



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



ERRADICACIÓN DE RETAMO ESPINOSO E INICIO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ. (PRUEBA PILOTO)

María Paula Sánchez Fernández, Diana Lorena Millán Orduz, María Lucía Salazar Torres, Dhaily Zalenny Rico Torres, Paola Manrique Osorio

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia**

Resumen

Los Cerros Orientales de Bogotá, son un sistema montañoso reconocido como patrimonio cultural y ambiental de gran importancia para la ciudad. Sin embargo, a través de los años, las condiciones naturales de éste han venido siendo alteradas debido a diversos factores que afectan el suelo, las fuentes hídricas, la fauna y flora del lugar. Uno de estos factores, es la presencia de especies invasoras, dentro de las cuales se encuentra el Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*), introducido en varias regiones altoandinas, y que actualmente se encuentra en una gran extensión de los Cerros Orientales, generando un impacto considerable en la composición, estructura y funcionamiento del ecosistema y provocando una de las principales amenazas sobre la biodiversidad.

Ante esta situación, es importante tomar medidas que eviten la desestabilidad del ecosistema, promuevan su recuperación y conservación, velando por el manejo de especies. Razón por la cual, surge la necesidad de recurrir a la restauración ecológica; un proceso que pretende ayudar a la recuperación de un ecosistema que se ha degradado, y que cumple un papel determinante en cuanto a la conservación de la biodiversidad, con el propósito de revertir la degradación ambiental.

Por lo anterior, el presente artículo pretende dar a conocer el proceso de erradicación de Retamo espinoso (*Ulex europaeus*) e inicio de restauración ecológica a pequeña escala, que se implementó en una parcela ubicada en predios de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, perteneciente a los Cerros Orientales, donde es evidente la presencia de dicha especie que altera la estabilidad del ecosistema y genera diversas problemáticas en el mismo. Dicho proceso se desarrolló teniendo en cuenta la "Guía Metodológica para la Restauración Ecológica", considerando factores bióticos y abióticos y utilizando

biofertilizantes provenientes de lombricultura que restablecieran las características del suelo; logrando eliminar el retamo que se encontraba en el área de estudio, y reintroduciendo especies nativas que permiten estabilizar las condiciones naturales del ecosistema.

Palabras clave: restauración ecológica; conservación; especies nativas

Abstract

*The Eastern Hills of Bogotá, are a mountain system recognized as cultural and natural heritage of great importance for the city. However, over the years, the natural conditions of this have been affected due to various factors that affect the soil, water sources and the fauna and flora of the place. One of these factors, it is the presence of invasive species, among which is the Retamo Espinoso (*Ulex europaeus*), introduced in several high Andean regions, and which is currently in a great extension of the Eastern Hills, generating a considerable impact on the composition, structure and functioning of the ecosystem and causing one of the major threats to biodiversity.*

In this situation, it is important to take measures to prevent the instability of ecosystem, promote its recovery, conservation and its possible sustained use, ensuring the management of species. For this reason, there is a need to resort to the ecological restoration; a process that is intended to assist in the recovery of an ecosystem that has been degraded, and that plays a decisive role in the conservation of biodiversity, with the purpose of reversing environmental degradation.

*Therefore, this article seeks to provide an insight into the process of eradication of Retamo espinoso (*Ulex europaeus*) and small-scale ecological restoration, which was implemented in a plot located on the premises of the Faculty of Environment and Natural Resources of the Distrital University Francisco José de Caldas, belonging to the Eastern Hills, where it is evident the presence of that species that alters the stability of the ecosystem and generates various problems in the same. This process was developed taking into account the "Methodological Guide for Ecological Restoration", considering biotic and abiotic factors and using biofertilizers from vermiculture to restore the soil characteristics, resulting in the elimination of the Retamo who was in the area of study as well as the reintroduction of native species that make it possible to stabilize the natural conditions of the ecosystem.*

Keywords: ecological restoration; conservation; native species

1. Introducción

La problemática ambiental que vivimos actualmente y la degradación de las comunidades naturales (como la pérdida de las áreas selváticas) es resultado de la explotación y el manejo inadecuado de los recursos naturales, es decir, de un desconocimiento prácticamente total de los procesos ecológicos que se dan en los ecosistemas. Hoy día existen lagos, ríos, selvas y bosques que se encuentran totalmente alterados en su composición, estructura y funcionamiento. Es evidente que ante tal crisis surge la necesidad de tomar medidas efectivas que eviten la desaparición de los

ecosistemas, que promuevan su recuperación y conservación parcial o total y su posible uso sostenido, velando por el manejo de especies silvestres, de suelos y de aguas, por la reintroducción de especies extintas localmente y por el restablecimiento de comunidades destruidas o deterioradas parcial o totalmente (Martínez. E, 1996).

Para dicho fin, la restauración ecológica cumple un papel fundamental y determinante. La Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) define la restauración ecológica como: “el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido” (SER, 2004). Es una actividad intencional que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies del ecosistema de referencia.

Este es el ideal que se busca obtener y se puede recrear a partir del ecosistema que se encontraba en ese sitio previo a la degradación (referencia histórica), de un ecosistema actual equivalente al que existía en ese sitio (referencia espacial) o de un ecosistema con elementos mínimos que recuperen uno o más servicios ecosistémicos críticos. El objetivo final de la restauración ecológica es recuperar los atributos esenciales que definen el ecosistema y le dan su identidad (composición, estructura y función) y que influyen en la cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos que este provee. (Murcia. C & Guariguata. MR, 2014)

Los tipos de restauración pueden ser clasificados como Restauración Pasiva, que, en la más simple de las circunstancias, implica la eliminación o modificación de una alteración específica, para permitir que los procesos ecológicos se recuperen por sí solos. Y en los casos donde la degradación o transformación de un ecosistema tiene orígenes múltiples y prolongados de forma que desaparecen los constituyentes históricos de un ecosistema, se deben implementar técnicas que ayuden a la recuperación de la trayectoria de manera parcial o total según los objetivos de la restauración ecológica. Este tipo de restauración ha sido denominado Restauración Activa (SER, 2004).

En ese sentido, la restauración ecológica es una herramienta significativa en cuanto a los procesos de conservación de biodiversidad, reversión de la degradación ambiental y mitigación de problemas asociados al cambio climático. Sin embargo, es importante reconocer que es una técnica que requiere de planificación y sobretodo de tiempo, puesto que, así como la degradación de los ecosistemas se hace creciente a través de los años; la recuperación de sus condiciones naturales tiende a ser más complejas, por lo que debe ser desarrollada activamente y monitoreada de manera periódica.

En Bogotá, los bosques altoandinos se encuentran establecidos sobre el costado oriental de la ciudad, en el sector conocido como Cerros Orientales, donde se hace necesaria la implementación de estos procesos de restauración, debido a que se evidencia la presencia extensa de Retamo Espinoso (*Ulex europaeus* L.) a lo largo de dicha área que supera su rango de distribución natural; una especie invasora introducida que en este ecosistema de alta montaña ha generado impactos negativos asociados principalmente al aumento de régimen de fuego en las áreas invadidas por su gran cantidad de taninos, a la transformación y fragmentación del ecosistema y al desplazamiento y pérdida de biodiversidad.



Fig. 1. Retamo espinoso en el área delimitada. (Autores, 2018)

Por lo anterior, se realizó una prueba piloto para la erradicación de Retamo Espinoso y el inicio de la restauración ecológica sobre una parcela previamente delimitada ubicada en los Cerros Orientales, en predios de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas basada en la “Guía metodológica para la restauración ecológica” y dando lugar a la plantación de algunas especies convenientes para el área. Esto, enmarcado como una práctica consecuente con lo que propone el Objetivo de Desarrollo Sostenible N° 15 referente a Biodiversidad en su meta 15.8 que plantea: “Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias.”

2. Estado del Arte

Es importante recalcar algunas metas y antecedentes de lo que se ha venido desarrollando en torno al tema de restauración ecológica a lo largo de los años, reconociendo que “estamos en un momento en el cual la temática de restauración ecológica tiene un rol determinante en el escenario de la conservación tanto nacional como global. Colombia ha trabajado desde hace varios años en el tema y ya se perciben avances importantes con especial énfasis en trabajos de restauración basados en flora local.” (Baptiste. B, 2014)

El país ha ratificado el compromiso del Convenio de Diversidad Biológica y su meta de restaurar para el 2020 al menos el 15 % de los ecosistemas degradados en el mundo. Colombia también es signataria de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), donde la restauración ecológica juega un papel determinante en mejorar la situación de degradación de tierras. Para ello estamos trabajando activamente en la estructuración del objetivo de restauración 3 (b) (i) de la Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), con el propósito de ofrecer lineamientos desde la ciencia hacia la política sobre este tema en particular. (Idem)

En el ámbito nacional el país ha presentado el documento final del Plan Nacional de Restauración con lineamientos sobre restauración y adicionalmente ha incluido en los últimos años metas cuantitativas al respecto dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND). En este sentido la restauración ecológica aparece como alternativa explícita de compensación ambiental a mega-proyectos licenciados en el Manual de asignación de compensaciones. (Idem)

La presencia de retamo espinoso (*Ulex europaeus L.*) en ecosistemas en alta montaña ha generado impactos negativos asociados principalmente al aumento de régimen de fuego en las áreas invadidas y en la pérdida de biodiversidad. Esta problemática se presenta en los Cerros Orientales de Bogotá obligando a las autoridades a implementar tratamientos de restauración ecológica orientados a su eliminación y el establecimiento de nuevos bosques altoandinos, sin embargo, estas actividades no han tenido seguimiento, por lo que la presencia de especies exóticas en los diferentes estratos, junto con especies invasoras está desviando la sucesión a un ecosistema diferente al planteado en los objetivos de las restauraciones en Bogotá. (Camelo. D, 2015)

3. Materiales y Métodos

3.1. Área de estudio

La parcela delimitada para el inicio de la restauración ecológica, se encuentra ubicada en predios de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital, acogida por la franja de Cerros Orientales, situada en la periferia de la ciudad y con características de un ecosistema de bosque altoandino que cuenta con un gradiente altitudinal (entre 2.575 m.s.n.m. y 3.575 m.s.n.m.) que favorece la diversidad de ambientes, y por ende, de ecosistemas. (SDA, 2017)

Dicha franja fue declarada en 1977 como Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Este corredor ecológico y zona de recarga acuífera, forma parte de las áreas de conexión para la conservación de los ecosistemas de los páramos de Chingaza, Sumapaz y Guerrero, zonas fundamentales para asegurar la oferta hídrica y la sostenibilidad ambiental de la región. (Lourdes. M, 2017)

En los últimos años, se ha trabajado en la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, más conocida como Cerros Orientales. Además, este espacio natural ha sido objeto de investigaciones recientes y procesos de restauración encaminados a la recuperación de los Cerros y sus servicios ecosistémicos. (Idem)

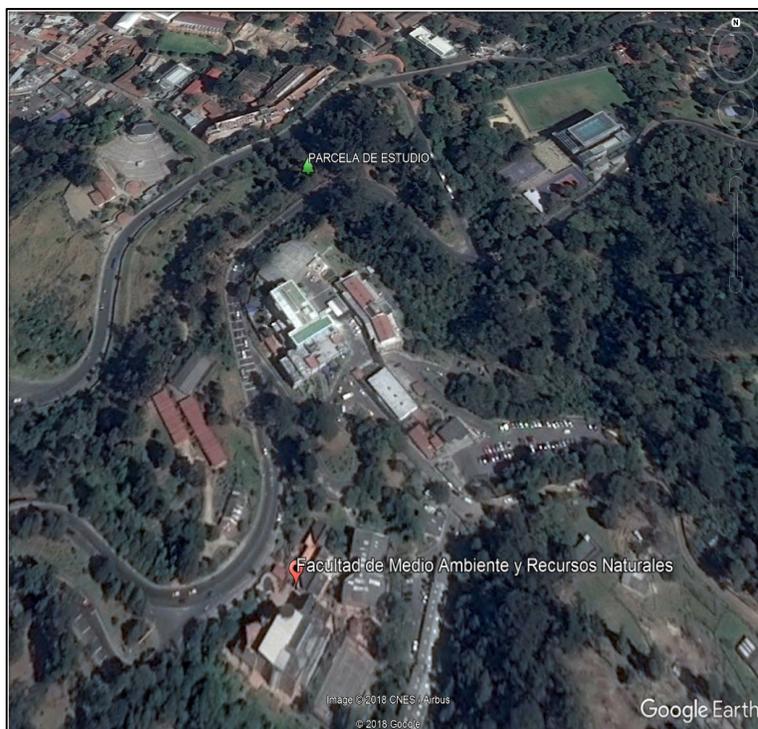


Fig. 2. Localización área de estudio. (Google Earth, 2018)

3.2. Metodología.

Se utilizaron principalmente la mayoría de los 13 pasos para la restauración ecológica en la parcela de estudio, planteados por Vargas. O (2007) en su Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino:

1. Definir el ecosistema o comunidad de referencia.
2. Evaluar el estado actual del ecosistema o comunidad.
3. Definir las escalas y niveles de organización.
4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio.
5. Lograr la participación comunitaria.
6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema.
7. Establecer las barreras a la restauración a diferentes escalas.
8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración.
9. Propagar y manejar las especies.
10. Seleccionar los sitios.
11. Diseñar estrategias para superar las barreras a la restauración.
12. Monitorear el proceso de restauración.
13. Consolidar el proceso de restauración

ERRADICACIÓN DE RETAMO ESPINOSO E INICIO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ. (PRUEBA PILOTO)

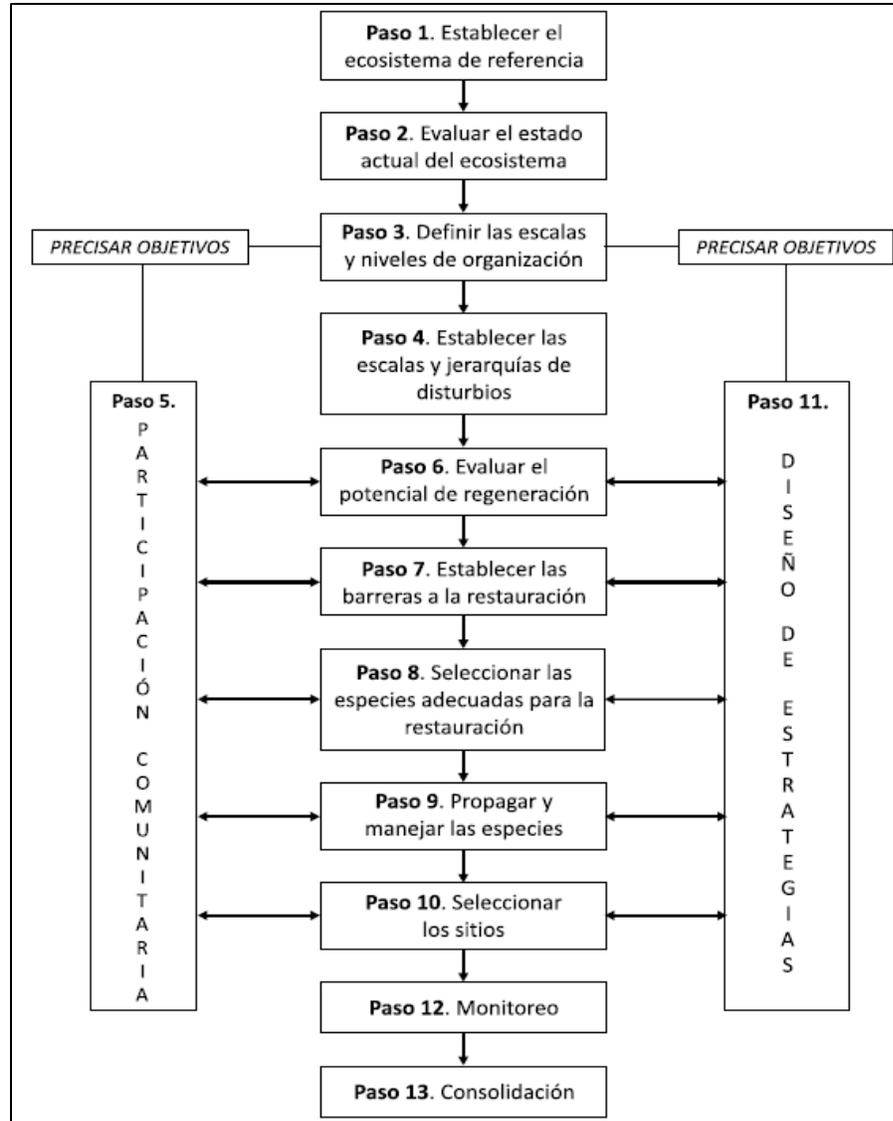


Fig. 3. Secuencia y relaciones de los 13 pasos fundamentales en la restauración ecológica. (Vargas. O, 2007)

Secuencia que Vargas. O (2007) agrupa en cuatro grandes categorías para tener en cuenta dentro del proceso:

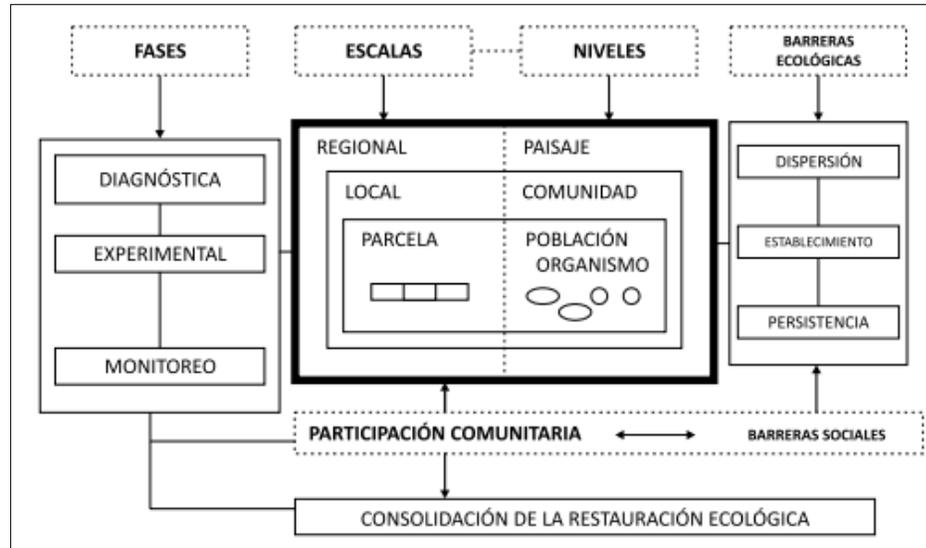


Fig. 4. Relación entre las cuatro grandes categorías y sus divisiones. (Vargas. O, 2007)

Sumado a esto, se llevó a cabo un proceso de aireación, fertilización y formación del suelo en la parcela mediante humus proveniente de un lombricultivo desarrollado a su vez en espacios de la Universidad paralelamente, donde se tuvieron en cuenta condiciones de temperatura y humedad óptima para el crecimiento y reproducción de las lombrices rojas californianas en su capacidad de degradación de materia orgánica, con el fin de garantizar la regeneración de las propiedades del suelo y sus minerales para la germinación de la plántulas sembradas; estas obtenidas del vivero de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



Fig. 5. Proceso de lombricultivo. (Autores, 2018)

4. Resultados

Se llevaron a cabo un total de cinco visitas de intervención, y tres adicionales de monitoreo donde se tuvieron en cuenta las condiciones actuales del ecosistema, su potencial de regeneración, se añadió humus al suelo para contrarrestar posibles disturbios del suelo, se eliminaron tres retamos presentes en el área, no se evidenció resurgimiento de dicha especie invasora y se espera que el proceso sea prolongado a futuro y se pueda desarrollar a mayor escala.

La siembra de plántulas de: Roble, Nogal (especies nativas) y Acacia Morada (de la familia de las leguminosas, la cual es muy usada en la restauración ecológica por su influencia en la fijación de nitrógeno), especies adecuadas seleccionadas, manejadas y suministradas desde el vivero de la universidad, fue exitosa.



Fig. 6. Resultados obtenidos a lo largo del proceso de erradicación e inicio de restauración. (Autores, 2018)

5. Discusión

Con base al proceso llevado a cabo y los resultados obtenidos, se puede establecer que se desarrolló una Restauración Ecológica Activa, pues esta requiere de la reintroducción intencional de especies nativas, la eliminación o control de especies exóticas, el mejoramiento del sustrato, entre otras actividades desarrolladas por el restaurador, proceso que fue llevado a cabo dentro del área establecida y con el que se pretendía recuperar algunas de las condiciones del ecosistema, pues, teniendo en cuenta su estado actual, las dinámicas naturales están ligadas a la recuperación de unos y no de todos los componentes básicos de su estructura, función y composición de especies.

Para evitar la propagación y nueva germinación de retamo en el área, los que fueron extraídos, se taparon con la cobertura superficial removida y con un plástico para evitar la dispersión de sus semillas, y fueron llevados al vivero de la Facultad donde se contactaba a personal encargado del Jardín Botánico para su correcta disposición final.

Es importante mencionar que, según Vargas. O (2007); “es necesario el desarrollo de técnicas físicas, químicas y biológicas que puedan ser utilizadas independientemente y/o conjuntamente para alcanzar los resultados deseados a partir de diferentes condiciones iniciales. El primer paso crítico para los programas de restauración y rehabilitación es la identificación y posterior supresión o atenuación de los factores responsables de la degradación ambiental y en segundo lugar es el restablecimiento de las condiciones edáficas, y microclimáticas con reintroducción de biota nativa”; con lo que se puede afirmar que evidentemente se cumplió con dichos factores críticos en el desarrollo del proyecto, mediante el reconocimiento y evaluación de las características del ecosistema y buenas prácticas para el retiro de la capa superficial del área, la extracción de los retamos presentes, la fertilización del suelo gracias a la lombricultura que devolvió muchos de sus minerales, la siembra de especies nativas y el monitoreo del área, para restablecer algunas de las condiciones naturales.

Por otra parte, teniendo en cuenta que, estas actividades deben incluir a la comunidad local, de la cual dependerá el éxito y la continuidad de cualquier proyecto de restauración ecológica (SER, 2004); se plantea que es importante realizar un estudio previo más concertado del lugar que incluya principalmente a los habitantes cercanos, y en el momento de realizar la planeación del proyecto tener en cuenta a estos individuos, no solo porque se evidenció que algunos presentan algunas dificultades o trastornos, sino también porque ya que este es su hábitat tienen gran conocimiento endémico sobre el lugar, pueden aportar mucha más información a las posibles causas de deforestación o degradación del suelo y participar en el proceso de restauración recuperando valores ambientales, restableciendo la relación hombre – naturaleza y dando una prolongación conjunta al proceso. Esto siguiendo los pasos planteados en la Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino de Orlando Vargas, principalmente el que pretende analizar la participación comunitaria, que se enfrenta a dificultades en este proceso, debido a que la comunidad aledaña suele estar predispuesta a cualquier tipo de innovación o proyecto que se quiera realizar en el lugar, ya que siempre temen que sea una actividad de las autoridades ambientales que los vaya a afectar. Debido a esto, es importante el uso de metodologías de educación ambiental que involucren a la comunidad y la concienticen sobre la

importancia de los recursos naturales y de la restauración ecológica debido a las consecuencias que traen consigo las especies invasoras, en esta área tan susceptible.

6. Conclusiones

- Es importante reconocer la importancia tan gigantesca de procesos encaminados desde la Ingeniería a la conservación y preservación de la biodiversidad que reduzcan la degradación de recursos naturales. En ese sentido, se puede deducir que tanto la erradicación del retamo espinoso presente en la parcela de estudio como el inicio del proceso de restauración ecológica llevados a cabo a lo largo del proyecto, fueron todo un éxito, llevando a cabo los pasos seleccionados para dicho fin; sin embargo, se esperaría darles continuidad a las fases de monitoreo y consolidación adecuadas, para evidenciar su evolución a mediano y largo plazo.
- Con ayuda del humus utilizado proveniente del lombricultivo ubicado en los terrenos de la universidad, se preparó el suelo para posteriormente sembrar las plantulas elegidas, lo que permitió una gran fertilización del mismo y dio lugar a la recuperación de nutrientes fundamentales para el crecimiento de éstas especies nativas.
- Se espera que éste proyecto realizado a pequeña escala, se pueda replicar en más áreas dentro de los Cerros Orientales con el fin de reducir la degradación a causa de especies invasoras y de recuperar la biodiversidad y los factores naturales del ecosistema como la estructura, composición y funcionalidad.

7. Referencias

- Baptiste. B (2014). *Restauración ecológica*. Revista Biota Colombiana. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Vol. 15, Núm. Supl. 2, pp. 26. Consultado el 28 de marzo de 2018 en <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/352/350>
- Camelo. D (2015) *Evaluación del estado sucesional actual de las áreas restauradas y con invasión mprevia de Ulex europaeus L. en los Cerros Orientales de Bogotá*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Bogotá, Colombia.
- Lourdes. M (2017) *Cerros Orientales de Bogotá: primeros hallazgos de la investigación de un ecosistema biodiverso*. Mongabay Latam. Consultado el 01 de junio de 2018 en <https://es.mongabay.com/2017/05/cerros-orientales-bogota-primeros-hallazgos-la-investigacion-ecosistema-biodiverso/>
- Murcia. C & Guariguata. MR (2014) *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades*. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Consultado el 19 de abril de 2018 en http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf
- SDA. Secretaría Distrital de Ambiente (2017) *Cerros Orientales RESERVA FORESTAL PROTECTORA BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTÁ*. Consultado el 01 de junio de 2018 en <http://ambientebogota.gov.co/cerros-orientales>

- SER. Society for Ecological Restoration International, S. (2004) "*Principios de SER International sobre la restauración ecológica*".
- Vargas. O & Grupo de Restauración Ecológica (2007). *Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Convenio Interinstitucional Acueducto de Bogotá – Jardín Botánico Secretaría Distrital de Ambiente. Consultado el 15 de marzo de 2018 en http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf

Sobre los autores

- **María Paula Sánchez Fernández:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. mariap1998.mps@gmail.com
- **Diana Lorena Millán Orduz:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. dianamillan97@hotmail.com
- **María Lucía Salazar Torres:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. salazartorresmalu@hotmail.com
- **Dhaily Zalenny Rico Torres:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. dhazarito@gmail.com
- **Paola Manrique Osorio:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. pao.anman@gmail.com

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)