

SEMILLAS AMBIENTALES



Fotografía: Jaidy Lorena García Navarro

ISSN: 2463-0691(En línea)

BOLETÍN

Volumen 13 (2)
Bogotá - Colombia, Julio– Diciembre de 2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Publicación Semestral de la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

SEMILLAS AMBIENTALES

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Publicación de la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boletín Semillas Ambientales Volumen 13 No. 2 Bogotá D.C. Julio – Diciembre de 2019

ISSN: 2463-0691 (En línea)

Página web del Boletín Semillas Ambientales: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/bsa/index>

Director - Editor del Boletín Semillas Ambientales

Wilson Gordillo Thiriati

Rector

Ricardo García Duarte

Comité Editorial

Ángela Parrado Rosselli
Edier Hernan Bustos Velazco
Jayerth Guerra Rodríguez
Juan Carlos Alarcón Hincapié
Jorge Alonso Cárdenas
Maribel Pinilla Rivera
Miguel Cepeda Rendón
René López Camacho
Nubia Yaneth Beltrán Peña
Luz Fabiola Cárdenas Torres

Vicerrector académico

William Fernando Castrillón Cardona

**Decano Facultad del Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Jaime Eddy Ussa Garzón

**Director de la Unidad de Investigaciones de la
Facultad del Medio Ambiente y Recursos
Naturales**

Wilson Gordillo Thiriati

Asistente Comité Editorial y Digitalización

Juan Felipe Moyano Fonseca

**Director del Centro de Investigaciones y
Desarrollo Científico - CIDC**

Giovanny Tarazona Bermúdez

Grupo de Revisores del Presente Número

Carlos Díaz
Ángela Parrado
Alfonso Pazos
Juan Carlos Alarcón
Álvaro Gutiérrez
René López
Ángela Wilches
Jayerth Guerra
Yolima Agualimpia

Coordinación Editorial

Wilson Gordillo Thiriati

Fotografía de Portada

Jaidy Lorena García Navarro

Correo: lorenanavarrito9@gmail.com

Nombre fotografía: Micromundo

Lugar: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, sede la Macarena B

Fecha: 08 de abril del 2015



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Sede Vivero - Carrera 5 Este N° 15 - 82, Bogotá D.C. Colombia.
Boletín Semillas Ambientales. Email: facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co

CONTENIDO	PÁGINA
NOTA EDITORIAL	5
ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	
IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE SE GENERAN EN EL HUMEDAL LA CONEJERA Leydi Tatiana García Parra	6 - 14
ESTIMULACIÓN PREGERMINATIVA POR MEDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS A SEMILLAS DE <i>montana Turcz</i> Jhony Alejandro Chica Vanegas, Angie Lisseth Bernal Torres y Carlos Polania Quijano	15 - 23
IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERIA DE CARBON SOBRE EL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA Angie Tatiana Leguizamo Castellanos y Jhoan Sebastián Ruiz Rodríguez	24 - 35
PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE CHUGUACA (<i>Hyeronima macrocarpa</i>) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SU USO POTENCIAL Ana María Cubillos Liévano, Karen Vanegas Casas, María Fernanda Alfonso Martínez , Miguel Ángel Hernández y Carlos Andrés Pinilla	36 - 48
ESTRATEGIAS BIOÉTICAS PARA LA SOLUCIÓN DE CONFLICTOS POR USOS DEL AGUA EN LA HIDROELECTRICIDAD DE COLOMBIA Camila Andrea Moreno Beltrán y Ximena Paola Vigoya Ruiz	49 - 58
ANÁLISIS DEL EFECTO COAGULANTE DE LA SEMILLA <i>Moringa oleífera</i> PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL HOTEL ÍTACA Edith Karina Hernández Jiménez y Andrea Jessenia Perilla Niño	59 - 69

CONTENIDO	PÁGINA
<p>PANORAMA DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE EN BOGOTÁ D.C.</p> <p>Juan David Sebastián Osorio Sánchez y Francisco Javier Anzola Osorio</p>	70 - 79
ARTÍCULOS DE REFLEXIÓN	
<p>RIESGOS A LA SALUD PÚBLICA POR ASPERSIÓN AÉREA CON GLIFOSATO EN LA ERRADICACIÓN DE COCA</p> <p>Steven Ricardo Siabato Romero, Jhon Jairo Acosta Saavedra y Jeferson Joel Fontecha Pinzón</p>	80 - 87
<p>INCORPORACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL CERRO EL ZUQUE</p> <p>Lizeth Dayana Pulido Dávila</p>	88 - 95
RESEÑAS DE TRABAJOS DE GRADO	
<p>DETERMINACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE CAMPOS ELEVADOS DE LA CULTURA MUISCA EN LAS LLANURAS INUNDABLES DE LA SABANA DE BOGOTÁ</p> <p>Andrés Enrique Pulido Londoño y Diego Alejandro Pinto Moreno</p>	96 - 100
<p>EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE ACUÍFEROS DE TENJO- CUNDINAMARCA</p> <p>Maida Mojica Barrera y Karen Sierra González</p>	101 - 103
NOTICIAS	
INFORMACIÓN PARA AUTORES	104 - 109
INFORMACIÓN GENERAL	110

NOTA EDITORIAL

Hoy hacemos una nueva entrega de nuestro boletín semillas ambientales, nos complace mostrar el posicionamiento que han tenido nuestro grupos de investigación en la convocatoria 833 de Colciencias, en la cual obtuvimos 9 grupos en la clasificación (C), 2 grupos en la clasificación (B) y 1 grupo en la clasificación (A).

Todo esto gracias al esfuerzo mancomunado entre los semilleros de investigación, investigadores y grupos de investigación.

WILSON GORDILLO THIRIAT

Coordinador Unidad de Investigaciones
Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE SE GENERAN EN EL HUMEDAL LA CONEJERA.

Autora: Leydi Tatiana García Parra¹ – ltgarcia@correo.udistrital.edu.co

Docente asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de investigación: Competitividad Económica Ambiental

RESUMEN

En este artículo se identifican y califican los impactos generados a partir de las diferentes actividades que realiza el ser humano dentro de este humedal o en sus alrededores. Debido a que, cerca de este ecosistema se encuentra una zona residencial perteneciente al barrio Suba Compartir. Por consiguiente, este se ve afectado por las actividades que se realizan dentro de estas viviendas y por las visitas que recibe diariamente de los habitantes aledaños o individuos cercanos a este sector.

Con el fin de concluir este objetivo de manera óptima, se establecieron las actividades más importantes realizadas cerca del ecosistema natural, posteriormente se procede a calificar el

impacto que se está generando en los componentes ambientales del humedal, con el objetivo de identificar las actividades que afectan en mayor medida este espacio natural.

El humedal La Conejera se encuentra ubicado cerca del barrio Suba Compartir, por este motivo en sus alrededores se observa una gran cantidad de edificaciones las cuales en su mayoría pertenecen a conjuntos residenciales. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario realizar una evaluación en la cual se identifiquen los impactos más relevantes que se causan en el ecosistema a partir de las diferentes actividades que realizan los habitantes de estos conjuntos residenciales, todo ello con el fin de poder conocer las

¹ Administración Ambiental.

irregularidades que se presentan en este espacio y, por consiguiente, definir medidas que contribuyan a la reducción de los impactos más significativos que causamos en este ecosistema natural.

PALABRAS CLAVE

Humedal, Impactos, Matriz Conesa, Componentes ambientales, Tipo de impacto, Indicador ambiental.

ABSTRACT

In this article we identify the impacts generated from the different activities carried out by the human being within this wetland or in its surroundings. Because, near this ecosystem, there is a residential area belonging to the Suba Compartir neighborhood. Therefore, it is affected by the activities that are carried out inside these houses and by the visits that it receives daily from the neighboring inhabitants or individuals close to this sector.

In order to conclude this objective in an optimal way, the most important activities carried out near the natural ecosystem were established, then the impact that is being generated

on the environmental components of the wetland is described, with the objective of identifying the activities that affect to a greater extent this natural space.

The La Conejera wetland is located near the Suba Compartir neighborhood, for this reason, in its surroundings, there is a large number of buildings which are mostly related to residential complexes. Taking into account the above, it is necessary to carry out an evaluation in which the impacts that are resolved in the ecosystem are identified. Irregularities that occur in this space and, therefore, define the measures that contribute to the reduction of the most significant effects that we cause in this natural ecosystem.

KEYWORDS

Wetland, Impacts, Conesa Matrix, Environmental components, Type of impact, Environmental indicator.

INTRODUCCIÓN

El humedal la Conejera se encuentra ubicado en la localidad de Suba, barrio Compartir. Este se encuentra rodeado por diferentes edi-

ficaciones entre las cuales se encuentran conjuntos residenciales, parques y establecimientos comerciales, los cuales generan ciertos tipos de impactos debido a las actividades que se realizan en cada uno de estos espacios.

Algunos de los impactos que se pueden observar es la contaminación de las fuentes hídricas y del aire, la generación de ruido y de residuos sólidos dentro del humedal o en sus alrededores, la degradación de las propiedades ecosistémicas, entre otros. Por consiguiente, se realizó una matriz de Conesa en donde se puedan identificar y priorizar los impactos que están afectando este ecosistema, por medio de la calificación que Vicente Conesa propone para el desarrollo de esta evaluación. Cabe resaltar, que a la calificación se le realizaron algunas modificaciones con el fin de mejorar los resultados que se obtengan para este objetivo.

Por otra parte, es importante mencionar que, a partir de la identificación de los impactos más relevantes, se puede analizar la causa que genera que este impacto sea significativo dentro del humedal y poder encontrar alguna solución

que disminuya la afectación que se está presentando dentro de este.

Dentro de esta evaluación también se resaltarán los impactos positivos que generan algunos miembros de la comunidad hacia este humedal, debido a las actividades que realizan dentro del mismo. Esto con el fin de poder intensificar las actividades que contribuyan al mejoramiento y recuperación del ecosistema.

Finalmente, con el fin de observar las variaciones que tienen los impactos en los componentes ambientales, se realizaron las gráficas correspondientes para cada una de estas actividades, teniendo en cuenta que este es un método que facilita la visualización de la magnitud que tiene cada impacto dentro del humedal

MÉTODOS

La metodología para realizar esta investigación es descriptiva la cual se desarrolló de la siguiente manera:

- Inicialmente, se identificaron las acti-

vidades que se realizan dentro del humedal y que causan un impacto significativo en los componentes del mismo.

- Posteriormente, se identificó el tipo de impacto que se causa, teniendo en cuenta el componente que se afecta y el nivel de impacto, ya sea alto, medio o bajo.
- Finalmente, se establecieron las actividades que causan mayor impacto en este las cuales son: la construcción de conjuntos residenciales, las viviendas y los establecimientos comerciales aledaños a este humedal y la inadecuada disposición de residuos sólidos.

RESULTADOS

Tabla 1. Actividades con mayor impacto:

Construcción de conjuntos residenciales	-137
Las viviendas aledañas a este humedal	-93,5

Establecimientos comerciales aledaños a este humedal	-94
Inadecuada disposición de residuos sólidos.	-74

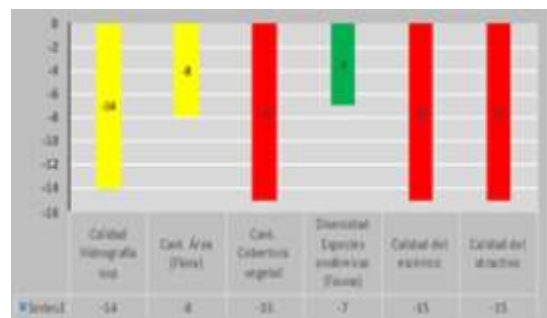
Tatiana García, 2019

Gráfica 1: Construcción de conjuntos residenciales



Tatiana García, 2019

Gráfica 2: Disposición de residuos sólidos



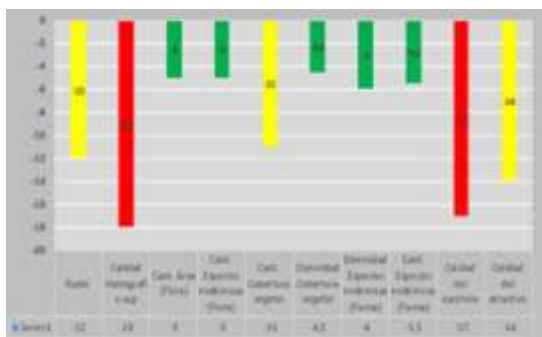
Tatiana García, 2019

Gráfica 3: Viviendas aledañas al humedal (Barrio Suba Compartir)



Tatiana García, 2019

Gráfica 4: Establecimientos comerciales en los alrededores del humedal.



Tatiana García, 2019

DISCUSIÓN

Para la primera actividad se observan cinco impactos bajos, cinco impactos medios y tres impactos altos. Para los impactos altos se observa que los tres pertenecen a un deterioro en el área del humedal ya sea en áreas verdes o áreas paisajísticas, estos arrojan un valor de -

17, el cual pertenece al área que será deteriorada o eliminada del humedal para realizar la construcción de los conjuntos residenciales. Además de esto, se puede denotar que las modificaciones que se van a realizar en los alrededores del humedal a partir de estas construcciones, no son reversibles ya que los materiales que se utilizan o las sustancias que se aplican para realizar estas viviendas, eliminan toda la capa vegetal que se encuentra presente en el lugar, por consiguiente, es imposible revertir este impacto en el humedal.

La segunda actividad definida para esta matriz se denomina “Visitas al humedal por parte de la comunidad aledaña”, estas visitas se refieren a los habitantes de los barrios cercanos al humedal ya que son los potenciales usuarios de este, además ellos son los que deben velar por el cuidado de este espacio ya que el ecosistema se encuentra directamente en el ambiente en el cual ellos conviven diariamente.

La matriz arroja para esta actividad un total de tres valores medios negativos, un valor bajo igualmente negativo, y dos valores bajos positivos. El mayor valor que encontramos en la matriz para esta actividad es -13 el cual pertenece a la hidrografía del humedal, en donde se observa al recorrer el humedal que algunos visitantes no disponen adecuadamente sus residuos, de comida, botellas plásticas, cartón, papel, bolsas, entre otros.

La cantidad de cobertura vegetal cuenta con un valor de -12, debido a que los desechos degradan las zonas verdes, a partir de las sustancias que estos liberan y que por consiguiente afectan al medio ambiente. Además, otro factor importante es el tránsito de personas por las zonas verdes del humedal, ya que se desgasta la cobertura vegetal en las áreas que son altamente transitadas por los visitantes del ecosistema.

En la tercera actividad se puede observar que todos los impactos que se generan a partir de ella son bajos, de los cuales cuatro de ellos son negativos y cinco de ellos son positivos. El ruido es el aspecto que cuenta con un ma-

yor valor con un total de -7, debido a que los estudiantes de colegios en su mayoría generan cierto tipo de ruido al desarrollar las actividades propuestas para cada una de sus visitas de campo. Sin embargo, cabe resaltar que este nivel de ruido no será significativo ya que la mayoría de los estudiantes cuentan con una conducta adecuada para visitar estos espacios. Por otro lado, los estudiantes de las universidades generan muy poco ruido en la mayoría de los casos, ya que ellos cuentan con un mayor conocimiento acerca del comportamiento que se debe tener al ingresar a este tipo de ecosistemas.

Para la cuarta actividad la matriz arroja un total de tres valores altos, dos valores medios y un valor bajo. Como se puede observar en la matriz, los tres valores altos se encuentran en -15, el primero hace referencia a la cantidad de cobertura vegetal, ya que esta se ve disminuida por los residuos sólidos que se localizan en ciertas áreas del humedal y disminuyen el área vegetal, teniendo en cuenta que se encuentran residuos sólidos en grandes concentraciones, e igualmente estos generan ciertos tipos de con-

taminantes que deterioran las zonas verdes.

Para la actividad número cinco, se observa que arroja tres valores altos y dos valores medios.

El primer valor alto que encontramos hace referencia al impacto que se causa en las fuentes hídricas del humedal, debido a que este recibe vertimientos de aguas residuales provenientes de las viviendas ubicadas en sus alrededores.

Posteriormente, se encuentra el atractivo de este ecosistema con un total de -18, ya que una vez son vertidas las aguas residuales que provienen de las actividades que realizan los habitantes en estas viviendas como lo son: lavado de baños, cocinar, lavado de loza, utilización de inodoros y duchas, entre otros, se observa un cambio tanto en el color como en el olor de estas fuentes hídricas.

Con respecto al escénico del humedal se da un valor de -17, ya que la alteración que generan los vertimientos no se observa en todos los lugares de este ecosistema, únicamente se percibirá en las áreas que contengan el recurso hídrico.

Para la actividad número seis, la matriz arroja

un total de dos valores altos, tres valores medios y cinco valores bajos. El primer valor alto que se observa para esta actividad en la matriz pertenece al impacto que se causa en las fuentes hídricas del humedal con un total de -18. Esta calificación pertenece a los vertimientos que se desprenden de las actividades que los habitantes realizan diariamente dentro de sus viviendas y que son descargadas en el recurso hídrico del humedal.

Por otro lado, encontramos el impacto que se genera en el escénico del humedal con un total de -17, esto debido a que la percepción de paisaje natural cambia a un ambiente más urbano, ya que existen varios conjuntos alrededor que alteran la imagen de este ecosistema.

La actividad número siete, muestra un total de dos valores altos, tres valores medios y cinco valores bajos. Entre los valores altos se encuentra el impacto que se ocasiona en las fuentes hídricas del humedal, debido a los vertimientos que generan estos establecimientos derivados de las actividades comer-

ciales que realizan como lavado de baños, aseo del local, uso de baños, entre otros, y que contaminan el recurso en el que son vertidos.

Por otro lado, el escénico del humedal se observará alterado, debido a los olores que generen estas aguas residuales y que por ende incomodan a los visitantes de este ecosistema, impidiendo el normal desarrollo de las actividades que se tengan planeadas para realizar dentro del mismo.

CONCLUSIONES

En las gráficas se aprecia que la actividad que más impacta es la construcción de los conjuntos residenciales cerca del ecosistema, esto debido a que estas edificaciones alteran en su totalidad las características propias del humedal y disminuyen una cantidad importante de áreas verdes. Por consiguiente, en la matriz se puede apreciar que esta es la única actividad que impacta todos los componentes, además cuenta con unas calificaciones bastante altas y todas ellas hacen parte de los impactos negativos. Los establecimientos comerciales y las viviendas aledañas son las siguientes actividades que

causan más impacto al humedal, la primera con un total de -98 y la segunda con un valor de -93,5; esto debido a que estas dos actividades impactan la mayoría de los componentes y sus valores son bastante altos.

Por otro lado, encontramos que el componente que se encuentra mayormente afectado es el recurso hídrico, ya que todas las actividades generan un impacto en este ítem y en su mayoría estas calificaciones son altas, arrojando un valor de -92,5. Seguidamente, se observa que los componentes atractivo y escénico del humedal se ven bastante afectados con un total de -73,5 y -67,5 respectivamente. Esto debido a que todas las actividades generan una modificación en las características del ecosistema, generando un cambio o deterioro según el grado de impacto de cada actividad.

Entre los valores positivos encontramos que las visitas por parte de colegios y universidades y las visitas de la comunidad pueden brindar cierto beneficio en algunos componentes específicos, por tal motivo estas son

las únicas dos actividades que arrojan un valor de impacto positivo con un total de 24,5 y 13 respectivamente. Por otro lado, se puede observar que, en las especies endémicas de flora en el humedal, en la cantidad y diversidad de cobertura vegetal y en el escénico y atractivo del ecosistema, se generan impactos positivos que, aunque no son muy altos contribuyen a mejorar la calidad del ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Asimismo, agradezco a la directora de semillero Maribel Pinilla por su paciencia, acompañamiento, amabilidad, colaboración y sus valiosas sugerencias para lograr desarrollar este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Plan de manejo ambiental humedal la Conejera. (2006).

Conesa Fernández Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi - Prensa, Madrid, España 2010.

Gamboa, (2011). Evaluación de impactos ambientales. Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito.

Alcaldía Mayor de Bogotá, (2018). Ficha técnica, parque ecológico distrital La Conejera. Recuperado de: <http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/wp-content/uploads/2018/06/>

Ficha_T%C3%A9cnica_Conejera_2018.pdf

ESTIMULACIÓN PREGERMINATIVA POR MEDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS A SEMILLAS DE *Cedrela montana* Turcz.

Autor(es): Jhony Alejandro Chica Venegas¹ – jachicav@correo.udistrital.edu.co
Angie Lisseth Bernal Torres² – albernalt@correo.udistrital.edu.co
Carlos Polania Quijano³ – capolaniaq@correo.udistrital.edu.co

Docente asesor: Jesús Alberto Lagos Caballero.

Semillero de investigación: Biología del Suelo (BSUD)

RESUMEN

Cedrela montana Turcz. es una especie nativa propia de los bosques andinos, la cual posee gran importancia gracias a su potencialidad de rehabilitación ecológica y al valor comercial de su madera; dicho factor la ha puesto en la categoría casi amenazada (NT) de la UICN. Es necesario promover herramientas de conservación y restauración ecológica que comienzan con la investigación del buen desarrollo y producción de material vegetal que permitan el aprovechamiento forestal sostenible de la misma.

En el presente estudio, mediante un diseño de bloques al azar se pretende determinar la carga (mT) más efectiva de exposición electromag-

nética para influir en el porcentaje de germinación y crecimiento inicial de las semillas de *C. montana*. Se emplearon diferentes cargas (3 intensidades) en dos tiempos (30min y 60 min). Dichas cargas fueron descargadas a las semillas mediante el uso de un solenoide y por medio de un teslámetro se procedió a realizar el control y/o medición de la descarga. Además, se usó un tratamiento testigo (T0) al cual no se le aplicó ninguna descarga. Los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas, por lo cual se concluye que la especie no requiere de estímulos electromagnéticos para su germinación.

PALABRAS CLAVES

Cedro, Descarga, Exposición, Germinación, Intensidad, miniTeslas (mT).

¹ Ingeniería Forestal.

² Ingeniería Forestal.

³ Ingeniería Forestal.

ABSTRACT

Cedrela montana Turcz. it is a native species typical of Andean forests, which is of great importance thanks to its potential for ecological rehabilitation and the commercial value of its wood; this factor has placed it in the near-threatened category (NT) of the IUCN. It is necessary to promote ecological conservation and restoration tools that begin with research into the good development and production of plant material that allow sustainable forest use of the same.

In the present study, a random block design aims to determine the most effective load (mT) of electromagnetic exposure to influence the percentage of germination and initial growth of *C. montana* seeds. Different loads (3 intensities) were used in two times (30min and 60 min). These loads were discharged to the seeds by the use of a solenoid and by means of a tislameter the control and/ or measurement of the discharge was carried out. In addition, a witness treatment (T0) was used to which no discharge was applied. The results obtained

had no significant differences, so it is concluded that the species does not require electromagnetic stimuli for germination

KEY WORDS

Cedar, Discharge, Exposure, Germination, Intensity, MiniTeslas (mT).

INTRODUCCIÓN

Las semillas de la mayor parte de las plantas no germinan inmediatamente después de la maduración; esto se debe a que necesitan la presencia de factores ambientales como la humedad, temperatura, que brindan las condiciones fundamentales para su germinación. En ciertos casos, es probable que las semillas no germinen aun cuando se encuentran bajo condiciones favorables, debido a que existe un impedimento en alguna parte del proceso, lo que se conoce como latencia (Gutiérrez, Torres & Diaz, 2014). En la madurez las semillas entran en un estado de latencia de duración variada según la especie, que puede durar unas pocas semanas, meses o varios años (Varela, 2011). Es por esto que las condiciones más favorables para el pro-

ceso de germinación deben ser establecidas para cada especie, por lo que documentar resultados de tratamientos pregerminativos resulta de interés en programas de conservación exsitu (Ulian, Tiziana & Rovere, 2008).

Actualmente son escasos los estudios relacionados con métodos fisiológicos y tecnológicos para germinación de semillas en la mayor parte de especies forestales tropicales, lo que se atribuye en parte al difícil acceso para las colectas debido a la irregularidad de los bosques, la ausencia de vías de acceso y en algunos casos condiciones de inseguridad, además de la difícil reproducción vegetativa de especies leñosas (Medeiros, Boix & Manrique, 2013). Como evidencia de ello se tiene que los planes de reforestación en trópicos americanos son limitados en el uso de especies nativas; se utilizan principalmente especies exóticas promoviendo la creación de bosques monoespecíficos de rápido crecimiento (Pérez & Ochoa, 2011), lo que reduce la información germinativa de especies tropicales.

Por ello, se ha buscado incorporar otros méto-

dos que contribuyan al éxito de la propagación mediante establecimiento de relaciones germinativas con fenómenos como el electromagnetismo dado a que se argumenta que induce perturbaciones en el ambiente circundante y provoca cambios morfológicos y fisiológicos generando acciones positivas sobre la estimulación del crecimiento y desarrollo de tejidos vegetales (Arenas, Angarita & Jácome, 2015). Se infiere que la energía electromagnética actúa sobre la materia e interrelaciona con los organismos biológicos, en cada etapa de desarrollo, y por ello puede ser una técnica de bajo costo para mejorar la calidad de la semilla (Arenas et.al, 2015).

C. montana es una especie nativa de alto interés comercial gracias al alto uso de su madera, la cual puede presentar latencia endógena en sus semillas (Romero, 2016). Se ha tenido una reducción poblacional por la fragmentación de su hábitat, por lo que ha sido catalogada como casi amenazada (NT) (Vargas, Guzmán & Andrea, 2018). Por lo cual se hace necesario generar estudios que

permitan determinar alternativas para acelerar la germinación de sus semillas.

Se pretende determinar cuál es la posible descarga electromagnética (mini-Teslas) en combinación con el tiempo de exposición más influyente de forma positiva en el porcentaje de germinación y el crecimiento temprano de *C. montana*.

MÉTODOS

Se colectaron aproximadamente 500 semillas de un individuo presente en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

A través de un diseño de bloques al azar se sometieron seis semillas a seis diferentes tratamientos empleando 3 intensidades en dos tiempos (T1: 10 mT / 30 min, T2: 20 mT / 30 min, T3: 30 mT / 30 min, T4: 10 mT / 60 min, T5: 20 mT / 60 min, T6: 30 mT / 60 min), en función de la magnitud de descarga y el tiempo de exposición. Adicionalmente se utilizó un testigo que fueron semillas no sometidas a ninguna descarga. Se hicieron tres repeticiones por tratamiento.

En cuanto a las descargas eléctricas, éstas fueron realizadas en el laboratorio de Física de la Facultad de Ciencias y Educación, mediante el uso de solenoides (bobinas de núcleo de aire de 600 vueltas), fuentes de alimentación reguladas (hasta 600 v) y un teslametro para el control y/o medición de la descarga.

Se tuvo en cuenta que las semillas son de tipo ortodoxas y no se realizó ensayo de viabilidad. Posterior a los tratamientos, las semillas se pusieron a germinar en un sustrato de origen orgánico (Tierra negra) desinfectado con basamid para evitar la aparición de hongos u otros patógenos. Durante 75 días se observó de forma semanal la germinación y el crecimiento

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, el cual se obtiene mediante la división entre el número de semillas germinadas y el tamaño de la muestra multiplicados por 100. El crecimiento se consideró como la altura de la plántula medida desde el suelo hasta la parte final del ápice, y el nú-

mero de hojas verdaderas mediante conteo.

Se determinó la normalidad (test de Shapiro-Wilk) y la homogeneidad de varianzas (test de Barlett). Para la variable crecimiento se realizó una prueba no paramétrica (test de Kruskal-Wallis) y en la germinación se empleó análisis

de varianza (ANOVA de una vía). Los datos fueron procesados mediante el uso del programa Microsoft Excel 2017 y las pruebas estadísticas fueron realizadas por medio del software R (Fox & Weisberg, 2017; R Development Core Team, 2008).

RESULTADOS

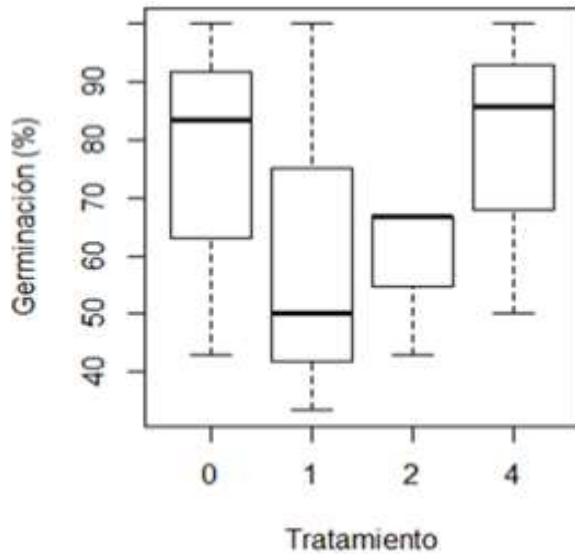
Tabla 1: porcentaje de germinación y crecimiento longitudinal (altura) de *Cedrela montana* en los tratamientos experimentales. **Fuente:** Autores.

Tratamiento	Intensidad (mT)	Tiempo (Min)	Germinación (%)	Crecimiento Longitudinal S. Germinadas (cm)
T0	0	0	73.68	7.57
T1	10	30	63.16	8.04
T2	20	30	57.89	7.96
T3	30	30	0	Quemadas – Alta intensidad
T4	10	60	78.95	7.99
T5	20	60	0	Quemadas – Alta duración
T6	30	60	0	Quemadas – Alta intensidad

Tabla 2: valores estadísticos de las pruebas realizadas, a un nivel de significación de 0.05, para comparar el comportamiento de los tratamientos en la germinación y crecimiento longitudinal (altura) de *Cedrela montana*. En los valores que se observa un asterisco (*) se acepta la hipótesis nula (h0) y con dos asteriscos (**) se acepta la hipótesis alterna (h1). **Fuente:** Autores.

VARIABLES	Prueba estadística							
	Normalidad (Prueba de Shapiro-Wilk)		Homogeneidad de varianzas (Prueba de Barlett)		ANOVA		Prueba de Kruskal-Wallis	
	Valor estadístico (W)	p-valor	Valor estadístico (K ²)	p-valor	Valor estadístico (F)	p-valor	Valor estadístico (sh ² - x ²)	p-valor
Germinación (%)	0.89528	0.1378*	1.2886	0.7318*	0.241	0.634*	-	-
Crecimiento Longitudinal (cm)	0.7686	1.34 E-9**	0.8155	0.8457*	-	-	1.7164	0.633*

Figura 1: Variación del porcentaje de germinación en 4 tratamientos (donde las semillas no sufrieron daños) para semillas de *Cedrela montana*. Tratamiento: Exposición de semillas a campos electromagnéticos. (T0 = testigo; T1 = 10 mT – 30 min; T2 = 20 mT – 30 min; T4 = 10 mT – 60 min). **Fuente:** Autores.



Se encontró que en tres de los seis tratamientos evaluados las semillas se quemaron debido, en primer lugar, a la alta intensidad de las descargas en los tratamientos T3: 30 mT / 30 min y T6: 30 mT / 60 min, mientras que en el caso del T5: 20 mT / 60 min fue debido a un alto tiempo de exposición (Tabla 1). Por lo anterior, los tratamientos antes contemplados no fueron tenidos en cuenta en el análisis estadístico.

Se evidencia normalidad y homocedasticidad para los valores calculados de los tratamientos

que corresponden a la variable germinación (Tabla 2), por lo cual, al cumplir las anteriores condiciones, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA de una vía) donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Lo que indica que la exposición al campo no genera un incremento en el crecimiento temprano de la planta ni aumenta el porcentaje de germinación (Figura 1).

En cuanto a la variable crecimiento longitudinal (altura) los valores no presentan distribución normal según la prueba de Shapiro - Wilk, por lo cual, se emplea el test de Kruskal-Wallis, en donde se encuentra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 1).

Para el caso del número de hojas verdaderas se encontró que este fué el mismo para los diferentes tratamientos utilizados por lo que no se afectó en función del tiempo ni de la intensidad de la exposición.

DISCUSIÓN

En contraste con el estudio realizado por Hincapié, Torres & Bueno (2010), todas las semillas sometidas a una alta intensidad de descarga y un alto tiempo de exposición (T5: 20 mT / 60 min) se quemaron, lo cual sugiere que al implementar descargas electromagnéticas muy altas se puede llegar a tener el efecto contrario al deseado debido a la reducción de la viabilidad de las semillas.

Lo anterior se confirma con lo planteado por Celestino, Picazo & Torribio (2000) donde se dice que la disminución gradual de la germinación de semillas con respecto al testigo o control luego de implementar una intensidad de descarga muy alta, sugiere un impacto inhibitorio directo del efecto de los campos electromagnéticos sobre la actividad del meristemo principal.

En cuanto a la longitud de las plántulas, no se encuentra que la exposición de las semillas a los campos electromagnéticos influya positiva o negativamente a esta variable; lo cual, es contrario a los resultados expuestos por Martí-

nez, Carbonell & Amaya (2000) en ensayos realizados para la Cebada (*Hordeum vulgare* L.) donde muestran que todos los tratamientos con descarga electromagnética tuvieron un aumento en la longitud de las plántulas, además, las longitudes totales más largas se obtuvieron cuando las semillas fueron expuestas permanentemente a radiación electromagnética.

Por lo anterior, se infiere que la especie *C. montana* no presenta una respuesta positiva en cuanto a crecimiento ni porcentaje de germinación, al ser sometidas a campos electromagnéticos.

Finalmente, el número de hojas verdaderas no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ni en comparación con el testigo, por lo que se asume que la exposición a campos electromagnéticos no influye directamente sobre la producción de las mismas. Por otro lado, algunos estudios afirman que la estimulación con campos electromagnéticos puede influir en la vigorosidad de las hojas, sin embargo, dicho pará-

metro no fue contemplado en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que estadísticamente no hay efecto significativo de los tratamientos pregerminativos empleando campos electromagnéticos en las semillas de *C. montana*.

Para la realización de investigaciones que demuestren la influencia significativa de lo anteriormente expresado en otras semillas, se recomienda la utilización de bobinas con núcleo de hierro con menores tiempo de exposición. La ampliación de estudios en los que se puedan especificar la intensidad a utilizar según el tipo y composición de las semillas, se consolidaría como un gran avance en materia de estimulación pregerminativa de semillas para uso comercial y restauración/rehabilitación de áreas naturales degradadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenas, A. A., Angarita, W., & Jácome, R. L. (2015). Efectos de la radiación electromagnéti-

ca sobre la germinación del maíz. *Tecnura*, 19(45), 65-73.

Boix, Y. F., Victório, C. P., Lage, C. S., Defaveri, A. A., Arruda, R. O., & Sato, A. (2010). Efecto de la aplicación de un campo magnético sobre la germinación in vitro de semillas de *Rosmarinus officinalis* L. *Biotecnología Vegetal*, 10(2).

Celestino, C., Picazo, M. L., & Toribio, M. (2000). Influence of chronic exposure to an electromagnetic field on germination and early growth of *Quercus suber* seeds: preliminary study. *Electro-and Magnetobiology*, (1), 115-120.

Gutiérrez, T., Milena, A., Torres, G., & Díaz, J. E. (2014). Effect of Magnetic Fields in Germination, Growth, and Microbial Flourishing in Seedlings of *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum*, and *Zea mays* (Poaceae). *Revista de Ciencias*, 18(1), 9-17.

Hincapié, E. A., TORRES OSORIO, J. A. V. I. E. R., & BUENO LOPEZ, L. I. L. I. A. N. A. (2010). Efecto del campo magnetico sobre la germinacion de la *Leucaena leuco-*

cephala. *Scientia et technica*, 16(44).

Martinez, E., Carbonell, M. V., & Amaya, J. M. (2000). A static magnetic field of 125 mT stimulates the initial growth stages of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Electro-and magnetobiology*, 19(3), 271-277.

Medeiros Rapôso, N. V., Boix, Y. F., Manrique, C. E. M., Kindelan, G. A., Dubois, A. E. F., & Gonzales, F. G. (2013). Efectos Del Campo Magnético Estático Y Electromagnético De Baja Inducción Magnética En La Germinación De *Adenanthera pavonina* L. *Investigación y Saberes*, 2(3), 24-33.

Pérez-Hernández, Isidro, et al. "Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México." *Madera*

y bosques 17.1 (2011): 71-91.

Romero-Saritama, J. M. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador. *Revista Ecosistemas*, 25(2), 93-100.

Ulian, Tiziana, Adriana Rovere, and B. Muñoz (2008). "Taller sobre conservación de semillas para la restauración ecológica." *Revista Ecosistemas* 17.3.

Vargas, B., Katherine, L., Guzmán, V., & Andrea, J. (2018). Estructura Poblacional De Las Especies *Cedrela Montana* Y *Cedrela Odorata* Presentes En La Jurisdicción De Corpoguavio.

IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA DE CARBÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACA.

Autor(es): Angie Tatiana Leguizamo Castellanos¹ – tatiana.le_01@hotmail.com
Jhoan Sebastián Ruiz Rodríguez² – jhoansebastianruizr@hotmail.com

Docente asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de investigación: Competitividad Económica Ambiental (CEA)

RESUMEN

La minería es una actividad que tanto para Colombia como para el resto del mundo genera réditos significativos. El siguiente artículo examinará la minería de carbón en Colombia en dos secciones principales: la primera de ellas se enfocará en desarrollar el contexto y generalidades de la minería en el país. Por otro lado, en el segundo apartado del documento se hará énfasis en la identificación de los potenciales impactos que la minería de carbón genera sobre los cuerpos de agua dispersos por el territorio nacional.

PALABRAS CLAVES

Minería, Carbón, Impactos, Recurso Hídrico, Colombia.

ABSTRACT

Mining is an activity that for both Colombia and the rest of the world generates revenues that are not negligible. The following article will examine coal mining in Colombia in two main sections: the first will focus on developing the context and generalities of mining in the country. On the other hand, in the second section of the document, emphasis will be placed on the identification of the potential impacts that coal mining generates on bodies of water dispersed throughout the national territory.

KEYWORDS

Mining, Coal, Impacts, Hydric Resource, Colombia.

¹ Administración Ambiental.

² Administración Ambiental.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la energía utilizada por la humanidad proviene de los minerales y combustibles fósiles, por esta razón no debería de extrañarnos su importancia para el mundo moderno.

Como se evidencia en los datos del último boletín estadístico de la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME (2018) la explotación de minerales en Colombia ha tenido, en los últimos tres años, una disminución en su participación dentro del PIB total de la nación. Aun así, el carbón sigue siendo el mineral que más representación tiene dentro del sector minero y por ende el que mejores rendimientos genera para el PIB.

El carbón no es sólo el mineral combustible que más produce el país, sino que, después del petróleo y sus derivados, es el mineral que más ingresos genera a razón de sus exportaciones, con un valor FOB (Free On Board) de 3.776,11 millones de dólares para el primer semestre de 2018 (UPME, 2018).

Algunos de los productos que trae consigo la puesta en marcha de proyectos de minería de

carbón en el país son: (1) los dividendos económicos, (2) la oferta de empleo y (3) el desarrollo de las zonas de influencia de esta actividad económica. Si bien son estos los resultados más atractivos para empresarios y accionistas, así como los que más resuenan en medios de comunicación, son por el contrario los aspectos de menor relevancia para las comunidades aledañas a los proyectos mineros, ya que, y como lo menciona UPME & Universidad de Córdoba (2015, p. 27), el “carbón a nivel mundial, es considerado como fuente de energía que produce mayor contaminación en todas las etapas de su producción (minería, transporte, almacenamiento, preparación y transformación) y durante su consumo (Mamurekli, 2010)” Contaminación que afecta no solamente a las comunidades ubicadas en la zona de influencia directa del proyecto, sino que en algunos casos puede llegar a extenderse a poblaciones y territorios lejanos.

La minería de carbón como muchas otras de las actividades desarrolladas por el ser humano resulta insostenible debido -

fundamentalmente- a que su estructura, está erigida en base a recursos no renovables. Pero no sólo es insostenible para la actividad económica en sí misma, sino que también lo es para el medio ambiente, afectando recursos tan vitales como el agua. De tal manera, se hace indispensable conocer e identificar los potenciales impactos que como consecuencia conlleva la explotación minera de carbón sobre el recurso hídrico del país.

MÉTODOS

El siguiente Artículo es de carácter científico de tipo cualitativo con un enfoque explicativo, en él se establecen algunas de las relaciones directas entre la actividad minera y los impactos que esta genera sobre los ecosistemas donde se desarrolla la actividad económica.

Fuentes de información primaria: consulta de publicaciones e informes oficiales emitidos por las entidades públicas, además de artículos científicos que traten los impactos de la minería de carbón sobre los ecosistemas. El objetivo final es poder recopilar información que nos permitan sustentar teóricamente las afectacio-

nes que ejerce la minería sobre los ecosistemas.

Fuentes de información secundaria: consulta de trabajos académicos, además de tesis que nos permitan documentarnos sobre las problemáticas que genera la actividad minera sobre los ecosistemas.

RESULTADOS

Minería de Carbón en Colombia: El contexto del problema.

Para entender mejor los impactos ambientales generados por la minería de carbón es necesario conocer primero cómo se desarrolla esta actividad en el país y cuáles son sus características principales. Para esto es primordial entonces realizar una diferenciación según los tipos de minería, para de esta manera comprender mejor la situación del sector y así tomar medidas más eficaces que se adecuen al contexto nacional.

En Colombia la minería de carbón se puede dividir en cuatro grandes tipos: minería de subsistencia, pequeña minería, mediana mi-

nería y gran minería. De estas cuatro, la minería de subsistencia y la pequeña minería son las que más impactan el medio ambiente, esto debido a las siguientes variables: bajo nivel de tecnificación, incumplimiento de la normatividad vigente, bajos estándares de seguridad ambiental y laboral, mano de obra no calificada, bajo control de impacto ambiental, bajo capital de trabajo, baja capacidad financiera y baja rentabilidad, las cuales al agruparse en un solo proyecto, intensifican la magnitud del problema generando impactos negativos sobre el medio ambiente (UPME & Universidad de Córdoba, 2015). Si a lo anterior le añadimos que de las “14.357 Unidades de Producción Minera (UPM) censadas (...) solamente el 1% son consideradas grandes (208), el 26% medianas (3.748), y el mayor porcentaje, 72% son consideradas pequeñas (10.401)” (Ministerio de Minas y Energía, 2014, p. 56) el panorama ambiental no es especialmente favorable para el país. Además, el programa de formalización minera para el periodo 2013-2016, no cumplió con la meta propuesta para el cuatrienio, la cual establecía un aumento del 40,38% en el

indicador -Número de Unidades de Producción Minera que ingresaron al Grado 1 (Básico de Formalización) por año- y de la cual solo se alcanzó el 29,39% (Contraloría General de la República, 2017).

Impactos Ambientales: El costo de una economía.

La minería de carbón produce efectos contaminantes sobre el medio ambiente y el recurso hídrico es uno de los más afectados. Como lo plantean (Lillo, s.f.) y (Contraloría General de la República, 2014) algunos de los impactos de la minería sobre las fuentes hídricas están dados por: (1) remoción de acuíferos, (2) acidificación del agua, (3) alteración de la dinámica fluvial, (4) pérdida de masas de agua y (5) alteraciones en el régimen hidrogeológico.

- **Remoción de acuíferos.** La remoción de roca y material inerte es una actividad inherente a la minería y por supuesto a la minería de carbón, pero esta extracción representa un alto riesgo para los acuíferos de la zona debido

a la pérdida de volumen de las aguas freáticas. Tal y como lo plantea la Contraloría General de la República (2014, p. 147), “La minería junto a ríos es algo catastrófico para el acuífero, ya que destruye la comunicación hidráulica del sistema río-acuífero-río, al desaparecer las aguas confinadas en la zona donde se desarrolla la explotación”.

- **Acidificación del agua o drenaje ácido de mina.** ‘Acide mine drainage’ (AMD) por sus siglas en inglés, es el aumento del pH del agua por contacto con sustancias químicas presentes en los minerales. Para el caso concreto de la minería de carbón encontramos elementos como cobre, cobalto, manganeso, cromo, níquel y plomo, los cuales al ser literalmente ‘lavados’ con agua, producen un drenaje ácido que se infiltra en el suelo hasta llegar a los cuerpos de agua, modificando el pH del preciado recurso. Los elementos pasan de estar inmóviles a dispersarse por el ambiente, contaminando atmósfera, suelo y agua. (Contraloría General de

la República, 2014)

- **Alteración de la dinámica fluvial.** Según Lillo (s.f.), estas alteraciones comprenden, entre otras: las variaciones en las tasas de erosión/sedimentación, la variación del perfil y trazado de la corriente fluvial y el aumento de la carga en suspensión. Los cambios en la dinámica fluvial de los cuerpos de agua producen efectos negativos tales como (1) Aumento de inundaciones y (2) re direccionamiento de ríos y quebradas.
- **Pérdida de masa de agua.** “En total, 17 fuentes hídricas en La Guajira se han secado debido la actividad minera de la empresa El Cerrejón, según denuncia Angélica Ortiz, vocera de Fuerza Mujeres Wayuu”. (Contagio Radio, 2016, párr. 1) El tema de los usos del agua en Colombia ha sido un asunto que ha generado opiniones divididas y un álgido debate en las distintas esferas de la so-

cidad. Por un lado, grandes multinacionales ‘privatizan’ el recurso para beneficio propio de su actividad económica mientras en el otro lado decenas de personas y familias tienen que sufrir los flagelos de la escasez de agua.

- **Alteraciones en el régimen hidrogeológico.** Lillo (s.f.) menciona que estas alteraciones comprenden cambios en el nivel freático, drenajes inducidos, modificación del relieve, infiltración restringida/favorecida y deforestación. La minería de carbón, por ejemplo, en la etapa de preparación del terreno realiza el conocido ‘descapote’ o deforestación del terreno para así dar paso a las actividades de explotación, técnica que afecta el suelo y el agua de la zona de influencia. Para el caso de la minería subterránea de carbón, una vez se inicia la extracción de minerales, se procede a la construcción de galerías subterráneas, proceso que:
Desestabiliza el régimen de aguas en la roca, debido a la creación de nue-

vos conductos de agua. El desagüe de minas (bombeo) puede provocar un descenso considerable del nivel freático, lo cual, además de otros efectos, puede degradar seriamente la vegetación en la zona afectada” (Los múltiples impactos ambientales de la minería subterránea, 2012, párr. 14).

DISCUSIÓN

De acuerdo a las fuentes primarias y secundarias investigadas y a los autores previamente citados podemos decir que, como toda actividad económica del ser humano la minería de carbón genera impactos sobre el medio ambiente y dichos impactos deben ser evaluados identificando adecuadamente las afectaciones sobre los medios abióticos, biótico y socioeconómico ya que de acuerdo a su intensidad estas afectan en mayor o menor grado las poblaciones que habitan cerca de la zona.

La minería ilegal o no formalizada en la actualidad es la responsable de la mayor parte de afectaciones sobre los ecosistemas esto

debido a que no se realizan las evaluaciones económicas correspondientes a los impactos generados por la actividad minera, ni se efectúan los estudios pertinentes para determinar los cambios que sufrirá en medio con las interacciones de las actividades que genera dicha actividad económica.

El principal recurso natural afectado por la minería de carbón es el hídrico, como se mencionó durante la exposición de los resultados, la alteración sobre el recurso va desde la contaminación por sedimentos, cambio o alteración del curso natural de las fuentes hídricas, erosión por pérdida de los acuíferos, problemas ambientales que en la actualidad generan múltiples dificultades para las poblaciones que habitan cerca. La escasez de agua potable, es el más claro ejemplo del flagelo que viven las comunidades que habitan cerca de las explotaciones de carbón, hoy esto se puede observar en la guajira, las comunidades wayuu sufren la escasez y pérdida de este vital líquido por la desviación del río ranchería, lo que ha generado problemas de salud, subsistencia y afectaciones en la economía de las comunidades que piden

prontas soluciones a su calidad de vida y a la calidad del ambiente en el que habitan.

Finalizando las discusiones podemos decir que la mejor forma de mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales generados por la minería de carbón es con la correcta evaluación de impacto ambiental, bajo la cual las empresas podrán internalizar estos costos ambientales y minimizar los impactos hacia la sociedad, en la actualidad es cada vez más importante que las empresas gestionen las evaluaciones ambientales dentro de sus políticas, planes, programas y proyectos, además de involucrar los actores ambientales y las comunidades en la toma de decisiones competentes al diseño y ejecución de proyectos que pueden afectar el medio ambiente y la calidad de vida de las comunidades, con el objetivo de que se logren minimizar los impactos generados por la explotación de carbón.

CONCLUSIONES

- Para concluir podemos decir que es necesario que las empresas que explo-

tan carbón en Colombia implanten métodos más afectivos contra la minería ilegal, pues esta es la principal responsable de la contaminación ambiental en los ecosistemas colombianos, además de que se evalúen las metodologías bajo las cuales se les exige a las empresas valorar sus impactos, consideramos que las valoraciones económicas ambientales hoy por hoy deberían ser de carácter obligatorio para las empresas mineras, así como la internalización de los costos generados por las afectaciones a los ecosistemas.

- Es de vital importancia atender las afectaciones ambientales que genera la minería de carbón, debido a que muchas de estas pueden ser de carácter irreversible para el medio ambiente, dado que no se le está dando el tiempo necesario a los ecosistemas para recuperarse y volver a su estado inicial, generando que el estado deba invertir en la recuperación de estos ecosistemas.
- Podemos terminar concluyendo que la

contaminación sobre los recursos naturales (1) agua, (2) aire, (3) suelo, (4) flora y (5) fauna afectan fuertemente a las comunidades que cerca de la zona de influencia de explotación de carbón, cambiando su calidad de vida, sus actividades económicas, las condiciones del medio ambiente y hasta llegando a afectar su salud y en algunos casos puede llegar a afectar hasta comunidades más lejanas por los ciclos climáticos quienes trasladan los impactos de un lugar a otro.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y a sus docentes por el proceso de formación de conocimiento y por inculcar en nosotros la curiosidad y el pensamiento crítico para plantear proyectos que en un futuro sean las posibles soluciones a las problemáticas sociales, ambientales y económicas actuales. Damos un especial agradecimiento a la directora de nuestro semillero, la docente Maribel Pinilla por su

esfuerzo, dedicación y entrega en cada paso que damos como investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, D. (2016). *IMPACTOS AMBIENTALES DE LA MINERÍA DE CARBÓN Y SU RELACIÓN CON LOS PROBLEMAS DE SALUD DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE SAMACÁ (BOYACÁ), SEGÚN REPORTE ASIS 2005-2011*. (Trabajo de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4130/1/Final%20tesis%202016.%20biblioteca.pdf>

Arregocés, S. (2016). *Paremos la desviación del arroyo Bruno en La Guajira Colombia*. Recuperado de <https://www.change.org/p/paremos-la-desviaci%C3%B3n-del-arroyo-bruno-en-la-guajira-luisernestoglcasuscidadanas>

Bompan, E., Podavini, F., Iannelli, M., Pravettoni, R., Fragapane, F. & Cecere, G. (2017). *Agua contra Carbón: La sucia guerra de Sudáfrica*. Recuperado de <https://elpais.com/>

[especiales/2017/planeta-futuro/agua-contra-carbon/](https://elpais.com/especiales/2017/planeta-futuro/agua-contra-carbon/)

Contagio Radio. (2016). *Mina de carbón del Cerrejón usa diariamente 17 millones de litros de agua*. Recuperado de <http://www.contagioradio.com/mina-de-carbon-del-cerrejon-usa-diariamente-17-millones-de-litros-de-agua-articulo-22354>

Contraloría General de la República. (2010). *Análisis del documento Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Comentarios sobre el fundamento económico del PND Capítulo III. Crecimiento sostenible y competitividad Locomotoras para el crecimiento y la generación de empleo Desarrollo Minero y Expansión Energética*. Recuperado de https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/452120/Analisis+PND+2010+-+2014_Sector+Minero+Energético_VF_05032011.pdf/f048b08d-f8b2-4a04-97f3-2b07d6f348fe?version=1.0

Contraloría General de la República. (2013). *Minería en Colombia: Derechos, políticas*

- públicas y gobernanza*. Recuperado de https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/472306/01_CGR_mineria_I_2013_comp.pdf/40d982e6-ceb7-4b2e-8cf2-5d46b5390dad
- Contraloría General de la República. (2014). *Minería en Colombia: Daños ecológicos y socio-económicos y consideraciones sobre un modelo minero alternativo*. Recuperado de https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2014/08/libro-mineria_vol-iii_serie-final.pdf
- Contraloría General de la República. (2017). *FORMALIZACIÓN DE LA MINERÍA EN COLOMBIA 2010-2016*. Recuperado de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/452120/Informe+formalización+de+la+minería+en+Colombia+2010+-+2016.pdf/6808405f-271f-47d6-a2bc-5f8a15ea4868?version=1.1>
- Dinero. (2018). *La paradoja que vive el sector minero en Colombia*. Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impres/negocios/articulo/situacion-del-sector-minero-en-colombia/257223>
- Duran, X. (2017). *Agua y minería, ¿difícil relación?*. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/agua-y-mineria-dificil-relacion>
- Forrest, K. & Loate, L. (2018). *Power and Accumulation Coal Mining, Water and Regulatory Failure*. *The Extractive Industries and Society*, 5 (1), 154-164. doi: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2017.12.007>
- Gómez, H. & Higuera, L. (2018). *RESUMEN EJECUTIVO. CRECIMIENTO ECONÓMICO: ¿ES POSIBLE RECUPERAR UN RITMO SUPERIOR AL 4% ANUAL?*. Recuperado de <https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/informecompletocrecimientoeconomico.pdf>
- Higuera Garzón, R. (2015). *Minería del carbón en Boyacá: entre la informalidad minera, la crisis de un sector y su potencial para el desarrollo*. Recuperado de <http://>

zero.uexternado.edu.co/mineria-del-carbon-en-boyaca-entre-la-informalidad-minera-la-crisis-de-un-sector-y-su-potencial-para-el-desarrollo/

Lillo, J. (s.f.). *Impactos de la minería en el medio natural*. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20minería%20-%20Javier%20Lillo.pdf>

Los múltiples impactos ambientales de la minería subterránea. (2012). *Los múltiples impactos ambientales de la minería subterránea*. Recuperado de <https://noalamina.org/informacion-general/impactos-de-la-mineria/item/8757-los-multiples-impactos-ambientales-de-la-mineria-subterranea>.

Martínez, A., Cajiao, S., Lozano, J., Zárate, T. & Zárate, G. (2014). *MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE EN COLOMBIA*. Recuperado de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/335/Repor_Junio_2014_Martinez.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Mendoza, J. (2015). *ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIO-AMBIENTAL DE LA MINERÍA DE*

CARBÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL CÉSAR. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Mhlongo, S., Mativenga, P. & Marnewick, A. (2018). *Water quality in a mining and water-stressed region*. *Journal of Cleaner Production*, 171, 446-456. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.030>

Ministerio de Minas y Energía. (2014). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA FORMALIZACIÓN DE LA MINERÍA EN COLOMBIA*. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/581708/DocumentoPoliticaVersionFinal.pdf/9fd087db-7849-4728-92ff-6e426acccf9c>

Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina – OCMAL. (2011). *La minería en Colombia: aportes para la discusión de impactos ambientales, sociales y económicos*. Recuperado de <https://www.ocmal.org/la-mineria-en-colombia-aportes-para-la-discusion-de-impactos->

ambientales-sociales-y-economicos/

articulo-548145

Quiroz, L., Medina, E. & Hernández, L. (2012). *RECOMENDACIONES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN Y MANEJO DE CARBÓN MINERAL SOBRE LA SALUD DE LA POBLACIÓN EN LA ZONA CARBONÍFERA DEL CESAR*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/Recomendacion-efectos-explotacion-carbon-cesar.pdf>

Rudas, G., Hawkins, D. & Cinep/ PPP. (2014). *La minería de carbón a gran escala en Colombia: impactos económicos, sociales, laborales, ambientales y territoriales*. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/11067.pdf>

Silva, S. (2015). *El arroyo que se le atravesó al Cerrejón*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/el-arroyo-se-le-atraveso-al-cerrejon->

Unidad de Planeación Minero Energética - UPME & Universidad de Córdoba. (2015). *INCIDENCIA REAL DE LA MINERÍA DEL CARBÓN, DEL ORO Y DEL USO DEL MERCURIO EN LA CALIDAD AMBIENTAL CON ENFASIS ESPECIAL EN EL RECURSO HÍDRICO - DISEÑO DE HERRAMIENTAS PARA LA PLANEACIÓN SECTORIAL*. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Incidencia_real_de_la_mineria_sobre_el_recurso_hidrico.pdf

Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2018). *Boletín Estadístico de Minas y Energía 2016-2018*. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018.pdf

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE CHUGUACA (*Hyeronima macrocarpa* Schltr.) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SU USO POTENCIAL

Autor(es): Ana María Cubillos Liévano¹ – amcubillosl@correo.udistrital.edu.co
Carlos Andrés Pinilla Castañeda² -carlospinilla803@gmail.com
Karen Vanegas Casas³ – ksvanegasc@gmail.com
María Fernanda Alfonso Martínez⁴ – mfalfonsom@correo.udistrital.edu.co
Miguel Ángel Hernández⁵ – miguel196_h@hotmail.com

Docente asesor: Esperanza N. Pulido R.

Semillero de investigación: SICMA

RESUMEN

Con el propósito de determinar los usos potenciales de la madera de la especie *Hyeronima macrocarpa* Schltr, se realizó el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas de acuerdo con los procedimientos estandarizados en las normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas COPANT, Norma Técnica Colombiana y la Sociedad Americana para pruebas y Materiales ASTM,. La especie *H. macrocarpa* reporto una densidad anhidra de $0,722 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, una densidad básica de $0,613 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$; categorizándola como una madera pesada. El contenido de humedad en el Punto de saturación de las fibras fue de 24,2%; con una contracción volu-

métrica total de 14,9%; y un coeficiente de estabilidad dimensional de 1,921. En cuanto a las propiedades mecánicas se obtuvieron los siguientes resultados: Para el esfuerzo de compresión paralela la resistencia en el límite proporcional (RLP) fue de $378,410 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, la resistencia unitaria máxima (RUM) de $547,330 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ y el módulo de elasticidad (MOE) de $43.415,34 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, para el esfuerzo de flexión estática la RLP fue $711,357 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, MOE $84.859,97 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, RUM $858,197 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, compresión perpendicular RLP $48,430 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, y RUM $62,790 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, y un MOE de $15874,85 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, para cizallamiento EUM $8.20 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$. De acuerdo con los resultados obte-

¹ Ingeniera Forestal

² Ingeniera Forestal

³ Ingeniera Forestal

⁴ Ingeniera Forestal

⁵ Ingeniera Forestal

nidos se determinó que los usos potenciales de la especie son estibas, muebles y pisos.

PALABRAS CLAVES

Hieronima macrocarpa, usos de la madera, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT

We assessed the physical and mechanical properties of the species *Hieronima macrocarpa*, under the rules Copant, Colombian technical standard and ASTM, obtaining some relevant results as a basic dimensional density of 0.613 gr.cm^{-3} ; Free water moisture content of 72.62% for dimensional volume; Total volumetric contraction of 14.90%; Total volumetric swelling for the 15.58% dimensional; A dimensional stability coefficient of 1.921, with respect to the mechanical properties the data is adjusted to a moisture content to 12% obtaining the following results: For parallel compression a RLP of $378.410 \text{ kg.cm}^{-2}$, RUM of $547.330 \text{ kg.cm}^{-2}$ and MOE of $547.330 \text{ kg.cm}^{-2}$, for static bending RLP $711.357 \text{ kg.cm}^{-2}$, Moe $92.535 \text{ kg.cm}^{-2}$, perpendicular compression RLP $48.430 \text{ kg.cm}^{-2}$, and RUM $62.790 \text{ kg.cm}^{-2}$, for shearing EUM

8.20 kg.cm^{-2} . It was also determined that the potential uses of the species are pallets, furniture and floors.

KEYWORDS

Hieronima macrocarpa, potential use, physical and mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La madera de *Hieronima macrocarpa* Schltr conocida con el nombre común de Chuguaca es de gran importancia en comunidades de la región andina debido a al uso en construcción. Pero el escaso conocimiento que se tiene respecto a las propiedades físico mecánicas de su madera ha hecho de esta un recurso subutilizado y poco valorado para su conservación. Es por ello que la clasificación de las maderas de acuerdo con sus propiedades físicas y mecánicas, dan origen a nuevos usos de las madera y posibilitan un aprovechamiento racional de este recurso (Aróstegui & Sato,2016; Bárcenas, 1995 cit en Pulido et al, 2018) . El grupo de propiedades físicas que se utilizan para la definición del uso se encuentran: contenido hume-

dad, densidades básica y anhidra, Contenido de humedad en el Punto de saturación de las fibras (CHPSF) y cambios dimensionales, mientras que para las propiedades mecánicas se evalúan principalmente los esfuerzos de compresión paralela y perpendicular, cizallamiento, dureza, flexión estática. Con la presente investigación se determinaron las propiedades físico-mecánicas de la especie *Hyeronima macrocarpa* Schltr, perteneciente a la familia Phyllanthaceae, con el objetivo de reconocer sus principales funcionalidades, como así lo determinó Castañeda, (1998) en el estudio que realizó en especies este género, clasificando la madera como dura y densa, lo cual permite que sea utilizada para construcciones pesadas. Por consiguiente se desea conocer los diferentes usos que se le podría dar a la madera de esta especie para así incentivar su uso por parte de las comunidades y de las industrias transformadoras de madera.

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la madera es una labor relevante y de gran importancia debido a la alta calidad que puede llegar a tener la especie. La evaluación de la su

calidad es requiere realizar una serie de pruebas estandarizadas en el Laboratorio para así poder evaluar las propiedades, las cuales permitirán definir las potencialidades de uso. Con lo cual se determinarán los elementos necesarios para poder conocer el comportamiento físico y los niveles de resistencia de la especie *Hyeronima macrocarpa* Schltr y brindar un conocimiento tecnológico de una especie forestal de interés comercial en el país.

Selección de especie:

Descripción botánica: *Hyeronima macrocarpa* Schltr es una especie arbórea de la familia Phyllantaceae, árbol de corteza agrietada y grisácea de 15 a 20 metros de altura y alcanza hasta 30 cm de diámetro, fuste cilíndrico, copa amplia con ramificación densa, corteza externa parda y grisácea y la interna es rosada y fibrosa.(Mueller, 2003) Hojas simples, alternas, de forma elíptica u oblonga, borde entero, ásperas en el haz e indumento lepidoto en el envés, peciolo desigual, las estípulas deciduas presentes en

las ramas jóvenes. Inflorescencias axilares en racimos de unos 10 cm de largo, con flores pequeñas, las flores masculinas de color crema tienen 5 estambres, y las femeninas son de color verdoso. Frutos drupáceos (Mahecha et al, 2004)

Hábitat: en Colombia se encuentra desde los 1200 hasta los 3200 msnm en su mayoría en bosques altoandinos (Bernal, 2015).

Descripción anatómica: Poros de forma redonda solitarios y múltiples radiales cortos sin un patrón de disposición definido, presenta poco contenido de gomas, Platinas de perforación simples con punteaduras Inter vasculares areoladas alternas, fibras no septadas con pared celular gruesa. Parénquima paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, Parénquima axial en series de 7 a 9, los radios son de tipo IV y con un ancho de 4 a 6 células según guía suministrada en el Laboratorio de Maderas UDBC

MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Maderas UDBC “José Anatolio Lastra Rivera” de la Universidad Distrital Francisco José de

Caldas de Bogotá.

Materiales y métodos

La madera se obtuvo de un individuo cuyas características cumplieron con los requisitos de calidad como buen porte y óptimo estado sanitario. El material se colectó en el municipio de Arbeláez, Cundinamarca, la vereda Santa Barbara sector Casa Blanca referenciada en las coordenadas Latitud Norte 4° 14'35,79" y Longitud Oeste 74°23' 2812" a una altura de 2200 m.s.n.m.

Fase de laboratorio: Para los aspectos metodológicos de las pruebas físicas y mecánicas, se basaron en las normas de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y algunos criterios de la American Society for Timber Materials (ASTM)

Pruebas físicas:

Se seleccionaron 30 probetas orientadas y en buen estado fitosanitario con una dimensión de 2,5cm x 2,5cm x 10 cm, sobre las cuales se realizó el siguiente procedimiento:

Se inicia con la enumeración de 3 puntos

equidistantes en cada uno de los planos, luego se realiza la medición y pesaje en estado inicial, con ayuda del calibrador se tomaron las medidas cada una de las dimensiones, posterior a esto se tomó el valor del volumen desplazado, en seguida se dejaron en inmersión las probetas por un tiempo de 7 días y se midieron y pesaron en condición verde. Las probetas se colocaron en el cuarto climático a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa de 65% hasta alcanzar el equilibrio higroscópico. Para la siguiente medición se pesaron las probetas en intervalos de 1 hora, se comprobó que la variación entre los pesos fue menor al 5%, por lo cual se realizaron las mediciones de las dimensiones radial, tangencial y longitudinal y el volumen desplazado.

Por último las probetas se dejan en el horno programado a 103°C de temperatura por tiempo de 4 días hasta lograr una condición anhidra. Se colocaron las probetas con sílica gel, para que no sean afectadas por la humedad del ambiente y se realiza la medición y pesaje en estado anhidro.

Con los análisis de los datos registrados en laboratorio se determinaron las siguientes propiedades físicas:

Contenidos de humedad: inicial, al punto de saturación de fibras (PSF), agua libre y el contenido máximo. Se calcularon las densidades verde, seca al aire, climatizada, anhidra y básica.

Se determinaron las contracciones total, parcial y parcial normal, cada una en la dimensión tangencial, radial y volumétrica. De igual manera se calcularon las hinchazones. Con los datos obtenidos se determinó el coeficiente de estabilidad dimensional (CED), que relaciona las contracciones tangenciales y radiales para conocer qué tan estable es una madera.

Pruebas mecánicas:

Para cada una de las pruebas se utilizaron 30 probetas al azar, que cumplieran con la condición de humedad establecida y que no presentará ningún tipo de defecto.

A cada probeta se le realizaron las medicio-

nes de las dimensiones con el calibrador siguiendo las normas COPANT.

RESULTADOS

Tabla 1:
Propiedades físicas y mecánicas

Propiedades físicas		
Propiedad	Valor	
Densidad básica	0,613 g.cm ⁻³	
Densidad anhidra	0,722g.c m ⁻³	
Densidad Seca al aire	0,718g.c m ⁻³	
Propiedades mecánicas		
Compresión paralela		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Resistencia unitaria máxima (Rum)	460,464 kgf.cm ⁻²	547,372k gf.cm ⁻²
Módulo de elasticidad	46,846kg.c m ⁻²	43,415 kg.cm ⁻²

Resistencia en el límite proporcional	327,003 kgf.cm ⁻²	378,409k gf.cm ⁻²
Flexión estática		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Esfuerzo unitario en el límite proporcional	580,447 kgf.cm ⁻²	711,357k gf.cm ⁻²
Esfuerzo unitario máximo	858,197 kgf.cm ⁻²	1011,340 kgf.cm ⁻²
Módulo de elasticidad	84,859kg.c m ⁻²	92,535 kg.cm ⁻²
Compresión perpendicular		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Carga en el límite proporcional (Pl)	1408,040k g.cm ⁻²	
Resistencia en el límite proporcional (RLP)	58,318kgf. cm ⁻²	48,430kg f.cm ⁻²

Resistencia unitaria máxima (RUM)	77,040kgf. cm ⁻²	62,790 kgf.cm ⁻²
Cizallamiento radial		
Cálculo	Resultado	Ajuste 12%
Carga máxima (P)	2196,333k gf	
Esfuerzo unitario máximo (EUM)	87,197kgf. cm ⁻²	84,280 kgf.cm ⁻²

Tabla 2
Usos posibles

Uso	Densidad	Flexión Estática	Compresión paralela	Compresión Perpendicular	Cizallamiento
Carpintería (Comparado con <i>Sacoglottis procera</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X	X	X
Construcción (Comparado con <i>Qualea acuminata</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X
Ebanistería (Comparado con <i>Hymenaea oblongifolia</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X	X	X
Estibas (Comparado con <i>Eadicheria</i> sp.)	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	X
Estructuras (Comparado con <i>Eichweilera parvifolia</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X
Muebles (Comparado con <i>Spondias mombin</i>)	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	X
Pisos (Comparado con <i>Hymenaea</i> sp.)	Mayor en la especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	Menor en especie objetivo	X
Postes (Comparado con <i>Calycophyllum sprengianum</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	Mayor en la especie objetivo	X	X
Vigas (Comparado con <i>Ocotea brevipedunculata</i>)	Menor en especie objetivo	Menor en especie objetivo	X	Menor en especie objetivo	X

Usos posibles

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por cada prueba se definieron un total de 11 potenciales usos de la madera los cuales se evaluaron en un matriz dando así un valor estimado para cada uso según cada prueba para al final definir si es un uso apto o no de la especie trabajada esto comparado con especies aptas según las pruebas definidas para uno de los usos.

DISCUSIÓN

La madera del género *Hyeronima* ha sido altamente valorada por la densidad y la durabilidad que presenta, la especie *Hyeronima alchorneoides* una de las más estudiadas a nivel anatómico, físico y mecánico está evaluada para el uso en construcciones pesadas, durmientes de ferrocarril, vigas y carrocerías de camión (CATIE, 2014) debido a su densidad por ser catalogada como pesada y densa (0,56-0,86 gr/cm³) y de acuerdo con el valor obtenido de la *Hyeronima macrocarpa*

corresponde a una densidad básica de 0,613 gr/cm³ y la de la densidad anhidra 0,722 gr/cm³ haciendo parte de esta categoría este valor está influenciado por el grosor de las paredes celulares que es considerada como gruesa, de acuerdo a la determinación de usos de la madera determinado en la matriz se obtuvo madera para postes estibas y estacas lo cual se corrobora con la especie a comparar ya que tienen una durabilidad de moderada a alta resistiendo así agentes patógenos y ataques de termitas.

La madera presenta algunas diferencias de acuerdo al lugar de establecimiento de la especie en el caso de la *H. macrocarpa* que fue extraída de bosque natural presentó coloración café rojiza que de acuerdo con Benitez y Monetsinos (1988) presenta una coloración muy parecida en cambio para plantaciones sus cambios son altamente significativos, en el caso de la de densidad de la especie *H. alchornoides* estudiada por (Solis & Moya, 2006) a medida que se aleja de la médula la densidad de la madera va a ser mayor pero en plantaciones su peso específico anhidro no supera al 0,56 gr.cm⁻³ y para bosques naturales su densidad es

similar a la *H. macrocarpa*.

Según las contracciones presentadas en la madera hay cierta relación con las distorsiones a consecuencia de los esfuerzos internos que presenta durante el secado, el valor obtenido con la contracción radial de la *H. macrocarpa* fue de 5,671 % con un coeficiente de variación de 0,23% y para la especie *H. alchornoides* se presenta un valor de 5.9% con un margen de error de 0,246 (Cuprofor,1999) lo cual indica que para las dos especies no disminuirán considerablemente las dimensiones al finalizar el secado inclusive la especie *H. cluisiodes* presenta una contracción radial saturada hasta estado anhidro de 5,8 y se le determina para defectos del secado ligeras torceduras, colapsos y grietas (ITTO,2015) en cambio con respecto a su contracción tangencial se puede ocurrir una disminución considerable.

Las propiedades mecánicas de la madera están relacionadas con la densidad de la madera de acuerdo con las características de la *H. macrocarpa* (Cuprofor, 1999) la clasifica-

ción de éste está dado como medio que determina cierta característica importante para la transformación es decir la madera se dejaría trabajar sin problema para usos en la fabricación de muebles que soporten algún esfuerzo y el acabado de su madera sería óptimo, en el caso de la *H. macrocarpa* su clasificación sólo difirió en la prueba de compresión perpendicular, una de las causas a esta diferencia se puede atribuir a la cantidad de humedad al cual se presentaba la probeta que con la especie a comparar no tienen el mismo contenido de humedad.

Se determinaron 4 tipos de contenido de humedad, el inicial, en punto de saturación de fibras, agua libre y máximo.

El contenido de humedad inicial fue de 31,7% el cual es la humedad en el cual se realizaron las diferentes pruebas, luego tenemos el contenido de humedad en el punto de saturación de fibras (CHPSF), en el cual la madera contiene toda el agua higroscópica y ha eliminado todo el agua libre, cuyo valor registrado fue en promedio de 24,2% determinado con el volumen

dimensional y un valor de 21,6% determinado con volumen desplazado. Continuando con el porcentaje de agua libre, el cual es bastante alto, presenta valores de 72,6% y 67,6% correspondientes a volumen dimensional y desplazado respectivamente; por último tenemos el agua máxima 1 y 2, los cuales no presentaron diferencia alguna con los dos métodos que se realizaron, el valor determinado con volumen desplazado fue de 89,2% y dimensional 96,8%.

Cada uno de los contenidos de humedad se comportaron de manera normal. De acuerdo con Nájera (2005) los valores de contenido de humedad en el Punto de saturación de las fibras varían en un rango entre 22 a 42%, rango en el cual se encuentra el cual el valor determinado para la especie objeto del presente estudio.

CONCLUSIONES

La madera del Chuguaca presenta para cada una de sus variables en los respectivos ensayos mecánicos de manera generalizada resistencias medias esto está estrechamente rela-

cionado con la densidad por lo tanto nuestra madera de estudio es apta para ebanistería, mueblería y postes, contrastando con la información dado por el CATIE (2014)

De acuerdo con el CED obtenido en los cálculos correspondientes se concluye que al tener un coeficiente de estabilidad inestable se recomienda tener conocimiento del movimiento dimensional para definir su potencial de uso, principalmente si se trata de manufacturas que puedan estar expuestas a cambios importantes de humedad relativa del aire.

Algunos de los nuevos usos potenciales hallados para la madera de *H. macrocarpa* se debe tener en cuenta con base en la densidad básica ya que con esta densidad es al que trasciende en el uso de la madera, y cómo debe llevarse a cabo los procesos de secado de esta.

Los índices MOE de flexión estática radial y tangencial reflejan una tendencia mediana-alta de tolerancia a la flexión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Española Para la Calidad (2013).

American Society for Testing and Materials (ASTM). Recuperado el 24/05/18 de: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/normas-astm>

Benitez, R. F. y Montesinos, J. L. (1988). Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), Honduras. (pag 213).

CATIE. (2014). Árboles de Centroamérica. En *Hyeronima alchorneoides* (págs. 587-592). CATIE

Canales, J. (2014). Resistencia al cizallamiento de tarugos de madera de *Calycophyllum spruceanum* Benth. (capirona) en el ensamble de piezas de madera. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales. Pucallpa, Peru.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). (1984). Center for Wood Anatomy Research, technology transfer, *Hyeronima alchorneoides*.. Recuperado 01/06/19 de: http://maderassostenibles.com/docs/Suradan_USDA.pdf

- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (1972). Las Normas COPANT. Maderas, Método de Determinación del Peso Específico Aparente.
- Universidad Centroamericana José Simón Cañas. (2015). Ensayo de tensión, compresión y corte de la madera. El salvador.
- Centro de utilización y promoción de productos forestales serie tecnológica de maderas Hondureñas(CUPROFOR). (1999) Propiedades y Usos de la Madera de Rosita, *Hieronyma alchorneoides*. Segunda edición.
- Dávalos,R; Bárcenas, G (1999). Clasificación de las propiedades mecánicas de las maderas mexicanas en condición “seca”. Madera y Bosques, vol. 5, núm. 1, 1999, pp. 61-69 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México
- Erusko, J. (2014). Manual Técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural. Recuperado el 06/06/19 de: <http://normadera.tknika.net/es/content/dureza>
- Franco, J; Cabas, D; Valencia, D. PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA MADERA DE URACO (*Ocotea brevipetiolata* van der Werff), Sibundo, Putumayo. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Igartua, D; Moreno, K; Piter, J; Monteoliva, S. (2015). Densidad y propiedades mecánicas de la madera de *Acacia melanoxylon* implantada en Argentina. Revista Maderas, Ciencia y Tecnología 17 (4): 809-820
- Instituto Nacional de Innovacion Agraria (2010). Maderas del Pacifico, *Spondias mombim*. Instituto de Investigaciones del Pacifico John Von Newman. Recuperado el 01/05/2018 de: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/inia/inia-p4/inia-p4-23.htm>
- Klinger, W; Talero,Y (2001) Propuesta metodológica para la identificación de usos potenciales de la madera a partir de parámetros fisiomecánicos cuantitativos. Revista Colombia Forestal. Vol 7 nro14 pág 7-24
- Mantero, C; O’Neill, H; Cardoso, A; Castagna, A. (2014). Propiedades físicas y mecánicas de la madera de una población de *Eucalyptus bosistoana* F. Muell. cultivada en

- Uruguay. Revista Agrociencia Volumen 18 1:65-74.
- Merchán, J. (2012). COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIGAS ENSAMBLADAS CON ELEMENTOS DE MADERA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL. Bogota D.C, Colombia.
- Monteoliva, S (2009). Xilotenología , La madera: propiedades y productos forestales.
- Moya, R; Leandro, L; Murilo, O. (2009) Wood characteristics of Terminalia amazonia, Vochysia guatemalensis and Hyeronima alchorneoides planted in Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Revista BOSQUE 30(2): pag. 78-87
- Norma tecnica Colombiana (2012). ESTRUCTURAS DE MADERA. MADERA ASERRADA Y MADERA LAMINADA ENCOLADA PARA USO ESTRUCTURAL. DETERMINACIÓN DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS. ICONTEC.
- Pulido E., Otavo. E., Solórzano J., Mogollón S., Quintero A., Amado S., Suarez S., & Ariza J. C. (2018) Propiedades físico mecánicas y uso de 17 especies forestales. Unidad de ordenación Forestal Yari Caguan , Municipio de Cartagena de Chaira, departamento de Caquetá, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia) y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá Colombia. PP 101
- Rincon, C., & Sibille, A. (2009). Capirona (*Calycophyllum spruceanum*). En WWF, *Guía de Procesamiento Industrial Fabricación de Muebles con Maderas Poco Conocidas - LKS* (págs. 1-20). Peru: USAID.
- Serna Mosquera, Yessica B., Borja de la Rosa, Amparo, Fuentes Salinas, Mario, & Corona Ambriz, Alejandro. (2011). Propiedades tecnológicas de la madera de algarrobo (*Hymenaea oblongifolia* Huber), de Bagadó-Chocó, Colombia. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(3), 411-422. Recuperado en 25 de mayo de

- 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000300011&lng=es&tlng=es.
- Solis, M; Mora, R (2006) Hieronyma alchorneoides en costa Rica, recuperado de <http://www.sirefor.go.cr>.
- Solozarnos,J; Suarez, S; Mogollon, S (2016). POTENCIALIDAD DE USO DE LA MADERA DE 15 ESPECIES FORESTALES PROCEDENTES DE LA UOF YARÍ-CAGUÁN, DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Sotomayor, J. (2015). Comportamiento en flexión estática de vigas de madera antigua de Picea abies. Universidad Michoacana, Facultad de ingeniería en tecnología de la madera. Revista Nova scientia vol. 7 nro. 13. Morelia, Mexico.
- Triana,M; González G, Paspur, S (2008). ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA PALOSANGRE (*BROSIMUM RUBESCENS TAUB.*), PROCEDENCIA: LETICIA AMAZONAS. Revista Colombia Forestal Vol 11: 149-164
- Valero R, A.(2008) Estudio Histórico-Constructivo del atesorado Mudejar de la iglesia Parroquial de la Concepción de Caravaca de la Cruz. Intervención para su Conservación. Cartagena. Universidad politécnica de Cartagena.
- Zuluaga, M. (2012). Sacoglottis procera, chanul, Usos potenciales. Mademaz. Buenaventura, Colombia.

ESTRATEGIAS BIOÉTICAS PARA LA SOLUCIÓN DE CONFLICTOS POR USOS DEL AGUA EN LA HIDROELECTRICIDAD DE COLOMBIA

Autor(es): Camila Andrea Moreno Beltrán¹ – caamorenoo@gmail.com
Ximena Paola Vigoya Ruiz² – ximevigo@gmail.com

Docente asesor: Carlos Díaz Rodríguez

Semillero de investigación: Ambiente ético y estratégico - AEE

RESUMEN

En el presente artículo se proponen estrategias vinculando los principios bioéticos de justicia, protección, prevención y precaución, con el fin de establecer parámetros éticos al momento de tomar decisiones en la administración de los conflictos derivados de la implementación de centrales hidroeléctricas en Colombia.

La hidroelectricidad es una alternativa de producción energética favorable para el crecimiento económico del país, pero su construcción y funcionamiento genera una serie de impactos negativos a nivel social y ambiental. Lo cual genera una contraposición de intereses debido a que algunos actores se pueden beneficiar de estos proyectos al satisfacer la demanda ener-

gética y otros actores reciben los impactos negativos del proyecto directamente.

Por lo tanto, se establecen unas estrategias que permitan la construcción de los proyectos hidroeléctricos garantizando la conservación del medio ambiente y la protección de las comunidades, balanceando las expectativas de los grupos de interés relacionados con este tipo de proyectos y minimizando los grados de insatisfacción.

PALABRAS CLAVES

Bioética, conflictos, hidroelectricidad, prevención, precaución, protección, justicia.

ABSTRACT

In the present article strategies are proposed linking the bioethical principles of justice,

¹ Administración ambiental.

² Administración ambiental.

protection, prevention and precaution, in order to establish ethical parameters when making decisions in the administration of conflicts arising from the implementation of hydroelectric plants in Colombia. Hydroelectricity is an alternative energy production favorable for the economic growth of the country, but its construction and operation generate a series of negative social and environmental impacts. Generating a contrast of interests because some actors can benefit from these projects by meeting the energy demand and other actors receive the negative impacts of the project directly. Therefore, strategies are established that allow the construction of hydroelectric projects, guaranteeing the conservation of the environment and the protection of communities, balancing the expectations of the stakeholders related to this type of projects and minimizing the degrees of dissatisfaction.

KEYWORDS

Bioethics, conflicts, hydroelectricity, prevention, precaution, protection, justice.

INTRODUCCIÓN

El territorio colombiano posee una amplia oferta hídrica en el mundo, debido a su régimen climático y sus condiciones topográficas, pero el recurso hídrico no se encuentra distribuido de manera homogénea en el territorio nacional porque está sometido a variaciones climáticas. (IANAS. y AC, 2012, p. 197)

En el estudio nacional del agua 2018, del IDEAM, se analizaron algunos resultados de la demanda de agua en Colombia comparada para los años 2008, 2012 y 2016, logrando determinar que el sector de la energía ha ocupado el segundo lugar en los usos del agua en Colombia durante los tres periodos analizados con un 23% de participación en el uso del agua en el año 2016 (IDEAM, 2018)

En este contexto, la generación de energía hidroeléctrica es una actividad representativa en la utilización del recurso hídrico en Colombia, para el año 2017, se estableció que las centrales hidroeléctricas tienen una parti-

cipación del 69,77%, ubicando el primer lugar en la generación de energía en el país, el 18,30% corresponde a centrales térmicas y el 11,94% a otras fuentes de energía. En ese sentido este uso del agua en el país ha sido indispensable para realizar actividades que requieran el abastecimiento de energía eléctrica y aportando en el crecimiento económico. (Cortés S. y Arango A.,2017, p.381)

Sin embargo, en la gestión del agua en Colombia se han realizado pocas alternativas que involucren los ámbitos social y cultural, esta gobernabilidad del agua ha girado más en torno a factores económicos, técnicos y productivos. Hace falta involucrar las comunidades en el desarrollo de este ejercicio, ya que son estas las que conocen el territorio en donde habitan y tienen una relación más profunda con el mismo, aún más que un experto técnico o profesional en el área. (Zamudio, 2012)

Cuando existe un conflicto, es necesario observarlo desde diferentes puntos de vista para darle solución. Los conflictos por usos del agua se han intentado solucionar implementando herra-

mientas políticas, tecnológicas y económicas, pero se han descuidado implicaciones de tipo bioético. La bioética proporciona algunos elementos de juicio para orientar la toma de decisiones frente a alguna situación de obliga a optar entre dos alternativas.

La bioética ambiental se rige por principios como la justicia, precaución, protección, solidaridad, prevención, entre otros, cada uno de estos principios, en conjunto, o por separado posibilitan plantear estrategias de solución de conflictos.

MÉTODOS

1. Revisión bibliográfica para identificar los principales conflictos generados por la implementación de hidroeléctricas en Colombia.
2. Selección de los principios bioéticos mediante su definición y relación con cada uno de los conflictos identificados.
3. Análisis y diseño de estrategias de solución planteadas por las autoras del presente artículo.

RESULTADOS

A partir del diagnóstico de la situación de centrales hidroeléctricas del territorio colombiano se determinaron cuatro conflictos principales, por consiguiente, se determinan estrategias para cada uno de ellos que faciliten resolver dichos conflictos y disminuir los grados de insatisfacción que se produce por las centrales hidroeléctricas.

CONFLICTO # 1: Crecimiento económico vs protección ambiental vs derechos humanos en relación con el uso del recurso hídrico para la producción de energía eléctrica.

ESTRATEGIA # 1: La implementación de hidroeléctricas es evaluada bajo una mirada utilitarista la cual busca el bien para una determinada población descuidando los intereses de las minorías³, por lo tanto, articulamos el principio de protección dirigido a estas minorías las cuales reciben el impacto negativo que afecta su bienestar dejándolos vulnerables, por

lo que es necesario brindar protección en diferentes variables:

1. Garantizar el acceso al recurso hídrico de forma equitativa
2. Garantizar las actividades económicas que ejerce la comunidad
3. Velar por que no se violen los derechos humanos
4. Preservar las dinámicas culturales de comunidades indígenas, afro y raizales:

Proteger los ecosistemas.

El principio de utilidad permite ser eficiente con los recursos asignados para un proyecto y al integrar el principio de protección, se busca que las decisiones no se inclinen a favor de un único actor de interés, es decir, se plantea incluir la protección en las decisiones utilitaristas, buscando que la compensación de la empresa se dirija principalmente a garantizar los derechos humanos, entre los

³ Porcentaje menor de una población por lo general comunidades de pueblos indígenas, campesinos, raiza-

les, afrocolombianos de regiones donde se implementará el proyecto.

cuales se encuentra garantizar el mínimo vital del recurso hídrico.

CONFLICTO #2: Intereses nacionales e internacionales de orden estratégico vs intereses regionales y municipales vs déficit de participación efectiva de las comunidades.

ESTRATEGIA #2: La estrategia a utilizar es la vinculación de los principios bioéticos de protección y de justicia⁴ en las consultas previas para establecer límites claros de participación. La primera herramienta para incorporar dichos principios es el empoderamiento territorial, es decir, garantizar la consulta informada, libre, segura, participativa y sin influencia política, exigiendo la participación mayoritaria de los pobladores, con el fin de establecer equidad entre los pobladores y el resto del país en cuanto al aprovechamiento eficiente de los recursos.

La segunda herramienta es el diálogo que permita reducir las asimetrías de los intereses na-

cionales y regionales, llegando a acuerdos satisfactorios con la plena seguridad de brindar cumplimiento a los acuerdos que se establecen en las consultas.

CONFLICTO # 3: Impactos acumulativos del proyecto hidroeléctrico vs las expectativas de equidad intergeneracional.

ESTRATEGIA # 3: Se plantea la inclusión del principio de precaución valorando los daños antes de que se manifiesten, es decir, anticiparse a los impactos acumulativos para minimizar la incertidumbre evitando daños irreversibles, bajo las herramientas de ampliación de tiempos de estudio y análisis de antecedentes, considerando así la resiliencia de los ecosistemas. También se plantea vincular el principio de justicia para limitar los usos, considerando las necesidades de las generaciones futuras sin descuidar las necesidades que se deben atender del presente.

No se busca con esta estrategia ser prohibiti-

⁴ El principio de justicia busca la solidaridad social, mediante la distribución igual, equitativa y apropiada

de bienes materiales, derechos y responsabilidades. (Molina, 2011)

vo si no aclarar que en todo tipo de proyecto es necesario valorar la incertidumbre y buscar reducirla

CONFLICTO # 4: Suministro de energía hidroeléctrica para consumo masivo a bajo costo vs usos del recurso hídrico en comunidades.

ESTRATEGIA # 4: Es necesaria la vinculación del principio de justicia para garantizar la equidad, el principio de protección para la población vulnerada y el principio de precaución.

Para llevar a cabo la solución de dicho conflicto se debe garantizar que antes de la aprobación del proyecto se haga uso del principio de precaución para considerar en el análisis costo beneficio los impactos sociales en su totalidad.

Para realizar esta vinculación se propone resaltar los usos actuales de la cuenca, si bien es una alternativa que necesita de mayores tiempos de ejecución, se disminuirían costos de compensación, garantizando el bien para todos

los involucrados (los actores a favor, población local y población nacional).

La herramienta que se propone para facilitar este análisis es dirigirse a los instrumentos de gestión de la región, POMCAS, POT, PAM (Política Ambiental Municipal), plan ambiental municipal, ya que estos establecen la sostenibilidad del territorio, indicando la capacidad uso de las cuencas del territorio.

Para vincular el principio bioético de prevención⁵ se propone articular los instrumentos locales con el plan energético nacional, con el fin de administrar adecuadamente el espacio para el beneficio de todos.

DISCUSIÓN

La identificación de los conflictos analizados denota la limitada capacidad de solución que involucre criterios de tipo bioético, las problemáticas originadas en la implementación de energía hidroeléctrica en Colombia se han intentado solucionar implementando

⁵ Este principio parte de la idea de que pueden ocasionarse daños irreversibles y que la toma de decisiones acertadas logra anticiparse para evitar estos daños.

estrategias económicas y políticas, olvidando el enfoque ético.

La construcción de centrales hidroeléctricas debe realizarse teniendo en cuenta los principios bioéticos de justicia, precaución, prevención y protección, estos delimitarán la toma de decisiones frente a cada conflicto, sin embargo, hay que resaltar que ninguna decisión es totalmente satisfactoria para cada uno de los actores involucrados. Cuando se realiza un proyecto obra u actividad

CONCLUSIONES

1. Se identificaron conflictos ocasionados por la generación de energía hidráulica en Colombia donde se evidencia prioridad por el crecimiento económico del país sobre el derecho de las comunidades en el acceso al recurso hídrico, se ha vulnerado el derecho a la participación comunitaria para la toma de decisiones en la implementación de estos proyectos. La ejecución de proyectos con altos niveles de incertidumbre generando impactos acumulativos compromete la disponibilidad del agua para las generaciones presentes y futuras, y la contraposi-

sición entre los intereses nacionales y los regionales.

2. La articulación de los principios bioéticos de protección, justicia, precaución y prevención establecen el campo de acción en la administración de los conflictos ya que indican los límites en la toma de decisiones necesarias para disminuir los grados de insatisfacción producida por los conflictos entre los actores a favor del proyecto y los actores en contra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brown, P. and Schmidt, J. (2010). *Water ethics: Foundational readings for students and professionals*. Washington, DC: Island Press.

Censat Agua Viva. (agosto de 2014). *Extractivismo. Conflictos y resistencias. Hidroeléctricas: Conflictos ecológicos distributivos*.

Comisión Mundial de Represas. (2000). *El reporte final de la comisión mundial de represas*. Reino Unido: Earthscan Publications Ltd.

- Cortés, S. and Arango, A. (2017) Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*. Vol. 25 - No. 38 (julio - diciembre 2017) Medellín, Colombia.
- Díaz Rodríguez, C. (2015). Aspectos bioéticos relacionados con la producción y demanda residencial de energía eléctrica en Colombia. Tesis de grado para optar por el título de Doctor en Bioética, Universidad del Bosque, BIOÉTICA. Bogotá.
- IDEAM. (2018) Reporte de avance del Estudio Nacional del Agua ENA 2018. Bogotá, D.C., Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.
- Martín, L., & Bautista, J. (2015). Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América latina y el Caribe. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Molina, N. (2011). ¿Qué es la bioética y para qué sirve? Un intento de pedagogía callejera. *Revista Colombiana de Bioética*. Vol. 6 No 2 - diciembre de 2011, p. 113
- Molina, P. (2001). Economía y ética ambiental. En *La roca y las mareas: ensayos sobre economía y ecología* (págs. 143-216). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia
- Observatorio de conflictos ambientales. (s.f.). Observatorio de conflictos ambientales. Obtenido de Investigación para la defensa de los territorios: <http://oca.unal.edu.co/investigacion/investiga.html>
- Observatorio de conflictos ambientales. (s.f.). OCA. (OCA, Editor) Obtenido de Conflicto: Hidroeléctrica Urrá I-II – Embera Katíos-ASPROCIG – Córdoba: https://conflictosambientales.net/oca_bd/env_problems/view/7
- Observatorio de conflictos ambientales. (s.f.). OCA. Obtenido de Conflicto: Hidroeléctrica Betania (CHB) – Instituto Colombiano de Energía Eléctrica-EMGESA – Huila: https://conflictosambientales.net/oca_bd/env_problems/view/17
- Porter, M. (2011). ¿Que es la estrategia? *Harvard Business Review*. Priscoli, J.,

- Dooge, J., & Llamas, R. (2004). *Water and Ethics*.
- UNESCO International Hydrological Programme & World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology.
- Quintero Hernández, J. (2007). Estudio de caso, Asociación campesina del Oriente Antioqueño - ACOA. En *Efectos de las políticas públicas del sector eléctrico en la participación de las organizaciones comunitarias del Oriente Antioqueño* (págs. 101-127). Bogotá: Universidad Javeriana, cuadernos de desarrollo rural.
- Rodríguez, C. (2012). *Adiós Río*. Colección De justicia.
- Rojas Díaz, D. (2013). *Licencias ambientales en Colombia: límites o autorizaciones para el uso de los recursos naturales*. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Biociencias y Derecho, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales, Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/39891/1/6699693.2013.pdf>
- Sarmiento, P. (2015). *Bioética y medio ambiente: introducción a la problemática bioético - ambiental y sus perspectivas*. Obtenido de <http://personaybioetica.unisabana.edu.co/index.php/personaybioetica/article/viewArticle/811/1957>
- UNESCO. (2011). *Water Ethics and Water Resource Management*. Bangkok: Asia and Pacific Regional Bureau for Education.
- Zamudio, C. (2012) *Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos*. *Gestión y Ambiente*, volumen 15, número 3, p. 99-112, Bogotá.
- Zárate Yepes, C. (2016). *Análisis de los tiempos para el otorgamiento de la licencia ambiental en Colombia* (Vol. 76).
- Zárate Yepes, C., & Restrepo Gutiérrez, E. (2015). *El mínimo vital de agua potable en la jurisprudencia de la Corte Constitucional colombiana*. *Opinión Jurídica*, 15(29), 123-140. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ojum/v15n29/v15n29a07.pdf>
- Zegarra, E. (2014). *Economía del agua*:

Conceptos y aplicaciones para una mejor gestión. Lima, Perú: GRADE.

ANÁLISIS DEL EFECTO COAGULANTE DE LA SEMILLA *Moringa oleífera* PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL HOTEL ÍTACA.

Autor(es): Edith Karina Hernández Jiménez¹ – khernandezj@outlook.com
Andrea Jessenia Perilla Niño² – ajessenian.p@gmail.com

Docente asesor: Carlos Díaz Rodríguez

Semillero de investigación: Ambiente ético y estratégico - AEE

RESUMEN

Los estudios relacionados con el aprovechamiento de la flora, han logrado demostrar los beneficios económicos y sociales obtenidos tras la implementación de especies en diferentes actividades antrópicas. Una de las especies sobresalientes en este tipo de investigaciones es la *Moringa oleífera*, planta originaria de la India, cuyas propiedades se han desarrollado en la industria de los alimentos, los fármacos, la fabricación de fertilizantes y coagulantes. Está última aplicación debido a la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC³ que coagula los contaminantes en aguas turbias. Con el objetivo de determinar la viabilidad técnica del efecto coagulante de la semilla de la planta *Moringa oleífera* se realizaron ensayos de laborato-

rio para extraer el agente activo de la semilla, posteriormente se implementó como bio-coagulante en análisis de calidad de agua en el ámbito químico y físico en una alícuota extraída de los tanques de sedimentación de agua residual del balneario Ítaca ubicado en el municipio de la Vega – Cundinamarca. Se obtuvieron resultados favorables para el uso del bio-coagulante en aguas residuales con condiciones de turbidez de 12,6 NTU, los análisis químicos y físicos demostraron una eficiencia en la remoción de partículas coloidales suspendidas del 50% para una dosis de 0,15 g de bio-coagulante por litro de agua contaminada a tratar en los análisis de laboratorio cumpliendo con los parámetros estipulados en la Resolución 1207 de 2014.

¹ Administración ambiental.

² Administración ambiental.

³ Las siglas MOC-SC-PC (*Moringa oleífera* Coagulant - NaOH Solution- Purified Coagulant) hacen referen-

cia al tipo de extracción de la proteína dimérica, como mencionan (Sánchez, Martínez, Sinagawa, & Vázquez, 2013) en su artículo “*Moringa oleífera; importancia, funcionalidad y estudios involucrados*”.

PALABRAS CLAVES

Biocoagulante, tratamiento de aguas residuales, costo-beneficio, tecnología natural, restauración hídrica, purificación.

ABSTRACT

Studies related to the use of flora have been able to demonstrate the economic and social benefits obtained after the implementation of species in different anthropic activities. One of the outstanding species in this type of research is the *Moringa oleifera*, a plant native to India, whose properties have been developed in the food industry, drugs, the manufacture of fertilizers and coagulants. This last application is due to the cationic dimeric protein MOC-SC-PC¹ that coagulates contaminants in murky waters. In order to determine the technical feasibility of the coagulant effect of the seed of the *Moringa oleifera* plant, laboratory tests were carried out to extract the active agent from the seed, subsequently it was implemented as a biocoagulant in water quality analysis in the chemical and physical field in an aliquot extracted from the wastewater sedimentation

tanks of the Itaca resort located in the municipality of La Vega - Cundinamarca. Favorable results were obtained for the use of the biocoagulant in wastewater with turbidity conditions of 12.6 NTU, chemical and physical analyzes demonstrated an efficiency in the removal of suspended colloidal particles of 50% for a dose of 0.15 g of biocoagulant per liter of contaminated water to be treated in laboratory tests complying with the parameters stipulated in Resolution 1207 of 2014.

KEYWORDS

Biocoagulant, wastewater treatment, cost-benefit, natural technology, water restoration, purification.

INTRODUCCIÓN

El estudio de tecnologías alternativas orientadas al tratamiento de aguas superficiales afectadas por vertimientos, abre la posibilidad a la utilización de coagulantes naturales en procesos de depuración y purificación; este tipo de investigaciones se hacen necesarias teniendo en cuenta las condiciones socio

-económicas y políticas actuales del país; las cuales según las últimas revisiones de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACODAL) reflejan que solo 31% de las ciudades colombianas cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales (El Tiempo, 2017). La escasez de agua y la intensificación de los cultivos, junto a otros factores, resultan de importante relevancia para lograr la sustentabilidad de los sistemas empresariales, es necesario, por tanto, optimizar el uso del agua en todos los ámbitos. Aunque la práctica del turismo ubicado en el sector económico de servicios, no es de los sectores primarios que más recursos hídricos utiliza (estos datos siempre van encabezados por el uso del agua en la agricultura), para La Vega un municipio de vocación rural ubicado en el departamento de Cundinamarca el sector servicios representa un 77,8% y el comercio con un 51,5% puesto que son estas las dos actividades que concentran la mayor atención de la población por ser generadoras de empleo (DANE,2013) . Sí es cierto que se debe apostar por la utilización de sistemas que supongan un ahorro de agua para

el sector de servicios enfocados al turismo, se debe propender también por una disminución del caudal de agua residual generado, para lo cual existen tecnologías utilizadas para el tratamiento del recurso hídrico que incluyen tratamientos químicos, físicos y biológicos. Una alternativa es el uso de coagulantes naturales para el tratamiento de aguas que puedan llegar a obtener altos niveles de remoción de cargas contaminantes con dosis bajas, de compuestos de origen natural y con posibilidad de recirculación a nivel empresarial para usos secundarios como riego, jardinería, lavado de superficies, etc... Para este caso en específico se plantea el uso de un biocoagulante obtenido a partir de la extracción del agente activo de las semillas de la planta *Moringa oleifera*. Se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la eficiencia del biocoagulante extraído de la semilla *Moringa oleifera*, necesaria para lograr un tratamiento adecuado en aguas residuales con niveles de turbidez bajas? Esto mediante análisis de conveniencia técnica que permita observar el efecto coagulante de

la semilla y su impacto en las características físicas y químicas de una alícuota.

MÉTODOS

Definición unidad de análisis

Para la realización del presente estudio se procedió a definir como unidad de observación el balneario Hotel Campestre Itaca, que se encuentra ubicado en el kilómetro 10 Vía La Vega Villeta, Nocaima en el departamento de Cundinamarca, este presta sus servicios desde el 2011 y cuenta con una extensión de 11.600 m². Para el tratamiento de sus vertimientos cuentan con tanques de sedimentación, instalados desde hace 8 años, lo que representa una oportunidad para la implementación de una nueva tecnología que permita el aprovechamiento de dichos vertimientos.

Obtención y acondicionamiento de materia prima

Las semillas de la especie *Moringa oleifera* se lograron obtener por medio de la empresa Moringa Morelos ubicada en Pasto. Luego de la adquisición de una libra de estas semillas se

debe proceder con la extracción del agente coagulante en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de la sede Bosa-Porvenir. En primera instancia se debe remover la cascara de las semillas, luego someter al proceso de molienda, el resultado de este proceso se tamiza para conseguir un tamaño de partícula entre 0,25 mm y 1,25mm. Con el fin de eliminar la carga orgánica de la semilla y aumentar su eficiencia en el proceso de fitorremediación, la harina se ha de someter a la extracción de la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC (Villaseñor-Basulto, Astudillo-Sánchez, del Real-Olvera, & amp; Bandala, 2018). Este proceso radica en: disolver en 10,0 ml de solución salina de NaCl, al 1,0% M 0,10 gramos de polvo de semilla para obtener una concentración de 10.000 mg/l, la solución resultante se centrifuga durante 15 minutos a 4000 rpm. El extracto resultante de la centrifugación se congela durante 12 horas a -20°C, seguidamente debe pasar por un proceso de liofilización desarrollado de la siguiente forma: Se debe introducir la mues-

tra congelada en uno de los recipientes de la cámara de sublimación y conectar al vacío durante 24 horas continuas. Finalizada la liofilización se debe realizar el proceso inverso para romper el vacío de la muestra, y así dejar entrar lentamente el aire, de esta manera se logra extraer 3,7 gramos de polvo biocoagulante liofilizado a partir de 10 gramos de semillas de la especie *Moringa oleifera*. Finalmente se debe almacenar en recipientes herméticos al oxígeno y así evitar la desnaturalización de proteínas.

Montaje pruebas de laboratorio

Se procede a realizar el montaje de los ensayos de laboratorio para los análisis de la alícuota tomada de la planta de tratamiento del balneario en el ámbito organoléptico y físico-químico antes y después de suministrar las dosis del biocoagulante extraído de la semilla de la *Moringa oleifera*, lo que tuvo lugar en el laboratorio de calidad de aguas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de la sede Bosa-Porvenir. Se efectúa el análisis de siete parámetros físico-químicos (pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos,

cloruros, acidez, alcalinidad), y pruebas de tratabilidad por medio del test de jarras para determinación de dosis óptima; según los lineamientos procedimentales planteados por los docentes (Cárdenas León, 2005) y (Guerra Rodríguez, 2015) mediante diversas pruebas.

Análisis de resultados

Se tabula los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio y se procede a realizar cálculos de estequiometría para los parámetros de acidez, alcalinidad y cloruros. Dado que la orientación del tratamiento es la coagulación y disminución de turbidez en las aguas residuales domésticas en las que se proyecta implementar, es imperante determinar el porcentaje de eficiencia del biocoagulante obtenido a partir del extracto salino de la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC de la semilla de *Moringa oleifera*. Para dicha determinación de la disminución de las partículas coloidales en suspensión de la alícuota analizada se procedió a utilizar la fórmula de eficiencia de remoción de carga contaminan-

te en un sistema de tratamiento de aguas residuales. Posteriormente estos resultados se han de comparar con los límites máximos permisibles estipulados en la Resolución 1207 de 2014.

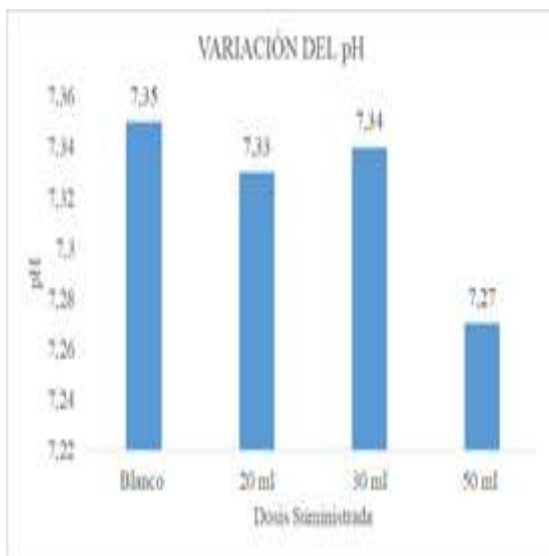
RESULTADOS

Se estudió el comportamiento de una alícuota, con turbidez promedio de 12,6 NTU, antes y luego de suministrar tres dosis diferentes del

biocoagulante extraído de la semilla de la *Moringa oleifera* en el test de jarras.

Se analizaron tres dosis de biocoagulante diluido en agua desionizada correspondientes a 20ml, 30ml y 50ml, las cuales corresponden a una cantidad de 0,10g, 0,15g y 0,25g de biocoagulante, respectivamente. De estas dosis se obtuvieron los siguientes resultados:

Gráfico 1: Variación del pH



Fuente: (Autoras, 2019)

Gráfico 2: Variación de la Turbidez



Fuente: (Autoras, 2019)

En cuanto al análisis organoléptico se correlacionaron las características de color, olor, aspecto y turbidez con la tabla suministrada por (Cárdenas León, 2005, pág. 65), como se evidencia en la Tabla 1 Análisis organoléptico.

El parámetro físico pH no manifestó un cambio significativo, variando de 7,35 a 7,34 (como valor de mayor rango) y 7,24 (como valor de menor rango), como se muestra en el gráfico 1 variación de pH.

Tabla 1: Análisis organoléptico

CARACTERÍSTICA	TIPO	CORRELACIÓN APROXIMADA
Color	Grisáceo	Aguas residuales domésticas (ARD)
Olor	Olor a Sulfuro	ARD y en general agua con abundante materia orgánica
Aspecto	Uniforme y transparente Aguas con sólidos sedimentables	Aguas dulces y frescas Cuerpos de aguas en movimiento
Turbidez	Poco turbia	Subterráneas y superficiales o afectadas por ARD

Fuente 1. (Cárdenas León, 2015, pg. 65)

En el caso de la conductividad eléctrica (EC) y sólidos totales suspendidos (TDS) al adicionar la dosis 0,15 g/l se observó que dicha dosis no altera de manera negativa los parámetros mencionados, en este sentido la EC no presentó cambios significativos y su resultado final tras el uso del biocoagulante se mantuvo en 1,6 mS/cm. Por otro lado los TDS no superaron los 850 mg/l.

Para la muestra tratada con una dosis de 0,10 g/l de biocoagulante se observó un aumento en la EC a 1,71 mS/cm y en TDS a 872,9 mg/l, adicionalmente, al momento de suministrar una dosis de 0,25 g/l de biocoagulante la EC aumentó a 1,71 mS/cm y los TDS a 875 mg/l.

Para el caso de la Acidez se observó un aumento de dicho parámetro al suministrar las dife-

rentes dosis. La dosis de 0,15 g/l aumento de manera menos significativa la acidez de la muestra (10,20 mg CaCO₃/l), las dosis de 0,10 g/l y 0,25 g/l aumentaron de 6,08 mg CaCO₃/l inicial a 11,64 mg CaCO₃/l y 11,10 mg CaCO₃/l respectivamente. Datos similares se obtuvieron al momento de medir la alcalinidad, en este parámetro aumentaron los valores al momento de tratar las muestra con las tres diferentes dosis, la dosis de 0,10 g/l aumento la alcalinidad inicial de 37,48 mg CaCO₃/l a 65,34 mg CaCO₃/l; la dosis de 0,15 g/l aumento la alcalinidad a 64,88 mg CaCO₃/l y la dosis de 0,25 a 65,34 mg CaCO₃/l.

En la medición de la turbidez se observó un cambio favorable al suministrar el coagulante en sus tres dosis diferentes, sin embargo,

la alícuota en la que se evidenció una eficiencia mayor, al disminuir la turbidez de 12,6 NTU a 5,1 NTU, fue aquella tratada con una dosis de 0,25 g/l. En las dosis restantes 0,10 g/l y 0,15 g/l se logró una disminución de la turbidez inicial a 7,2 NTU y 6,3 NTU respectivamente, como se ilustra en el gráfico 2: variación de la turbidez.

Respecto a la eficiencia de remoción de carga contaminante más específicamente partículas en suspensión la dosis de 0,25 g/l evidenció el mayor porcentaje de remoción de turbidez de la alícuota, esta derivó en alteraciones de los parámetros físico-químicos de la misma, por otro lado la dosis de 0,10 g/l no evidencia un resultado favorable para el objetivo del tratamiento, es así que se determina que la dosis óptima es la de 0,15 g/l dado que presenta un porcentaje de eficiencia en la remoción de partículas coloidales suspendidas del 50% y esta no genera afectaciones sobresalientes en los parámetros de la alícuota. Como se aprecia en la tabla 2: Porcentaje de eficiencia por dosis suministrada.

Por último, se demostró que la dosis de 0,10 g/l lograba mantener la cantidad de iones de Cl⁻ en la muestra, las dosis de 0,15 g/l y 0,25 g/l aumentaban la cantidad de cloruros de la muestra analizada, pasando de 25,95 ppm Cl⁻ a 31,98 ppm Cl⁻ y 43,75 ppm Cl⁻ respectivamente.

Como resultado del análisis de los parámetros físico-químicos, se logró identificar como dosis óptima para el tratamiento de aguas contaminadas con una turbidez de 12,6 NTU, una cantidad de 0,15 g/l de bio-coagulante, puesto que dicha dosis obtuvo resultados que están dentro del rango de límites máximos permisibles de la Resolución 1207 de 2014 en cuatro de los siete parámetros analizados, los cuales fueron: conductividad eléctrica, sólidos totales suspendidos, acidez y alcalinidad, paralelamente dicha dosis presentó una eficiencia de remoción de partículas coloidales del 50%.

DISCUSIÓN

Tras la obtención y análisis de los resultados, se demuestra que el tratamiento con el

extracto salino de la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC de la semilla de *Moringa oleifera* en aguas residuales domésticas con turbidez de 12,6 NTU, es viable con una dosis de 0,15 g de biocoagulante por litro de agua contaminada a tratar, esta presentó una eficiencia de remoción del 50% de partículas coloidales.

Tras las pruebas de laboratorio se pudo demostrar que la proteína dimerica MOC- SC-PC logra desestabilizar las partículas contaminantes. Tras una revisión bibliografía se puede observar que autores como (Tumbaco y Acebo, 2018), atribuyen tal efecto a la carga positiva de la proteína, puesto que, logra atraer las partículas con carga negativa formando flóculos en forma de red que permiten visualizar la disminución de turbidez en el vertimiento, como se confirmó en las pruebas de laboratorio.

Al contrastar los resultados obtenidos con la Resolución 1207 de 2014, por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. Se evidencia que la muestra de agua tratada con el biocoagulante cumple con los límites permisibles en los pará-

metros de pH, turbidez, cloruros y alcalinidad; esto permitiría el uso del agua tratada para riego agrícola, según lo establecido en dicha norma. Lo que demuestra que el uso del biocoagulante genera una eficiencia técnica en el tratamiento de aguas residuales, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos en la legislación colombiana, de esta manera el uso del biocoagulante obtenido del extracto salino de la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC de la semilla de *Moringa oleifera* representa una solución alterna en el tratamiento de agua residual doméstica y su posterior uso en actividades secundarias como riego y lavado de áreas externas.

CONCLUSIONES

La dosis efectiva que se debe adicionar para muestras de agua con turbidez promedio de 12,6 NTU según los parámetros analizados es de 0,15 g/l de biocoagulante de extracto salino de la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC de la semilla de *Moringa oleifera*.

En conclusión, se logró comprobar que el extracto salino de la proteína catiónica dimérica MOC-SC-PC de la semilla de *Moringa oleifera* tiene una acción coagulante que permite la remoción de partículas disueltas específicamente para aguas residuales domésticas, neutralizando la carga negativa de tales contaminantes, resultando en un proceso de floculación que permite el tratamiento de aguas residuales domésticas de manera eficiente.

Los resultados de laboratorios lograron demostrar que tras la sobresaturación de las aguas residuales domésticas con el biocoagulante el mecanismo de floculación genera efectos contrarios a los esperados, alterando la cantidad de TDS y EC. Esto debido a la composición del biocoagulante con solución salina que altera los resultados de dichos parámetros.

Se recomienda realizar futuros análisis microbiológicos con el objetivo de estipular si el biocoagulante influye en los niveles de microorganismos presentes en el agua residual susceptible de tratamiento con esta tecnología.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por brindar sus instalaciones para el desarrollo de los laboratorios, a los docentes Carlos Díaz Rodríguez y Miguel Ángel Piragauta por su asesoría y acompañamiento en esta investigación, a la auxiliar de laboratorio Aurora Rincón Gil por su diligencia y amabilidad en la asesoría de los laboratorios de calidad de aguas y al Semillero de Investigación Ambiente Ético y Estratégico por motivar en nosotras el espíritu investigador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Resolución 1207 de 2014. (25 de julio de 2014). Bogotá: Diario oficial de Colombia.

Cárdenas León, J. A. (2005). *Calidad de aguas para estudiantes de ciencias ambientales. Notas de clase (Primera Edición)*. Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2013). *Boletín DANE*. Municipio La Vega, Cundinamarca.

- El Tiempo. (21 de marzo de 2017). *Medio Ambiente*. Obtenido de El tiempo: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/municipio-de-colombia-no-hacen-tratamiento-de-aguas-residuales-70042>
- Guerra Rodríguez, J. (2015). *Manual de prácticas de calidad del agua*. Bogotá.
- Guzmán, M. (2007). *La contaminación de suelos y aguas. Su prevención con nuevas sustancias naturales*. Universidad de Sevilla: Sevilla.
- Mera, C. F., Gutiérrez, M. L., Montes, C., & Paz, J. P. (2016). EFECTO DE LA Moringa oleífera EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CAUCA, COLOMBIA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 100-109.
- Olguín, R. A. (2004). *Fitorremediaci*ón: *Fundamentos y aplicaciones*. Conacyt.
- Sánchez, Y., Martínez, G., Sinagawa, S., & Vázquez, J. (2013). Moringa oleífera; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.*, 25-30.
- Sutherland, J., & Folkard, G. (2001). Moringa oleifera as a natural coagulant. *Chemical Engineering World*, 297-299.
- Tumbaco, D. M., & Acebo, K. M. (Marzo de 2018). *repositorio.ug.edu.ec*. Obtenido de EFICIENCIA DE BIOCOAGULANTE A BASE DE SEMILLA DE MORINGA OLEÍFERA PARA: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27909/1/MORINGA.pdf>

PANORAMA DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE EN BOGOTÁ.D.C.

Autores: Juan David Sebastián Osorio Sánchez – jdosorios@correo.udistrital.edu.co
Francisco Javier Anzola Osorio – fjanzolao@correo.udistrital.edu.co

Docente asesor: Jaime Eddy Ussa Garzón

Semillero de investigación: SUTAGAOS

RESUMEN

El sector de la construcción hace aportes significativos a la contaminación, debido al alto consumo de energía; producto del uso de combustibles fósiles desde el proceso de la extracción, transformación y disposición final de los materiales implementados en la construcción. A su vez, se presenta un consumo ineficiente de energía y de agua durante la vida útil de las edificaciones.

La construcción sostenible se presenta como una alternativa para disminuir los impactos de la construcción tradicional; además, se implementan desde el diseño el uso de tecnologías apropiadas a fin de optimizar el consumo de recursos energéticos e hídricos buscando la

sostenibilidad en el uso de estas. En conjunto con una completa caracterización de las variables biofísicas y socioculturales, permitiendo plantear un diseño en función del aprovechamiento sostenible de las mismas.

Por lo anterior, se busca innovar en el diseño de la vivienda de interés social para la ciudad de Bogotá, por medio de técnicas, métodos y herramientas bajo los conceptos de tecnología apropiada, construcción bioclimática y construcción sostenible, que, en conjunto, permitan brindar óptimas condiciones de habitabilidad, una reducción en el consumo de recursos, ahorro económico y disminución de la huella de carbono; todo esto sin incurrir en sobrecostos que impidan la viabilidad del proyecto.

¹ Ingeniería ambiental.

² Ingeniería ambiental.

PALABRAS CLAVES

Construcción sostenible, parámetros bioclimáticos, huella de carbono, tecnologías apropiadas, vivienda de interés social.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la construcción en general se ha desarrollado sin tener en cuenta los impactos ambientales que esta genera, tales como la energía empleada en la fabricación de materiales y la extracción de materias primas, además de una alta producción de residuos y escombros. Buscando dar solución a estos problemas, existen varios factores que hacen posible la edificación de ambientes habitacionales con un bajo impacto ambiental; aspectos claves como: el emplazamiento, la orientación, las fuentes eléctricas, el consumo de agua, la calidad y el origen de los materiales. (Rotta, 2017)

En respuesta a este problema, se presenta la construcción sostenible como alternativa; ahora bien, entiéndase que la construcción sostenible es el desarrollo de edificios que involucren estrategias para la reducción en el consumo de energía utilizada en calefacción, refrigeración,

iluminación y otros equipamientos, -supliendo la demanda restante con fuentes de energía renovables-, la minimización del balance energético global de la edificación, y a su vez, de la reducción en el consumo del recurso hídrico por medio de fuentes de abastecimiento no convencionales, tratamiento del agua y la reutilización del recurso. Todos estos procesos se implementan en todas las fases de la edificación: el diseño, la construcción, su uso, hasta su demolición; fundamentado en el cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones. (Secretaría Distrital de Planeación, 2012).

Las tecnologías apropiadas permiten satisfacer buena parte de dichas necesidades (Recurso hídrico y generación de energía) a un bajo costo, siendo accesibles a quienes lo demanden, y a su vez contribuyendo a no impactar de manera negativa el medio ambiente. Siendo consideradas como tecnologías limpias, es importante que los receptores de estas, se apropien y fortalezcan su co-

nocimiento tecnológico; en otras palabras, al ser apropiada se busca que las tecnologías se puedan replicar en otros casos que así lo demanden.

Basados en lo anterior el equipo de trabajo se plantea la siguiente pregunta:

¿Dónde desarrollar sistemas para el abastecimiento, distribución y uso eficiente de energía y agua, para una vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá D.C.?

MÉTODOS

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se decidió dividir la metodología en dos fases. La fase inicial, consiste en el emplazamiento o la designación del lugar adecuado para el desarrollo de la vivienda, para ello se deben definir las áreas destinadas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de la ciudad para el uso residencial, según el artículo 330 del Decreto Distrital 619 del 2000 (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2000).

A partir de la información cartográfica del POT, se revisaron los diferentes usos del suelo por medio del programa ArcGis®, con el obje-

tivo de determinar la cantidad de predios con uso residencial y su respectiva área; posteriormente, se realizó una revisión del estado de los predios, para ello se implementaron imágenes satelitales de ESRI®, extraídas del software Arcglobe®, del año 2016, donde se llevó a cabo la siguiente clasificación: predios desarrollados, predios con espacio para el desarrollo, predios sin desarrollo y predios con zonas de reserva.

Luego, a partir de una base de datos de los proyectos de vivienda desarrollados o que se desarrollarán en la ciudad hasta el año 2018 se intersecaron ambas capas obteniendo los predios con suelo libre de proyectos y con espacio para el desarrollo, determinando así, las zonas libres para la construcción de viviendas de interés social sostenibles.

Una vez seleccionadas las áreas disponibles, se procedió a realizar la identificación de los siguientes parámetros bioclimáticos: radiación solar, temperatura media y la precipitación en la ciudad de Bogotá; para esto se utilizó el “Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río

Tunjuelo” del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Fondo para la Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), del año 2008.

Posteriormente se cruzó la información de espacios disponibles y la caracterización climática, obteniendo las zonas donde sea idóneo o más factible la aplicación de tecnologías apropiadas en la ciudad, esto por medio de la siguiente zonificación climática: implementación de tecnologías apropiadas Alta (16-14°C, 1300-1100 mm y 1700-1500 hr), Media (13-11°C, 1000-800mm y 1400-1300 hr) y Baja (10-4°C, 700-500mm y 1200-1000 hr), dando como resultado, dónde se puede desarrollar vivienda de interés social (VIS) en Bogotá y en su diseño se puedan implementar tecnologías apropiadas para la reducción en el consumo de los recursos agua y energía.

RESULTADOS

A partir del uso destinado para la actividad residencial, se observa en la Tabla 1 que en la ciudad de Bogotá, solo el 38,23 % del suelo se puede utilizar para la construcción de tipo resi-

dencial, dividido de la siguiente forma: un 15,46 % correspondientes a 7078,03 hectáreas son de uso residencial, el 15,82 % equivalente a 7242,65 hectáreas son de uso residencial con zonas delimitadas de comercio y servicios, el 6,95 % que equivale a 3183,96 hectáreas son de uso neto residencial; finalmente el restante 61,77% equivalentes a 2828,88 hectáreas son de otros usos del suelo. Ahora bien, se debe realizar una descripción de cuantos predios equivalen al porcentaje anteriormente descrito, además de su localización.

Tabla 1. Área de los usos del suelo de tipo residencial.

Usos	Área (ha)	Área (%)
Residencial	7078,03	15,46
Residencial neta	3183,96	6,95
Residencial con zonas delimitadas de comercio y servicios.	7242,65	15,82
Otros usos	2828,88	61,77
Total	45785,52	100

Nota: adaptada por los autores por medio de la información obtenida del decreto 619 del 2000.

Para ello, se seleccionan los usos del suelo, residencial, residencial neto y residencial con zonas delimitadas de comercio y servicios; las zonas residenciales con actividad

económica en la vivienda, son descartadas debido a que por el reglamento de la propiedad horizontal no permiten dentro de estas el desarrollo de actividades económicas, ya que se tendría que modificar el tipo de vivienda, lo cual incrementaría su costo.

Donde se observa que el suelo con mayor porcentaje para el desarrollo de viviendas es el “residencial con zonas delimitadas de comercio y servicios”, con un 44, 83 %, en segundo lugar, el uso “residencial” con un 40 % y finalmente el “residencial neta” con un 15,17 %.

Por medio de una relación entre la disponibilidad del suelo para el desarrollo de viviendas en suelo residencial, y la información suministrada por la alcaldía sobre los proyectos que se están desarrollando en la ciudad se obtienen las áreas disponibles para el desarrollo de la propuesta Vivienda de interés social sostenible

(VISS) del proyecto, lo que da como resultado la Tabla 2, donde se observa que solo el 7,17 % del suelo está disponible para el desarrollo de nuevas construcciones residenciales.

Posteriormente se realizó una intersección de las categorías climáticas como lo son el brillo solar promedio anual (hr), la precipitación media anual (mm) y la temperatura media anual (°C), de la que se obtuvo la siguiente clasificación alto, medio y bajo, como se evidencia en la figura 1.

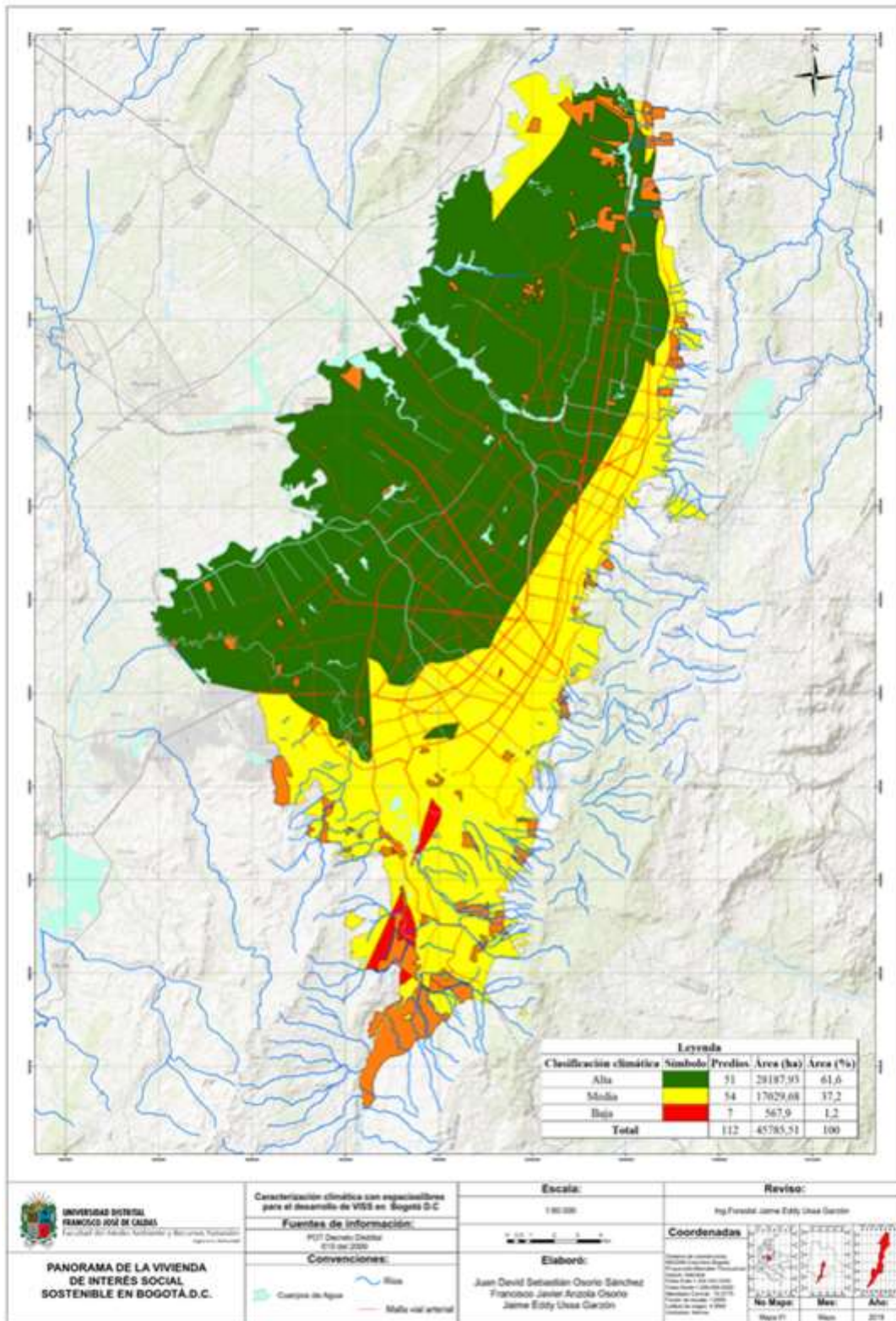
Finalmente, al intersectar la información anterior se obtiene la Tabla 3, donde se evidencia que, para Bogotá, el 45,5 % de las áreas libres de suelo de tipo residencial, muestra una aplicación de tecnologías apropiadas alta, mientras que el 48, 2 % presenta una aplicación media y por ultimo solo el 6,3 %

Tabla 2. Disponibilidad del suelo de la ciudad de Bogotá, para el desarrollo de construcciones de tipo residencial.

Disponibilidad	Número de predios	Área (ha)	Área (%)
Suelo disponible	106	3283,65	7,17
Suelo no disponible	1480	42501,87	92,83
Total	1586	45785,52	100

Nota: Realizado por los autores, 2019.

Figura 1. Caracterización climática con espacios libres para el desarrollo de VISS en Bogotá D.C.



Fuente: Autores, 2019.

presenta una baja aplicación de tecnologías.

Tabla 3. Clasificación climática para la aplicación de tecnologías apropiadas, en la ciudad de Bogotá.

Clasificación	Número de predios	Porcentaje (%)
Alta	51	45,5
Media	54	48,2
Baja	7	6,3
Total	112	100

Nota: Realizado por los autores, 2019.

DISCUSIÓN

La ciudad de Bogotá D.C. presenta un crecimiento poblacional positivo; para el año 2018 según datos del (DANE, 2016), se tiene una cifra de total de 1.366.115 personas; por otro lado, el promedio de construcción de viviendas al año es de 36.000, y el crecimiento de personas en la ciudad es de 103.000, ahora bien, relacionando el número de personas por hogar, Bogotá necesita un total de 926.000 viviendas para el tamaño de su población (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2019), lo que hace que las viviendas de interés social se conviertan en una alternativa para satisfacer la demanda de vivienda en la ciudad.

Ahora bien, como se ha observado a lo largo del artículo, en la ciudad solo el 7,17 % del

suelo está disponible para la construcción de viviendas nuevas, lo que puede ser una cifra algo preocupante debido al aumento constante de la población de la ciudad; es por ello que la VIS se presenta como una gran alternativa, puesto que en la actualidad se está convirtiendo en mega proyectos de vivienda, donde uno solo de ellos, como es el caso del “Conjunto Residencial Parque Tuppero I” cuenta con 648 unidades residenciales (Apiros, 2016); mientras que otro proyecto No VIS como “Equilibrium”, solo cuenta con un total de 174 unidades Residenciales (Prodesa, 2018). Esto fortalece la idea de que en Bogotá se necesitan más proyectos VIS, y más allá de esto, la implementación de la construcción sostenible para desarrollar proyectos VISS, basado en que albergan mayor cantidad de familias y pueden ser más económicas, lo que ayuda a mejorar el déficit de viviendas que tiene la ciudad.

Por otro lado, Bogotá presenta muy buenas condiciones climáticas para la implementación de tecnologías apropiadas, ya que más

del 80 % de la ciudad tiene condiciones altas y medias para la generación de energía alternativa -como en este caso la fotovoltaica-, aprovechamiento del agua lluvia y el no requerimiento de procesos de calefacción; por ello, la implementación de estas tecnologías colabora a la disminución de contaminantes provenientes de la generación tradicional de la energía eléctrica, el aprovechamiento de fuentes alternativas de agua y se constituyen como fuentes ideales, capaces de alcanzar un uso casi infinito, como en este caso es el sol y la lluvia (Medrano, 2017).

Es necesario pensar en las tecnologías apropiadas, ya que actualmente en Bogotá según el (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015), se debe reducir el consumo de energía en un 10% para el primer año de implementación de la resolución 0549 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015) y un 20% para el segundo año; bajo esta premisa, se fortalece la implementación de energía solar en la capital como buena alternativa. (Gallego, 2013)

Respecto a la vivienda de interés social sostenible, se toma como principio de eficiencia el

lograr una vivienda económica, apuntando de este modo a un bajo costo por unidad de metro cuadrado; la implementación de materiales cuyo valor hace que este principio, se vea reflejado en una buena calidad de obra, durabilidad, confort térmico y amabilidad con el medio ambiente. Ahora bien, no todo es positivo, ya que los efectos sobre la salud mental y el bienestar de sus moradores que pueden ocasionar la limitación del espacio, la libertad e intimidad; como consecuencia del hecho de enfocar la construcción de este tipo de vivienda bajo parámetros únicamente económicos y de reducción al máximo de espacio por unidad de vivienda familiar. (Rengifo, 2011)

CONCLUSIONES

La ciudad de Bogotá presenta un déficit en la construcción de viviendas para la creciente población, la cual, para el año 2018 incremento en 1.366.115 personas; lo más preocupante es que solo el 7,17 % del suelo de la ciudad en su plan de ordenamiento territorial está disponible para el desarrollo de viviendas nuevas.

Se recomienda que los proyectos para satisfacer la alta demanda sean de tipo VISS, ya que estas presentan un costo menor, lo que la orienta a cubrir el déficit de la clase media y baja en la ciudad; adicionalmente en la actualidad esta vivienda se está generando con proyectos que pueden superar las 500 viviendas, lo que aumenta su necesidad de implementación.

El sector de la construcción es uno de los más contaminantes del mundo, por lo que, al implementar el concepto de tecnología apropiada en la construcción, se busca que esta sea menos contaminante y al mismo tiempo reduzca el consumo de recursos como el agua y la energía dentro de la vivienda, logrando que se pueda llegar a un concepto de construcción sostenible, esto impulsado en la ciudad de Bogotá donde las condiciones climáticas son idóneas en las del 80% de la ciudad para el desarrollo de dichas tecnologías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2000). Decreto Distrital 619 de 2000. *Registro Distrital 2197 Del 28 de Julio de 2000*. Retrieved from

http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/m/m_norma.jsp?i=3769

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2019). Incorporación de la vivienda de interés social (VIS) en la revisión del POT.

Apiros. (2016). Parques de Villa Javier. Retrieved May 15, 2019, from <https://apiros.com.co/proyectos-en-venta/bogota/villa-javier/>

DANE. (2016). Hay un déficit de 3 millones de vivienda en Colombia: Camacol y Dane, pp. 1-3. Retrieved from <http://www.rcnradio.com/nacional/deficit-3-millones-vivienda-colombia-camacol-dane/>

Gallego, M. (2013). Colombia y el boom de la construcción sostenible: La hora de los edificios verdes. Retrieved from <http://www.vidamasverde.com/2013/colombia-y-el-boom-de-la-construccion-sostenible-la-hora-de-los-edificios-verdes/>

Medrano, E. (2017). Alternativas sostenibles para reducción del consumo en los servicios públicos de la vivienda rural en Tunja, Boyacá. *Universitas Nusantara PGRI Kediri*,

- 01, 1–7. Retrieved from <http://www.albayan.ae> article/viewFile/246/230
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. Resolución 0549/2015 (2015). Colombia. Retrieved from <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesVivienda/0549 - 2015.pdf>
- Prodesa. (2018). *Brochure*. Bogotá. Retrieved from <http://www.prodesa.com/sites/default/files/brochure-caoba-optimizado-2018.pdf>
- Rengifo, C. (2011). Análisis y caracterización de la vivienda de interés social mínima sustentable para la ciudad de Barranquilla-Colombia. *Arte & Diseño*, 9(2), 38–48. Retrieved from <http://ojs.uac.edu.co/index.php/arte-diseno/>
- Rotta, S. (2017). El sector de construcción proyecta 2,4 % de crecimiento para 2017 | ELESPECTADOR.COM. Retrieved October 27, 2017, from <https://www.elespectador.com/economia/la-construccion-ve-la-luz-el-sector-proyecta-24-de-crecimiento-para-2017-articulo-706181>
- Secretaría Distrital de Planeación. (2012). Documento técnico soporte de la política pública de construcción sostenible para BOGOTÁ D.C., 1–215.

RIESGOS A LA SALUD PÚBLICA POR ASPERSIÓN AÉREA CON GLIFOSATO EN LA ERRADICACIÓN DE COCA

Autor(es): Steven Ricardo Siabato Romero¹ - cistf97@gmail.com
Jhon Jairo Acosta Saavedra² - jhonsaavedra95@gmail.com
Jeferson Joel Fontecha Pinzón³ - jefontecha@iesma.edu.co

Docente asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de investigación: competitividad económica ambiental - CEA

PALABRAS CLAVES

Aspersión aérea, Cultivos ilícitos, Erradicación, Glifosato, Salud.

INTRODUCCIÓN

Aunque el Gobierno Nacional ha firmado un acuerdo para la terminación del conflicto y la construcción de una Paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia- Ejército del pueblo (FARC-EP), es innegable que disidencias de este grupo como el Ejército de Liberación Nacional, el Ejército Popular de Liberación, bandas criminales en Colombia y organizaciones al margen de la ley, siguen ejerciendo presión frente al tráfico de cocaína en el país, lo cual se evidencia con las 206.000 hectáreas de cultivos de coca que Colombia alcanzó en agosto del 2018 (Duque. I, 2019).

Hasta el 2015, en la ejecución del plan Colom-

bia se fumigaron aproximadamente 128.000 hectáreas, acentuado casi la mitad de estas fumigaciones al sur del país, más exactamente a lo largo de las zonas de Nariño y Putumayo (Mejía. D, 2016).

En el debate “Audiencia pública Seguimiento a la Sentencia T-236 de 2017” sobre la suspensión del uso de la aspersión aérea con glifosato como herbicida en la erradicación de cultivos ilícitos (Corte Constitucional, 2019), crea un punto de inflexión en el país debido a los riesgos en la salud pública respecto a la probabilidad de cáncer asociadas a la exposición del herbicida.

La sentencia fue promovida por el personero

¹ Administración Ambiental.

² Administración Ambiental.

³ Administración Ambiental.

municipal de Nóvita, Chocó mediante una acción de tutela, donde se solicita el derecho a la consulta previa por la salud, la identidad cultural y étnica, la libre determinación de los pueblos indígenas y afrodescendientes en consecuencia del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos con Glifosato (PECIG) e implementar indemnización por los cultivos contaminados con la fumigación. (Corte Constitucional, 2017)

Esta tensión entre los derechos fundamentales y colectivos de los habitantes del territorio nacional y las competencias de las autoridades conlleva a la Corte Constitucional de Colombia a condicionar el uso del herbicida de glifosato por aspersión. (Rojas. A, 2019). Luego de 2 años de emitida la sentencia 236, existen ciertos rezagos y avances científicos respecto a los riesgos a la salud por el uso del glifosato.

Estudios académicos que se recopilan a continuación muestran que el glifosato no es un herbicida de baja toxicidad, y que a su vez el nivel de riesgo no cambia frente al efecto toxicológico que puede generarse a una población pro-

ducto de la exposición frente al PECIG por aspersión aérea (Sierra. B, 2015).

La agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) que forma parte de la organización mundial de la salud (OMS), declara en el 2015 al glifosato dentro de la clasificación de carcinogenicidad en el Grupo 2A (IARC, 2015), clasificación que comparte con el pesticida dicloro difenil tricloroetano (DDT) altamente cuestionado en la obra de Rachel Carson (1962) “Silent Spring” .

El mismo estudio indica que el glifosato es una sustancia probablemente carcinogénica en humanos con registros de absorción del agente en la orina y la sangre, y con suficiente evidencia cancerígena en animales por tendencia positiva carcinoma de túbulos renales y en hemangiosarcoma así como un aumento pancreático y tumores cutáneos (IARC, 2015).

En el año 2015 el ex ministro de salud Alejandro Gaviria entró en debate con el ex ministro de Defensa Juan Carlos Pinzón; donde

Gaviria expone los ya mencionados estudios de la OMS, con respecto a las repercusiones a la salud que tiene el uso de glifosato, mientras que Pinzón destaca que desde que se empezó a utilizar el herbicida los cultivos de coca han disminuido significativamente; representado entre el año 2000 al año 2012 reducir de 180.000 hectáreas a menos de 60.000 (Duque. I, 2019), sin embargo la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Oficina en Washington para Asuntos Latinoamericanos (WOLA) por sus siglas en Inglés, enuncian que la reducción de los cultivos se dio por variables diferentes, en mayor medida a causa de la minería (El país, 2015).

Durante el debate de seguimiento a la sentencia 236 el ex ministro de salud Alejandro Gaviria insiste en la intervención ante la Corte Constitucional que:

“La evidencia, muestra que el principio activo glifosato, tiene un efecto adverso sobre la salud; puede ocasionar cáncer, con una alta probabilidad aumentar la mortalidad infantil, ocasiona problemas

dermatológicos y respiratorios y puede interferir negativamente en el desarrollo embrionario” (Gaviria. A, 2019).

Por otra parte la ley estatutaria N° 1751 del 2015 con la cual se regula el derecho a la salud en Colombia en el artículo 5 declara, que el Estado posee la obligación de abstenerse de afectar directa o indirectamente el disfrute del derecho a la salud, adoptar decisiones que lleven al deterioro de la salud de la población, realizar cualquier acción u omisión que pueda resultar en un daño en la salud de las personas (Congreso de Colombia, 2015, p. 2), lo que expone a la Corte Constitucional desde la perspectiva de la salud, que la aspersión del herbicida glifosato debería continuar suspendido pues podría repercutir en afectaciones a los pobladores.

Si bien, la forma en que se erradicaron los cultivos ilícitos de coca genera afectaciones a la salud pública y deterioro en el ambiente, también es cierto que los cultivos ilícitos han incrementado su producción en Colombia en

un 52% del 2015 al 2016 y 17% del 2016 al 2017, años en los cuales se suspendió la aspersión con glifosato, según el informe “Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2017 Colombia” de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2018).

La UNODC muestra en su último estudio, que la erradicación forzosa, sea manual o por fumigaciones tuvo resiembras superiores al 35%, por otra parte, la sustitución voluntaria con proyectos productivos concertados con comunidades generó una resiembra negativa del 1% (García. G, 2019), lo que evidencia que el camino es llegar con programas rentables, con asistencia técnica y financiera, como por ejemplo el programa de sustitución de cultivos ilícitos a cultivos agroforestales, iniciativas emprendedoras en la que paulatinamente se cambia las áreas cultivadas de coca con plantaciones de por lo menos 3 especies de árboles con diferentes periodos de aprovechamiento, con la asistencia técnica del Estado para la elección del tipo de siembra (dependiendo del territorio), la calidad de la madera, los costos y la

disponibilidad del mercado, con resultados financieros después de los 3 años, (García L, Mazo I, Ramírez A, 2003) por lo cual el Estado debe manejar un control y apoyo económico de este programa durante ese tiempo y así evitar el uso del glifosato que permita promover la economía legal en estas zonas aisladas del país.

Aunque la erradicación manual tiende a ser la acción más amigable con la salud y el ambiente, se presenta una disminución de los grupos que ejecutan la acción, pues hacia el 2008 existían 250 y a 2018 son 23. (Duque, I. 2019).

REFLEXIÓN

Una de las principales dificultades frente a la determinación de las afectaciones a la salud producto del uso de glifosato reside en que, hacer un estudio detallado en humanos implica exponer a varios grupos de personas a ciertas dosis del herbicida, que al ser comparado con otro grupo no expuesto, bajo condiciones similares permitiera concretar relaciones directas del agente, lo cual no es ético

desde ningún punto de vista ya que vulnera el derecho fundamental a la salud de las personas. Sin embargo, muchos de los estudios realizados en humanos se basan en la suposición de exposición directa de aquellas personas asentadas en áreas donde se usa el herbicida, ya sea a causa de la fumigación o por su utilización en el sector agrícola, no obstante en estos casos no se tiene certeza sobre las dosis, las condiciones y los tiempos de exposición a los cuales fueron sometidas estas personas.

De esta manera al revisar la literatura científica es posible destacar que existen muchos vacíos en cuanto a este tema, en consecuencia, de acuerdo a la revisión y documentación de las investigaciones disponibles es importante resaltar que la incertidumbre que existe al respecto es demasiado alta y generalizar la aspersión aérea con glifosato resultaría equivalente a realizar experimentaciones en poblaciones humanas, que para el caso de nuestro país son en su mayoría comunidades indígenas, campesinas y afrodescendientes, de este modo como enuncia el ex ministro de salud Gaviria “el debate sobre el glifosato no es solo un tema aca-

démico o técnico, sino ético y el principio de precaución prima ante las situaciones donde no se ha podido establecer con certeza la posibilidad de riesgos en la salud pública” (Gaviria. A, 2019). .

Los diferentes estudios asociados a los riesgos del glifosato permiten reflexionar que dependiendo del tipo de análisis y del enfoque que se plantee en cuanto a que estructura del organismo humano se pretende estudiar, varía el resultado de su toxicidad, es decir, un estudio indica por ejemplo que es tóxico para las células mononucleares de sangre periférica humana (Martínez, A; Reyes, I; Reyes, N. 2007) y otro realizado en el año 2009 en el que 274 personas fueron estudiadas para determinar la frecuencia de linfocitos vinculados con micronúcleos, se concluyó que no se encontró una relación relevante con el herbicida empleado en la erradicación (Bolognesi, C; Carrasquilla, G; Volpi, S; Solomon, K.R.; Marshall, E.J.P. 2009).

Un factor adicional que incrementa la exposición de las personas al glifosato, es que la

efectividad de las políticas de erradicación basadas en la aspersión no es clara, pues para la eliminación definitiva de una hectárea con presencia de cultivos de coca, se requiere necesariamente de la fumigación y la dispersión de este herbicida en muchas más hectáreas, la eficacia del compuesto no es del 100%, al contrario, es demasiado baja, en ese sentido no todo el terreno que es fumigado queda libre de cultivos de coca, con ello implica que el perímetro de fumigación sea mucho más extenso e incluso sin un control eficaz se extienda a más comunidades asentadas en dichos territorios.

Existe mucha información de diferentes fuentes científicas e incluso empírica sobre los posibles impactos en la salud pública de la aspersión con glifosato, y es evidente que incluso diferentes estudios varían y difieren en sus resultados dependiendo del tipo de análisis y estudio que se realice, pues algunos afirman que el riesgo de este compuesto en humanos es bajo, mientras que otros alertan sobre el inminente peligro para las comunidades por sus características de carcinogenicidad y genotoxicidad.

La centralización en las políticas públicas de erradicación de cultivos ilícitos propuestas por el actual gobierno, evidencian un desconocimiento de los contextos y necesidades de las comunidades, al punto que de las pocas intervenciones del estado sea a través de la presencia de los programas de erradicación.

CONCLUSIONES

Los programas de erradicación del cultivo de coca se quedan cortos, pues en los últimos años las cifras de hectáreas cultivadas han ido en aumento.

El glifosato no posee un control estricto en el país, sin embargo, el uso de este herbicida se encuentra restringido en la aspersión aérea para la erradicación de cultivos ilícitos.

En condiciones de alta incertidumbre científica sobre los riesgos y afectaciones del glifosato, se debe apostar a la protección de la salud de la población, principalmente aquellas comunidades que, se encuentran en mayor grado de vulnerabilidad.

La lucha contra el narcotráfico (entre este el control de cultivos ilícitos) es un compromiso del gobierno en parte por acuerdos internacionales, pero prima el principio de precaución cuando el efecto de sus estrategias influye en el bienestar de la población y la calidad ambiental de los territorios.

Es importante no perder de vista, que si bien existen riesgos a la salud por la aspersión con glifosato, permitir el crecimiento de cultivos ilícitos implica necesariamente un mayor uso de agroquímicos, los cuales generan graves deterioros ambientales en los territorios, principalmente al recurso hídrico y suelo, que inciden en la salud por el deterioro y contaminación de los ecosistemas.

La coyuntura de la polémica aumenta con temas como el deterioro ambiental, conflictos en la erradicación de los cultivos ilícitos, la seguridad en la defensa del Estado, el incremento de cultivos de coca en áreas protegidas y el aumento en la deforestación.

Generalizar los resultados de los estudios realizados frente a los riesgos a la salud de las afec-

taciones por la exposición al glifosato resulta una labor compleja si se tiene en cuenta que no todas las estructuras del organismo humano resultan afectadas de la misma manera por el compuesto, por lo que se requiere claramente un análisis holístico y que integre eficazmente los resultados científicos existentes, pues es clara la tendencia que existe en generar y exponer conclusiones aisladas de diversas investigaciones científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alta Consejería para el Posconflicto, Derechos Humanos y Seguridad. (2017). *Programa Nacional Integral de Sustitución de Cultivos Ilícitos*.

Bolognesi, C., Carrasquilla, G., Volpi, S., Solomon, K. R., and Marshall, E. J. P. (2009). *Biomonitoring of genotoxic risk in agricultural workers from five Colombian regions: Association to occupational exposure to glyphosate*, J. Toxicol. Environ. Hlth., Submitted.

Congreso de Colombia. (2015). “*Ley estatutaria N° 1751 del 2015*”

- Corte Constitucional. (2019). “*Audiencia pública de seguimiento de la sentencia T - 236 de 2017*”
- Corte Constitucional. (2017). “*Sentencia T-236/17*”.
- Duque, I. (2019). “*Intervención del gabinete de Gobierno presidente de la república de Colombia Iván Duque debate Audiencia pública del seguimiento de la sentencia T - 236 de 2017 emitida por la Corte Constitucional sobre la aspersión con glifosato*”.
- IARC. (2015). “*Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate Lyon, France*”.
- IARC. (2015). “*Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate*”.
- García, G. (2019). “*No al glifosato*”.
- Gaviria, A. (2019). “*Intervención debate Audiencia pública del seguimiento de la sentencia T - 236 de 2017 emitida por la Corte Constitucional sobre la aspersión con glifosato*”.
- El País. (2015). “*Divididos Min defensa y Min salud por debate del uso de glifosato en narcocultivos*”.
- UNODC. (2018). “*Colombia- Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2017*”.
- Rojas, A. (2019) “*Presentación Magistrado Alberto Rojas Ríos. Audiencia pública del seguimiento de la sentencia T - 236 de 2017 emitida por la Corte Constitucional sobre la aspersión con glifosato*”.
- Sierra, B. (2015). “*Apreciaciones al informe emitido por la IARC y su potencial impacto en el uso del herbicida glifosato en Colombia*”
- García, L., Mazo, I., Ramírez, A. (2003). “*Propuesta para la sustitución de cultivos ilícitos mediante modelos agroforestales*”

INCORPORACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DEL CERRO EL ZUQUE

Autor(es): Lizeth Dayana Pulido Dávila¹ – ldpulidod@gmail.com

Docente asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de investigación: CEA-UD

PALABRAS CLAVES:

Reserva forestal protectora, Cerro El Zuque, gestión ambiental, participación social, manejo sostenible.

INTRODUCCIÓN

“La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá” es una cadena de montañas localizada en el costado oriental del casco urbano bogotano, con una extensión aproximada de 13.142,11 hectáreas, de acuerdo con la cartografía de la Resolución 463 de 2005, y abarca las localidades Usme, San Cristóbal, Santa Fe, Chapinero y Usaquén, donde la localidad de San Cristóbal tiene un área de 3.091,78 lo que corresponde al 23,58% del área total de la reserva. (CAR, Modificación al plan de manejo de la reserva forestal protectora bosque oriental

de Bogotá, 2016).

El cerro El Zuque se encuentra ubicado en la localidad 4 San Cristóbal y hace parte de la reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá, en este ecosistema se destacan los siguientes servicios ambientales: la regulación hídrica, la regulación del clima, la descontaminación atmosférica del sector sur oriental de la capital, la conservación de los recursos biológicos, la protección de los suelos y el abastecimiento de agua. Además, La zona posee un alto valor escénico y paisajístico. (CAR, Plan de manejo reserva forestal

¹ Administración Ambiental

protectora Bosque Oriental de Bogotá, 2006).

El cerro el Zuque actualmente es utilizado para hacer senderismo debido a sus atractivos como lo son: ecosistemas de bosque alto andino, páramo bajo húmedo y semi-húmedo, no obstante estos atributos se ven degradados por problemas sociales y ambientales generados por la antigua explotación de canteras que se dio hasta el año 2006 y actualmente por situaciones de tala, disposición inadecuada de residuos como escombros, inseguridad social, consumo de sustancias psicoactivas e invasión de especies exóticas como el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). (Aguilar, 2010).

El presente artículo pretende enmarcar la importancia de la racionalidad y la participación de los actores del territorio, la cual hace factible el proceso de construcción de lineamientos que ayuden a la decisión de acciones de disminución y mitigación de las variables que afectan negativamente al cerro, y con esto generar procesos de recuperación y preservación del cerro El Zuque pues al poseer enclaves am-

bientales de fauna y flora y áreas de interés hídrico dichos procesos son indispensables para la conservación del cerro.

REFLEXIÓN

Desde hace tres décadas los cerros se consideraron un ecosistema estratégico para la ciudad y para la conservación de los páramos de Chiguaza, Guerrero y Sumapaz, por lo cual fue declarada en 1977 como Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental y actualmente constituye parte de la estructura ecológica principal de la ciudad, sin embargo, cabe resaltar los problemas ecológicos, sociales y jurídicos que continúan evidenciándose a lo largo de este tiempo en los cerros orientales, por ejemplo a partir del trabajo realizado por Molina, Osorio, & Uribe se debe resaltar el Plan de Manejo Ambiental de los cerros orientales junto con otros ecosistemas estratégicos para la ciudad a corto plazo y conservación a largo plazo (100 años como mínimo), como opciones sensatas para restaurar y mantener la estructura ecológica principal de Bogotá (1997,

pág. 4).

Sin embargo la continuidad de problemas ambientales en los cerros se reafirma en trabajos como (Corrales & Osorno, 2017) o (Aguilar, 2010) en los cuales se constata asentamientos ilegales, disposición inadecuada de residuos, tala, aglomeración cerca de cuerpos de agua, además el informe de control fiscal 31000-0390 de 2006 realizado por el ex-contralor de Bogotá Óscar Gonzáles y en la acción popular (Expediente núm. AP-25000-23-27-000-2001-90479-01) encabezada por Gustavo Moya Ángel habitante de la localidad de San Cristóbal donde se evidencia que tanto el principio de precaución, la resolución 76 de 1997 y la resolución 463 de 2005 son vulnerados, en aspectos como los límites que protegen la reserva, ya que tanto las industrias como las autoridades ambientales hacen caso omiso en el control de vertimientos, por consiguiente vulnera los derechos colectivos plasmados en la constitución a tener un ambiente sano (Art. 79), salubridad pública (Art. 88) y la eficiente prestación de los servicios públicos (art. 365).

A partir de lo anterior es posible dimensionar la complejidad de las situaciones que se presentan en los Cerros Orientales ya que este ambiente se encuentra influenciado por visiones: urbanas que abarcan procesos conurbación a partir de la localización de viviendas legales o ilegales con el fin de atender las necesidades de la población; visiones económicas a partir de la explotación de material no maderable; por otro lado, se encuentra una visión ambiental de preservación que lo aleja de cualquier relación antrópica; por último, se encuentran las acciones por parte del estado.

Ahora bien, respecto a las acciones por parte del estado se podrían considerar como una medida de doble filo teniendo en cuenta la investigación realizada por (Páez, 2015) donde las visiones del estado en muchas ocasiones han estado aisladas una de la otra, por ejemplo cuando el gobierno consideró como un mal necesario la urbanización de los cerros con el fin de suplir el déficit de vivienda en la ciudad, o permitir la explotación de material granulado vulnerando la

categoría de reserva forestal de esta zona, sin embargo tampoco es correcto afirmar que actúan bajo su propia realidad, pues la política pública de los cerros se dio y gira en torno a los aspectos anteriormente mencionados, empero las situaciones que aún se presentan en los cerros ponen en duda si se han cerciorado de la correcta ejecución de dicha normatividad y su encuentro con los actores sociales.

Sin embargo, actualmente se ha hecho más evidente la relación entre los aspectos económicos, ambientales y sociales que subyace de la idea política plasmada en el año 2015 que dio cabida al desarrollo de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en relación a la estructura ecológica principal los ODS plantean una esfera denominada “gestión y rehabilitación de los ecosistemas para la adaptación al cambio climático y su mitigación” la cual es relevante como marco para la participación comunitaria, que como se presentó anteriormente se encuentra ausente en la toma de decisiones, por lo tanto es importante fomentar y respaldar el trabajo comunitario, con el fin de hacer evidente los beneficios para la comunidad derivados de una

mejor gestión ambiental de los ecosistemas.

En este sentido el manejo sostenible del cerro El Zuque aportaría a los ODS en cuanto a la conservación de sus servicios ecosistémicos resaltando su valor escénico y paisajístico lo cual es un proyecto concorde con la zonificación ambiental realizada en la resolución 463 de 2005 clasificado como suelo para la recuperación paisajística.

Además sería un aporte investigativo para la zona ya que se evidenció escasez en cuanto a trabajo investigativo en el cerro El Zuque siendo muy limitada la información y bibliografía de esta zona pese a que “allí se originan y desarrollan los principales procesos ecológicos que generan bienes y servicios para el sur oriente la ciudad” (Aguilar, 2010)

Teniendo en cuenta que los servicios ecosistémicos se puede entender como “aquellos beneficios que generan los ecosistemas para las personas” (Mokondoko, y otros, 2018) se destaca el enfoque que puedan deducir las comunidades en cuanto a categorías ecológicas, políticas y socio-culturales las cuales

hacen viable procesos de entendimiento y reconocimiento por parte de la comunidad como parte de su entorno, teniendo en cuenta el tiempo que llevan viviendo en la zona, constituyendo un ejercicio de veeduría y arraigo lo cual es el resultado esperado para este tipo de proyectos que buscan generar conocimiento en la comunidad con el fin de alcanzar el compromiso y deseo de preservar los ecosistemas.

Empero, se destaca la posibilidad en la cual existan pocos conocimientos por parte de los actores sociales y entidades productivas lo cual limita el desarrollo de programas de preservación en el área de estudio pues es un fuerte im-

pedimento para el establecimiento de lineamientos, programas o proyectos de conservación.

Teniendo en cuenta esta parte de la bibliografía que fue clasificada y sistematizada se plasman los puntos fundamentales que argumentan por qué la participación comunitaria por medio de sus visiones y opiniones frente a la gestión ambiental genera lineamientos con una perspectiva integral hacia el bien común, en donde se destaca la población como eje fundamental en los procesos encaminados a la protección, conservación y manejo sostenible de ecosistemas en pro del desarrollo de una región.

Tabla 1. Investigaciones y su principal aporte

Nombre investigación	Principal aporte
Restauración ecológica en áreas degradadas afectadas por <i>Ulex europeus</i> L. (retamo espinoso) en el cerro El Zuque.	Linea base de flora, fauna y recurso hídrico cerro El Zuque; se describió el proceso histórico por el cual el cerro se encuentra degradado actualmente; programa de erradicación de retamo espinoso en la Finca El Zuque y su respectiva evaluación y seguimiento; se identificó la percepción social de la comunidad respecto a la presencia de retamo espinoso.

<p>Análisis histórico ambiental del territorio de la microcuenca Chiguaza, en la localidad de San Cristóbal.</p>	<p>Proceso histórico que desencadenó la regresión ecológica del bosque alto andino y el ecosistema de páramo que predominaban los terrenos de la microcuenca Chiguazá de los cuales se destaca urbanización ilegal que estuvo fuertemente vinculado a las migraciones que se generaron por el contexto socio-político que vivió el país.</p>
<p>Análisis de trade-off en el borde de una reserva forestal en el gradiente urbano-rural de Bogotá.</p>	<p>El análisis de los trade-off temporales muestra las decisiones que fueron definitivas en la transformación del ecosistema de la microcuenca San Cristobal y en su capacidad de prestar el servicios ecosistémico de aprovisionamiento hídrico, y los trade-off espaciales mostraron la complejidad inmersa del servicio ecosistémico ubicado en la franja urbano-rural, en la medida en que se reconoce su conexión a través de las diferentes escalas espaciales y se identifican los puntos o variables clave donde se debe intervenir para reducir los efectos negativos a escalas mayores</p>
<p>Participación comunitaria para la construcción de lineamientos de uso y conservación de humedales altoandinos. Experiencia piloto en el sector El Ocho y Páramo De Letras.</p>	<p>Determinó que los campesinos de la zona están interesados en la conservación del páramo y la orientan a frenar la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, además reconfirma la importancia de la participación de las comunidades en procesos de construcción de propuestas que ayuden a la decisión de acciones de uso sostenible de los recursos naturales a partir de su entendimiento y reconocimiento como parte de su entorno.</p>

Fuente. Elaboración propia a partir de las investigaciones mencionadas.

CONCLUSIONES

Existe la tendencia de desvirtuar la relación de las dimensiones social, económica y ambiental evidenciado en normatividades donde se aísla la interacción del hombre con fines de conservación generando una desarticulación de los actores sociales en su derecho y deber de trabajar y gozar de ambientes sanos dentro de la ciudad

Por lo tanto, en este auge de perspectivas ambientales no pueden faltar las racionalidades sociales de los actores de un determinado territorio las cuales se deben conjugar con aspectos económicos y políticos como papel estructural en el manejo adecuado de los ecosistemas, pues para el mantenimiento y mejoramiento de la calidad ambiental, se debe fortalecer el trabajo con las comunidades.

La falta de regulación el cerro El Zuque ha provocado un deterioro en los servicios ecosistémicos que este presenta a pesar de hacer parte de la estructura ecológica principal de la ciudad, los diferentes enfoques de las intervenciones sobre este espacio han sido tema de discu-

sión respecto a que tan coherente y sostenible es el crecimiento urbano de Bogotá para mejorar las condiciones de vida de su población, por lo cual reivindicar estrategias que integren los diferentes enfoques (político, ambiental, socio-cultural) supone lograr una gestión exitosa en la apropiación social al sentir su opinión clave y participe en las políticas y acciones hacia el manejo sostenible de este cerro de Bogotá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (2010). *Restauración ecológica en áreas degradadas afectadas por Ulex europaeus L. (restamo espinoso) en el cerro El Zuque*. Bogotá: Universidad Politécnica de Madrid.
- Cadena, S. (2018). *Lineamientos de gestión ambiental para el humedal interior Jaboque, Bogotá D.C.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- CAR. (2006). *Plan de manejo resea forestal protectora Bosque Oriental de Bogotá*. Obtenido de CAR cundinamarca: <https://www.car.gov.co/paginas.aspx?>

- cat_id=167&pub_id=617&cat_id=167&pub_id=617
- el sector *El Ocho y Páramo De Letras*. Caldas: Luna Azul ISSN 1909-2474.
- CAR. (2016). *Modificación al plan de manejo de la reserva forestal protectora bosque oriental de Bogotá*. Bogotá D.C: CAR.
- Molina, L., Osorio, J., & Uribe, E. (1997). *Cerros, humedales y areas rurales: Santa Fe de Bogotá*. Bogotá: DAMA.
- Corrales, E., & Osorno, V. (2017). Análisis de trade-off en el borde de una reserva forestal en el gradiente urbano-rural de Bogotá. *Territorios* 38, 137-165.
- Páez, J. (2015). *Análisis histórico ambiental del territorio de la microcuenca Chiguaza, en la localidad de San Cristóbal*. Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Florez, G., Alzate, A., & Rincon, A. (2014). *Participación comunitaria para la construcción de lineamientos de uso y conservación de humedales altoandinos. Experiencia piloto en*
- PNUD. (2016). *Apoyo del PNUD a la implementación del objetivo de desarrollo sostenible 15*. ONU.

DETERMINACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE CAMPOS ELEVADOS DE LA CULTURA MUISCA EN LAS LLANURAS INUNDABLES DE LA SABANA DE BOGOTÁ.

Andrés Enrique Pulido Londoño - fosilap@gmail.com
Diego Alejandro Pinto Moreno - congo_850216@yahoo.es

Docente director: Helmut Espinosa García

Semillero de investigación: Desarrollo ruralidad y municipio

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

PALABRAS CLAVE: Sistemas de campos elevados muisca, Arqueología tecnológica, Análisis multivariado, Modelo paramétrico.

RESUMEN

Este proyecto busca dar inicio a la recuperación los sistemas de campos elevados, a través de un enfoque metodológico llamado “Arqueología Tecnológica” cuyo fin es encontrar soluciones a las problemáticas ambientales actuales mediante el uso de las tecnologías ancestrales, con esta finalidad, se tomaron como base los resultados de las investigaciones realizadas por la arqueóloga Ana María Boada (2006) en la Sabana de Bogotá y se realizó una reconstrucción artificial de los canales que

componen los sistemas de campos elevados Muisca a partir de un modelo paramétrico para la comparación de sus variables de flujo, considerando su comportamiento como el de un canal abierto sus características hidráulicas y posibles usos.

KEY WORDS: Muisca high field systems, Technological archeology, Multivariate analysis, Parametric model.

SUMMARY

This project proposed initiate recovery systems raised fields, through a methodological approach called "Archeology Technology". whose purpose is to find solutions to current environmental problems through the use of ancestral technologies, for this purpose, the

results of research conducted by the archeologist Ana Maria Boada (2006) in the Sabana de Bogotá were taken as a basis and an artificial reconstruction of the channels that make up systems raised fields Muisca from a model made Parametric for the comparison of its flow variables, considering its behavior as that of an open channel, obtaining its hydraulic characteristics and possible uses.

INTRODUCCIÓN

La investigación sobre tecnologías ancestrales como las desarrolladas por las culturas precolumbinas en América latina le permiten a la ingeniería ambiental expandir su campo de acción para mitigar los impactos generados por el calentamiento global que sumados a los efectos antrópicos tales como la ganadería intensiva, la agricultura tradicional y la urbanización (Preciado, Leal, & Almanza, 2005) han sido determinantes en la alteración de los procesos naturales de la cuenca del río Bogotá causando grandes inundaciones con impactos económicos y ambientales importantes.

Sistemas de campos elevados: Cultivar por encima del agua

Denevan (1982), definió los sistemas de campos elevados o camellones como un sistema de canales y surcos para elevar el nivel del suelo construyendo un sistema que facilita el flujo y control del agua en terrenos inundables para mejorar las condiciones de los cultivos en zonas con suelo de drenaje deficiente. Herrera (2008), desde una mirada más antropológica, explica los campos elevados como una técnica de manejo del paisaje para aprovechar los recursos que brindan las sabanas de inundación en la producción agrícola, con diferentes beneficios ambientales.

Los sistemas de campos elevados muisca de la sabana de Bogotá son una respuesta adaptativa a las características propias del suelo, a fin de drenar el exceso de agua y permitir los cultivos y el aprovechamiento pecuario (Boada A. M., 2006). Se han encontrado vestigios de camellones sobre la cuenca del río Bogotá en los municipios de Cota, Mosquera, Soacha y Funza y en la localidad de

Suba dentro de la ciudad de Bogotá (Rodríguez Cuenca J. V., 2006). Se puede decir que muchos han sufrido alteraciones por la acción del hombre y se pueden apreciar muy pocos en la actualidad (Boada A. M., 2006).

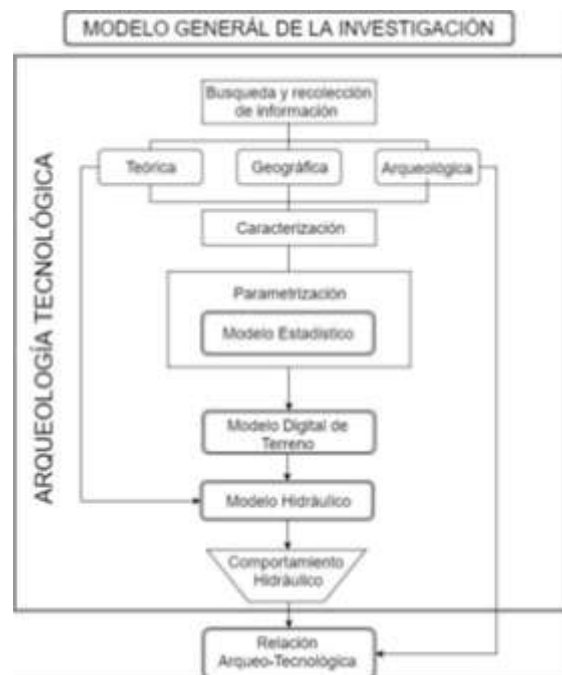
METODOLOGÍA

A pesar de la existencia de numerosas investigaciones sobre el tema, estas no son suficientes para entender la importancia histórica de los sistemas de campos elevados de la sabana de Bogotá y su aplicación en la actualidad. Teniendo en cuenta que son una práctica inexistente de la cual hoy en día no quedan más que algunos vestigios obliterados fue necesario iniciar un proceso de recuperación el cual incluyó una reconstrucción geométrica mediante un modelo digital de elevación de terreno, donde se consideraron aspectos arqueológicos, geográficos y climáticos.

La información obtenida fue parametrizada, mediante un modelo estadístico que arrojó las posibles variaciones geométricas para cada tipo de canal de los sistemas de campos elevados, estas medidas se tomaron para realizar un mo-

delo hidráulico con diferentes variaciones de caudal y predecir las posibles funciones de estos sistemas.

Figura 1 Metodológico de la investigación



Fuente: El estudio, 2016

RESULTADOS

En primer lugar, se obtuvo una amplia base bibliográfica sobre la práctica, relacionada con aspectos como la agricultura de inundación, la validación de tecnologías, la recuperación de conocimientos ancestrales y los sistemas de campos elevados. Con esta información se lograron identificar las áreas donde existieron los sistemas de campos ele-

vados y se realizó la reconstrucción digital como se muestra en la figura 2.

Figura 2 Área de estudio con los 4 predios seleccionados



Fuente: El estudio, 2016

En segundo lugar, se obtuvo un modelo estadístico de análisis multivariado que predice las dimensiones de los canales estudiados para cada una de los cuatro tipos definidos (lineal, paralelo, irregular y damero). Con estos tipos identificados se elaboraron modelos de elevación de terreno, los cuales se modelaron hidráulicamente obteniendo sus características de flujo. Finalmente, estos resultados se analizaron mediante una matriz, obteniendo las relaciones de las variables de flujo con respecto a sus posibles usos.

Figura 3 Estado actual, reconstrucción e imagen DEM.

Modelo Camellones paralelos (Funza)	
Modelo Camellones Paralelos (Funza), imagen satelital Google, 2015. Actualmente no se observan vestigios de los camellones en el sector.	
Reconstrucción Artificial, sobre poniendo la reconstrucción sobre mismo terreno que se observa en la imagen anterior.	
Imagen final del DEM	

Fuente: Autores, 2016

DISCUSIÓN

Los campos elevados muiscas son una tecnología, con características que responden a un sistema ordenado, definido por variables determinadas, que fueron estudiadas y sistematizadas. Se comprobó que tienen características relacionadas con su ubicación, características geométricas específicas que fueron parametrizadas y se identificaron sus funciones hidráulicas, evaluadas mediante un modelo hidráulico, gracias a esto, los sistemas de campos elevados se consideran como una tecnología adaptativa, replicable y sostenible, acorde con las necesidades ambientales de la actualidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baquero, A. M. (2005). Sostenibilidad del Pasado Precolombino, Propuesta Para el Manejo de Humedal con Fines Agrícolas. Rosario, Argentina: Congreso Latinoamericano de Antropología.

Boada, A. M. (2001). Excavaciones en Sistemas de Camellones y Canales de la Sabana de Bogotá. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

Boada, A. M. (2006). Patrones de Asentamiento Regional y Sistemas de Agricultura Intensiva en Cota Y Suba Sabana de Bogotá. Bogotá: Fundación de Investigaciones Arqueológicas, Banco de la Republica.

Herrera, A. (2008). Recuperación de las Tecnologías Indígenas, Una Deuda Con Nuestros Pueblos. Jarallpa: Universidad de los Andes.

Radulovich, R., & karrremans, J. A. (1993). Validación de Tecnologías en Sistemas Agrícolas. San Jose, Costa Rica: CATIE, centro agronomico tropical de investigacion y enseñanza.

Valdez, F., & Yepez, A. (2006). Agricultura Ancestral camellones y alabardas. contexto social, usos, y retos del pasado y el presente. Quito, Ecuador: IFEA, instituto frances de estudios andinos.

Velandia Durán, E. A. (2006). Marco Metodológico Para la Modelación Hidráulica e Hidrológica de Crecientes en Ríos. Caso Río Bogotá, el Espino - Alicachín. Bogotá: Universidad De los Andes..

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y LA VULNERABILIDAD INTRÍNSECA DE ACUÍFEROS DE TENJO- CUNDINAMARCA

Maida Mojica Barrera¹ - kramakenigo@gmail.com
Karen Sierra González² – kmsierrag@correo.udistrital.edu.co

Directora de trabajo de grado: Lena Carolina Echeverry Prieto, MSc.

Semillero de investigación: KAIZEN-UD

RESUMEN

El agua subterránea representa el 90% de las reservas de agua dulce disponible, por esto es de vital importancia mantener este recurso en buen estado, teniendo en cuenta que una vez contaminado no es posible que se depure por sí mismo debido a la carencia de bacterias degradadoras, además es fácil de agotar, se renueva lentamente y puede ser contaminado por procesos de infiltración o lixiviación producto de actividades domésticas, industriales, de ganadería o agricultura y una vez contaminado resulta práctica y casi que económicamente imposible recuperarlo. Por lo anterior es pertinente evaluar la calidad del recurso, junto con la ocurrencia, distribución y sus principales características naturales para una gestión adecuada y sostenible. En el estudio denominado

“Evaluación de la calidad del recurso hídrico y la vulnerabilidad intrínseca de acuíferos de Tenjo Cundinamarca” se localiza un área de influencia correspondiente al municipio de Tenjo, localizado en el departamento de Cundinamarca, en la Provincia de Sabana Centro, pues este municipio depende en gran medida de la extracción del recurso hídrico subterráneo para el desarrollo de sus actividades y se planteó la calidad fisicoquímica y microbiológica del recurso hídrico subterráneo y de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos presentes en el municipio, mediante un análisis muestral de pozos que permitiera la generalización de los resultados al recurso subterráneo del municipio, realizando un análisis fisicoquímico en un laboratorio acreditado por el IDEAM, así como la

¹ Ingeniería ambiental

² Ingeniería ambiental

normativa microbiológica, sin embargo de esta última se realizó un análisis más descriptivo en el laboratorio, para identificar de forma general los tipos de microorganismos presentes. Para determinar la calidad del recurso hídrico se comparó con el Decreto 1594 de 1984 y se determinó el Índice de Calidad del Agua (ICA). Con respecto a la vulnerabilidad intrínseca se empleó un modelo de índice y superposición DRASTIC.

En este estudio se obtuvo que el recurso hídrico subterráneo presenta problemas por altas concentraciones de metales pesados como Manganeso, Selenio, Cobalto, Zinc y Cadmio, SDT, Alcalinidad y Calcio, de igual forma se obtuvo que el 16% de las muestras superan el estándar recomendado por la OMS con concentraciones de 261 mg/L y 1574 mg/L, al igual que la alcalinidad en donde el 46% de las muestras sobrepasan los estándares recomendados por la OMS. La presencia de metales pesados como el Cadmio, Cobalto, Arsénico y Cromo pone en consideración peligros posibles por acumulación en especies vegetales, animales y humanos.

Frente al componente microbiológico fueron cumplidos los límites establecidos por la norma, sin embargo el análisis descriptivo demostró la presencia de microorganismos patógenos Enterobacterias, Coliformes totales *Bacillus cereus*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Enterococcus* spp, además de *Pseudomonas aeruginosa* y *Streptococcus faecalis*, que presentan acción inhibidora de coliformes fecales, por lo cual no es posible determinar que el agua de la muestra está libre de coliformes totales.

Seguido a esto en el territorio se evidencian niveles de susceptibilidad baja en más del 90% del área y susceptibilidad moderada en menos del 5% del acuífero.

Por último es posible afirmar que es muy importante la actualización y consecución de información actual y real del estado y uso de las captaciones en el municipio, así como la educación ambiental en el territorio, lo cual resulta como la herramienta clave para la protección y gestión adecuada del recurso

BIBLIOGRAFÍAS

Mojica, M., & Sierra, K. (2017). *Evaluación de la calidad -físicoquímica y microbiológica- y la vulnerabilidad intrínseca del recurso hídrico subterráneo para riego a través de un análisis muestral de pozos existentes en el municipio de Tenjo Cundinamarca* . (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.

DIRECTRICES PARA AUTORES

Alcance

El Boletín Semillas Ambientales es un medio digital de divulgación científica que busca mostrar, en un lenguaje sencillo, las actividades relacionadas con la ciencia e investigaciones que adelantan los semilleros de investigación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Con el Boletín se pretende crear una nueva generación de jóvenes colombianos que puedan interesarse en la investigación y abordar problemas relacionados con el ambiente y los recursos naturales en Colombia.

Está dirigida a estudiantes, docentes y profesionales científicos y en general a lectores no especializados que busquen un tratamiento de temas científicos y tecnológicos relacionados con el quehacer de la Facultad.

Este boletín provee acceso libre a su contenido, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento entre semilleros y la comunidad académica en general.

Los escritos que llegan al Boletín son revisados en primera instancia por el editor, quien, si lo considera necesario, le sugiere al autor cambios o complementos necesarios para enviar al Comité Editorial. El Comité editorial es el encargado de realizar la evaluación de los escritos y, según el grado de especialización, lo envía a evaluadores expertos (pares ciegos).

La versión final será revisada nuevamente y se tomará la decisión de publicar o no el escrito.

La comunicación de los autores con la revista se da a través del editor, quien expresa la posición del Boletín y la opinión del Comité Editorial.

DIRECTRICES PARA AUTORES

Tipos de manuscritos

1- Artículos científicos

Los manuscritos formato artículo científico acerca de los resultados parciales o finales de proyectos de Investigación, NO deben exceder las 2000 palabras de texto (no incluye título, resumen, abstract ni literatura citada).

El artículo científico debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie, máximo 3 autores por manuscrito).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores.
- Resumen (máximo 200 palabras).
- Palabras clave (máximo 6).
- Introducción: incluye marco teórico, presentación del problema y objetivos o pregunta(s) de investigación (máximo 400 palabras).
- Métodos (incluye área de estudio cuando sea pertinente).
- Resultados finales o parciales.
- Discusión (Interpretación de los resultados obtenidos)
- Conclusiones (Debe indicar la demostración o negación de la hipótesis o la comprobación del objetivo propuesto)
- Agradecimientos (estos deben ser cortos y no exceder las 100 palabras).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

2- Artículos de reflexión

Los manuscritos formato artículo de reflexión NO deben exceder las 2000 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El artículo de reflexión debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie, máximo 3 autores por manuscrito).
- Docente asesor

DIRECTRICES PARA AUTORES

- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores.
- Palabras clave (máximo 6).
- Introducción (incluye un desarrollo teórico y marco conceptual)
- Reflexión.
- Conclusiones.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

El texto debe estar separado de tablas y figuras las cuales van en un archivo aparte.

Máximo una tabla y/o figura por cada 500 palabras.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

3- Resúmenes

3.1 De trabajos de grado / De ponencias presentadas en eventos académicos

El primero expone los resultados generales de trabajos de grado destacados en las diferentes áreas del conocimiento, pero no son presentados en su totalidad para permitir publicaciones posteriores. El segundo, de ponencias presentadas en eventos académicos. Los manuscritos en formato resúmenes NO deben exceder las 1000 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El resumen debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras)
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente director/asesor (según corresponda)
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores (para resúmenes de ponencia).
- Resumen de trabajo de grado o ponencia.
- Agradecimientos (para trabajo de grado, estos deben ser cortos y no exceder las 100 palabras).
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

DIRECTRICES PARA AUTORES

4– Notas

4.1 Reseña de libros

Los manuscritos formato reseña de libros NO deben exceder las 500 palabras de texto (no incluye título).

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores
- Argumentos o ideas centrales del texto.
- Valoración sobre el texto seleccionado.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

4.2. Sobre la asistencia a eventos o seminarios -comentarios eventos

Los manuscritos formato comentarios de eventos NO deben exceder las 500 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores
- Introducción (contextualización acerca del evento al que se asistió, indicando la fecha y el lugar en la que se llevó a cabo, tema tratado y la entidad o dependencia que la dirigió).
- Comentarios del evento.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición.

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

DIRECTRICES PARA AUTORES

4.3 Sobre artículos publicados por investigadores de la Universidad u otras instituciones - comentarios de artículos

Los manuscritos formato comentarios de artículos NO deben exceder las 500 palabras de texto (no incluye título ni literatura citada).

El manuscrito debe contener las siguientes secciones (que no serán diferenciadas en el texto final)

- Título (máximo 15 palabras).
- Autores y correo electrónico de contacto de cada uno (proyecto curricular al que pertenecen como nota al pie).
- Docente asesor
- Semillero de investigación al cual se encuentran vinculados los autores.
- Presentación del artículo que se va a comentar, indicando el título, el autor, año de publicación y tema tratado.
- Comentarios del artículo.
- Referencias bibliográficas en formato APA última edición

El manuscrito debe presentarse en formato Word a doble espacio (2,0), letra Times New Roman, tamaño fuente 12 puntos, justificado.

Manuscritos que no cumplan estas normas no serán aceptados.

Consideraciones

Nombres científicos: Los nombres científicos deben estar en cursivas, nombre completo en latín (género, especie y autor) la primera vez que se mencionan.

Unidades de medida: Las unidades de medida deben corresponder al sistema métrico decimal. Se debe usar súper índice (m², mm²) excepto cuando la unidad es un objeto (e.g. por árbol, por localidad, por persona, NO: árbol1, localidad1 o persona1).

Tablas: Las tablas se deben presentar en hojas aparte (una tabla por hoja). Estas se deben presentar en fuente Times New Roman, tamaño 10, a doble espacio. Los encabezados de las columnas deben ser breves. La leyenda de la tabla va al inicio de la misma.

Figuras (incluye gráficas, fotos, diagramas): Se deben presentar en hojas aparte, una figura por hoja. Tamaño máximo 13 cm x 21 cm. Las gráficas deben estar en blanco y negro, sin líneas, fondo blanco y con tramas para resaltar variables y convenciones. Cada figura debe tener su respectiva leyenda en la parte inferior.

DIRECTRICES PARA AUTORES

Referencias bibliográficas: La literatura citada debe estar citada según las **normas APA última edición**.

Nota: Debe estar ordenada alfabéticamente según el apellido del primer autor y cronológicamente para cada uno, o cada combinación de autores. Se escriben los nombres de todos los autores, sin usar et al. Los nombres de las publicaciones seriadas deben escribirse completos, no abreviados.

**UNIDAD DE INVESTIGACIONES
FACULTAD DEL MEDIO
AMBIENTE Y RECURSOS
NATURALES**

Coordinador: Wilson Gordillo Thiriat

Secretaria: Lorena Pulido

Monitora: Juan Felipe Moyano Fonseca

Oficina: Edificio Natura - 2do piso

Teléfono PBX: 3239300. Ext 4015

E-mail: facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co

DIRECCIÓN WEB

[HTTPS://REVISTAS.UDISTRITAL.EDU.CO/
OJS/INDEX.PHP/BSA](https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/BSA)



**REVISTAS EN LAS QUE PUEDES
PUBLICAR**

Colombia forestal: Revista Indexada categoría **B** de Colciencias adscrita a la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Contacto: [http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/
index.php/colfor](http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor)

UD y la GEOMÁTICA: Revista Indexada de Colciencias, adscrita a la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Facultad de Ingeniería de la Universidad.

Contacto: [https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/
index.php/UDGeo](https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/UDGeo)

Tecnogestión: Revista del proyecto curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Contacto: tecnogestion@udistrital.edu.co

Azimuth: Revista de los proyectos curriculares de Ingeniería Topográfica y Tecnología en Levantamientos Topográficos de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Contacto: revazimut-cidc@correo.udistrital.edu.co

Para mayor información sobre la creación de un semillero de investigación se puede dirigir directamente a la oficina de la Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Sede Vivero Edificio Natura 2º piso, o escribir al correo:
facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co

El formato para la creación y registro de un semillero de investigación ante el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico – CIDC, lo puede descargar en [http://
planeacion.udistrital.edu.co:8080/sigud/pm/
gi](http://planeacion.udistrital.edu.co:8080/sigud/pm/gi)

Mayor información sobre los semilleros de investigación de la Facultad registrados ante el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico –CIDC, puede conseguirla en <http://cidc.udistrital.edu.co/web/>