la conservación de la biodiversidad, albergando diferentes especies de mamíferos, aves y flora, lo que sustenta su importancia en la conectividad entre la zona rural y urbana. Por su estructura, y zonas verdes, en el año 1971, se celebraron los VI Juegos Panamericanos, considerándose desde entonces una ciudad deportiva (Alcaldía de Cali, 2015).



Fig 1: Cerro de las tres cruces respecto a Cali. El mapa se produjo en Google Earth Pro-Versión 7.3



Fig 2: Mapa detallado de los Andes occidentales colombianos que presenta la ubicación del Cerro de las Tres cruces, el cual se encuentra en Cali- Valle del Cauca. El mapa se produjo en Google Earth Pro-Versión 7.3

Justificación

En el caso específico de Santiago de Cali, el Cerro de las Tres Cruces, es un área a la cuales se han destinado grandes sumas de dinero para la inversión en reforestación, construcción de líneas rompe fuegos, entre otras campañas preventivas que van desde la sensibilización de la comunidad, pasando por la creación de brigadas de prevención y mitigación y redes nacionales de respuesta inmediata contra los incendios forestales, mediante decreto (Palomeque, 2005).

En el Valle del Cauca, desde 1996 la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) a través del Grupo de Bosques, viene desarrollando el proyecto “Prevención y Control de Incendios Forestales”, el cual observa afinidades conceptuales y técnicas con los lineamientos de la Comisión Nacional y con los del grupo de Gestión Ambiental para la prevención y mitigación del Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

La entidad mencionada anteriormente, desarrollado otras actividades ligadas a la gestión del riesgo de desastres y durante el periodo 1997-2011, ha realizado diversas actividades relacionadas con la gestión del riesgo de incendios forestales como educación no formal e informal que incluye elaboración y difusión de material didáctico, como plegables, volantes y cartillas.

Comprende también la realización, participación y apoyo a eventos regionales, municipales y/o nacionales, entre cursos, seminarios y talleres de sensibilización, inducción, educación, capacitación y entrenamiento, dirigidos a diversos segmentos poblacionales como funcionarios de entes territoriales (especialmente Comités Locales de Prevención y Atención de Desastres y actualmente Consejos Territoriales de Gestión del Riesgo), entidades oficiales, privadas, sin ánimo de lucro organizaciones no gubernamentales de socorro, seguridad y de emergencia (Galeano, 2018).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el propósito de esta monografía es plantear el uso de plantas nodrizas para distintos proyectos de restauración en el Valle del Cauca, debido a que es un tema de interés social, ambiental y gubernamental, pues se trata

de uno de los cerros tutelares, que se han visto altamente afectados por distintas acciones antrópicas.

Es importante tener este método en cuenta, pues no es muy costoso, y no deja rastros de impacto negativo al ecosistema, debido a que no requiere maquinarias, sin embargo, se debe tener en cuenta otros factores para lograr tener un resultado positivo.

El método de plantas nodrizas como restauración ecológica podría tener resultados positivos en el cerro de las tres cruces, puesto que, este se ha implementado en ecosistemas con condiciones similares; dichas plantas se caracterizan por ser resistentes a ambientes desérticos, sobrevivir a estrés hídrico (Sánchez, 2022), y aunque en los reportes se evidencia que puede presentarse competencia por luz, estas de igual manera se comportan como facilitadoras para las plántulas e interés, en el Valle del Cauca se presentan distintas herbáceas con las que se puede poner en práctica, obteniendo plántulas en distintos viveros para posteriormente ser replantados en el cerro, junto con la flora nativa de interés.

Conclusión y recomendaciones

Para evidenciar la eficacia de las plantas nodrizas como facilitadoras, se necesita como mínimo dos años de seguimiento constante después de que estas sean plantadas en el área de interés, puesto que un par de meses de experimento y observación solo muestran que son facilitadoras.

Aunque las nodrizas se pueden implementar como método de restauración para un ecosistema afectado, para asegurar un mejor resultado estas no deben actuar por si solas, es decir, también se debe incluir un sistema de riego, utilizar distintos fertilizantes, manejo de luz, y tener en cuenta el uso de herbicidas para aumentar el porcentaje de mortalidad.

Para un proyecto de restauración, se debe contar con el apoyo de las distintas entidades ambientales, con el fin de poder financiar una investigación con el método de plantas nodrizas, se debe incluir en los estudios de ecología de la restauración la mayor cantidad de información acerca del comportamiento de los rasgos funcionales de cada una de las especies y la supervivencia, para poder tener una mejor aproximación al comportamiento *In Situ* de las especies vegetales al momento de iniciar un proyecto de restauración ecológica.

Es importante implementar distintas campañas de concienciación ciudadana en Santiago de Cali, pues, aunque el cerro de las tres cruces tenga una restauración eficiente en un tiempo óptimo, debe mantenerse en las mejores condiciones en el mayor tiempo posible y no seguirse viendo afectado por acciones antrópicas.

Debido a que en uno de los estudios incluidos en esta monografía hizo uso de una especie invasora como planta nodriza (*Megathyrsus maximus* (pasto guinea)), es importante hacer uso de los recursos que están disponibles en las áreas de estudio, pues erradicar una especie por completo puede ser tardío y costoso.

Bibliografía

Armenteras, D., González, T. M., Vargas, J. O., Meza Elizalde, M. C., & Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1–16. doi:10.15446/caldasia.v42n1.77353

Bejarano, N. (2022). Listado de especies nativas de Bosque Seco Tropical (Bs-T) para su uso en proyectos de restauración en el Valle del Cauca. Universidad Javeriana Cali. Pág 6.

Comisión Nacional Asesora en Prevención y Mitigación de Incendios Forestales. (1995). Memoria del taller efectuado para los Miembros de la Comisión Asesora en Prevención y Mitigación de Incendios Forestales en la Finca “La Estrella” Smurfit Cartón de Colombia, Restrepo, Valle. 14 y 15 de julio de 1995. Sistema Nacional Ambiental, Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Santa fe de Bogotá.

Díaz, J., Torres, S., Muñoz, L., & Avella, A. (2019). Monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia): programa y resultados preliminares. *Caldasia*, 41(1), 60–77. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71318>

Galeano Martínez, K. (2018). Procesos comunicativos que subyacen en la estrategia educativa para la gestión del riego con énfasis en la prevención de incendios forestales implementada por la CVC en el Valle del Cauca, 2010-2015. Pág 16-17.

García-Salmerón, J.; 1995. Manual de repoblaciones forestales II. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid.

Gómez, M., & Gutiérrez, P. (2015). Plantas nodrizas en la restauración ecológica de ecosistemas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 88(1), 1-12.

Gomez Silvera, A., Beraun Macedo, L., Gomez Rengifo, O., Llatas Ducep, E. (2016) Los “objetos nodriza”, facilitan nicho de regeneración para la restauración del árbol de la quina,

distrito de Kañaris, región Lambayeque. Ministerio de Desarrollo agrario y riego.
<https://hdl.handle.net/20.500.12955/574>

J. Castro, ., R. Zamora, ., J.M. Gómez, ., J.A. Hodar, ., & E. Baraza, . (2004). Uso de matorrales como plantas nodriza en ambientes mediterráneos: evaluación de una nueva técnica de repoblación forestal. *Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales*, (17). <https://doi.org/10.31167/csef.v0i17.9413>

Kattan G. Bosques andinos y subandinos del departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca: Santiago de Cali; 2003. 63.

Kattan, G. H. (2003). Los Andes colombianos: diversidad, alteración y conservación biológica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27(105), 13-28.

Montalvo, A., & Martínez, M. (2017). Restauración ecológica de ecosistemas degradados. Madrid: Mundi-Prensa Libros.

Morlans, M. C. (s/f). Introducción a la ecología de poblaciones. [Www.uv.mx](http://www.uv.mx). Recuperado el 26 de enero de 2024, de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>

Nicholls Giraldo, I. (2016). Pasto guinea como nodriza de dos especies nativas de árboles para restauración de bs-T. Universidad del Valle.

Navarro-Cano, J. A., Goberna, M., & Verdu, M. (2019). La facilitación entre plantas como herramienta de restauración de diversidad y funciones ecosistémicas. *Ecosistemas*, 28(2), 20-31.

Navarro Miranda E. (2020). Evaluación de dos ensayos de procedencia de *Abies religiosa*, originadas de un gradiente altitudinal, dentro de la reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, usando plantas nodrizas. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.

(N.d.). Gov.Co. Retrieved January 9, 2024, from
https://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/227/datos_de_cali_y_el_valle_del Cauca/h
https://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/227/datos_de_cali_y_el_valle_del Cauca/

Padilla, F. M., & Pugnaire, F. I. (2006). The Role of Nurse Plants in the Restoration of Degraded Environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(4), 196–202.
<http://www.jstor.org/stable/3868736>

López, J., & Ramírez, S. (2019). Plan de manejo para la restauración ecológica de áreas degradadas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia

Leopold, A. (1949). *A Sand County Almanac*. Oxford University Press. doi:
<https://doi.org/10.2307/1319034>

Palomeque Valencia, C. 2005. Costos y gastos en daños ambientales: Incendios forestales en el cerro de las Tres Cruces - Cali Valle del Cauca. Universidad de La Salle.

Sierraalta, D., Cáceres, A., Hernández Valencia, I., Gajardo, R., Cáceres-Mago, K. & Rodríguez, A. 2021. Efecto de la revegetación con la especie nativa *Piscidia carthagenensis* Jacq. sobre la calidad del suelo en un matorral xerófito intervenido para la extracción de arena.

Sistema Nacional Ambiental (1995). Política Nacional para el Manejo Sostenible de los Ecosistemas de Páramo en Colombia.

Valiente-Banuet, A., & Ezcurra, E. (1991). Shade as a Cause of the Association Between the Cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the Nurse Plant *Mimosa Luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *Journal of Ecology*, 79, 961–971

Zamora, R.; Castro, J.; Gomez, J.M.; Hódar, J.A y García, D.; 1999. Acerca de la singularidad de los ecosistemas mediterráneos. *Ecosistemas* 8: 18-22

Zamora, R.; Castro, J.; Gomez, J.M.; Hódar, J.A y García, D.; Gómez, L. y Baraza, E.;
2001. Papel de los matorrales en la regeneración forestal en ambientes mediterráneos:
Aplicaciones para la restauración. *Quercus* 187: 40-47