



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



Universidad Francisco  
de Paula Santander  
Vigilada Mineducación



Ingeniería ambiental  
Programa acreditado  
de alta calidad

ISSN: 2744-9769

# MEMORIAS

## VI Congreso Internacional del Agua y el Ambiente

Compartiendo conocimiento

OCTUBRE 2020



**García Duarte Ricardo**

Rector  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
(UDFJC)

**Parra López Héctor Miguel**

Rector  
Universidad Francisco de Paula Santander  
(UFPS)

**Ussa Garzón Jaime Eddy**

Decano  
Facultad del Medio Ambiente y Recursos  
Naturales

**Villada Castillo Clemencia**

Decana  
Facultad de Ingeniería

**Agualimpia Dualiby Yolima Del Carmen**

yagualimpia@udistrital.edu.co  
Coordinadora General Ciaya6  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Judith Yamile Ortega Contreras**

judithyamileoc@ufps.edu.co  
Coordinadora Ciaya6  
Universidad Francisco de Paula Santander

**COMITÉ CIENTÍFICO**

**Agualimpia Dualiby Yolima Del Carmen**

yagualimpia@udistrital.edu.co  
(UDFJC)

**Becerra Moreno Dorance**

dorancebm@ufps.edu.co  
(UFPS)

**Carrillo Soto Gustavo**

gustavocarrillo@ufps.edu.co  
(UFPS)

**Mejía De Alba Martha Isabel**

mimejiaa@udistrital.edu.co  
(UDFJC)

**Sánchez Sánchez Fernando**

fsanchezs@udistrital.edu.co  
(UDFJC)

**Cárdenas Torres Luz Fabiola**

lfcardenast@udistrital.edu.co  
Directora Científica de Pósteres  
(UDFJC)

**COMITÉ DE LOGÍSTICA**

**Camargo Wilhelm Hernando**

wilhelmhernandocj@ufps.edu.co  
(UFPS)

**Oviedo Sanabria Carlos Humberto**

carloshumbertoovsa@ufps.edu.co  
(UFPS)

**Ramírez Ríos Luisa Fernanda**

luisaframirezr@ufps.edu.co  
(UFPS)

**Úrbe Edison**

euribe@udistrital.edu.co  
(UDFJC)

Para referenciar algún texto de estas memorias, favor seguir este ejemplo:

Castro, E. y Agualimpia, Y. (2020, 22-23 octubre). *Resiliencia hídrica: un análisis desde el contraste entre la sabana del altiplano y la sabana estacional colombiana*. Memorias del VI Congreso Internacional del Agua y el Ambiente (Ciaya6). p 5. Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Universidad Francisco de Paula Santander. Colombia. Extraído de <http://ambiental.udistrital.edu.co:8080/memorias-del-ciaya-6>

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>LÍNEA TEMÁTICA 1. Gobernanza del agua</b> .....	<b>2</b>
Gobernanza del agua y su incidencia en la gestión de cuencas .....	3
Gobernanza del agua en Sumapaz. Más allá de la sostenibilidad ambiental .....	4
Resiliencia hídrica un análisis desde el contraste entre la Sabana del altiplano y la sabana estacional colombiana .....	5
Análisis de la Red Nacional de Isotopía del IDEAM .....	8
Modelamiento con Dinámica de Sistemas para la sostenibilidad en la gestión del agua y residuos .....	9
Representatividad de la calidad del agua en puntos de monitoreo a partir de una evaluación multivariada de cargas contaminantes .....	10
Estado actual de las vinazas tequileras en el estado de Jalisco México y su impacto en aguas superficiales .....	11
Algunos supuestos de la mecánica cuántica aplicables a la comprensión, gestión y vigilancia de los Servicios Públicos Domiciliarios (SSPPDD) .....	12
Diagnóstico de los Servicios Ecosistémicos que Provee el Parque Nacional Natural Chingaza en la cuenca del río Negro (Fómeque-Cundinamarca) .....	14
La ciencia genera conciencia en la Institución Educativa San Víctor del municipio de Supía, Caldas .....	15
Las Pilitas: paisaje, agua y espacio natural en la barranca del río Grande de Santiago en Jalisco, México .....	19
<b>PÓSTER 1.</b> Instrumentos económicos ambientales, tasa compensatoria por la utilización permanente de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.....	<b>20</b>
<b>PÓSTER 2.</b> Valoración económica ambiental mediante experimentos de elección: una recopilación de investigaciones recientes .....	<b>22</b>

**PÓSTER 3.** Viabilidad técnica, económica y ambiental para un proyecto de ecoturismo en la Calera, Cundinamarca..... 24

**LÍNEA TEMÁTICA 2. El agua como elemento estratégico para el desarrollo territorial..... 26**

Similitud hidrológica de cuencas tropicales..... 27

Implementación de sistemas de información geográfica (SIG), como herramientas para la definición de zonas especiales de contaminación hídrica ..... 28

Capacidad de uso de las tierras, insumo básico para el Ordenamiento ambiental y productivo: caso de estudio, cuenca hidrográfica del río Amoyá, Chaparral, Tolima..... 29

Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua de la quebrada Las Delicias, cerros orientales de Bogotá ..... 30

Diseño experimental para la cuantificación de biomasa aérea a partir de ecuaciones alométricas en ecosistemas de bosque muy seco tropical sometidos a baja intervención antrópica ..... 31

Alternativas para el manejo eco-eficiente del recurso hídrico en una vivienda de interés social ..... 32

**PÓSTER 4.** Semilleros de investigación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con enfoque ambiental y del agua: un análisis exploratorio descriptivo ..... 33

**PÓSTER 5.** Evaluación ambiental a partir de la calidad del agua en el humedal La Conejera, de la ciudad de Bogotá ..... 35

**PÓSTER 6.** Beneficios de la producción más limpia en el restaurante Gran Feria del Pollo JAB en Bogotá ..... 37

**LÍNEA TEMÁTICA 3. Tecnologías apropiadas en el tratamiento del agua ..... 39**

Evaluación del almidón de yuca *Manihot esculenta* Crantz como coagulante natural alternativo para el proceso de clarificación del agua de la quebrada El Zarzal en el municipio de Barrancabermeja..... 41

Evaluación de la presencia de <i>Cryptosporidium</i> y <i>Giardia</i> en aguas tratadas de zonas rurales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.....	42
Eliminación de <i>Cryptosporidium parvum</i> y <i>Giardia lamblia</i> de agua cruda y tratada en áreas rurales del AMVA a través de procesos de oxidación avanzados .....	43
Evaluación de selenicereus megalanthus haw (pitahaya amarilla) y opuntia ficus (higo chumbo) como coagulantes naturales a ser empleados en zonas rurales de Colombia .....	44
Evaluación del Impacto Ambiental Potencial mediante el Análisis de Ciclo de Vida para el tratamiento de agua potable en Bucaramanga. ....	45
Evaluación de la eficiencia de unidades de filtración con lecho de carbón activado obtenido a partir de productos no maderables del bosque húmedo tropical para la remoción de color y turbiedad del agua de la quebrada El Zarzal en el municipio de Barrancabermeja.....	46
Selección de la alternativa tecnológica más apropiada para el tratamiento de aguas grises con fines de reutilización, en obras civiles residenciales y comerciales. .	47
Evaluación del tratamiento de aguas residuales con contenido de carbendazim mediante acople fotocatalítico-biológico a escala laboratorio en un colector parabólico compuesto y lodos activados en BATCH .....	49
Estandarización de la técnica de análisis del plaguicida clorpirifos en agua por espectrofotometría de luz ultravioleta.....	50
<b>PÓSTER 7.</b> Prototipo de biodigestor de excretas porcinas y bovinas en la finca El Recuerdo en Quipile, Cundinamarca.....	51
<b>PÓSTER 8.</b> Estudio de calidad de agua e impacto ambiental generado por poblaciones microbianas en el canal El Recreo en Bogotá.....	53
<b>PÓSTER 9.</b> Diseño e implementación de un sistema de reutilización de aguas lluvias para vivienda.....	55
<b>LÍNEA TEMÁTICA 4. Nuevos desafíos en la gestión del agua .....</b>	<b>57</b>
Cambio climático en ciudades costeras: gestión de riesgos en la ciudad de Natal/Brasil.....	59

Efectos de la importación de agua superficial en sistemas acuíferos en explotación. Casos de estudio en Santa Fe, Argentina .....	60
Metodología para evaluar la capacidad de retención hídrica del suelo a partir de imágenes Landsat e información climática satelital en las zonas no urbanizadas de la cuenca del río Tunjuelo .....	63
Infiltración y propiedades hidráulicas en suelos con fragmentos de roca: influencias reportadas en 57 años de investigación .....	65
<b>PÓSTER 10.</b> Estudio de la percepción de la problemática ambiental en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera .....	<b>69</b>
<b>PÓSTER 11.</b> Encuesta de percepción ambiental del cerro de Monserrate .....	<b>71</b>
<b>PÓSTER 12.</b> Percepción socio-ambiental de la Comunidad Universitaria en la sede El Porvenir de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.....	<b>73</b>

## PRESENTACIÓN

El Congreso Internacional del Agua y el Ambiente (Ciaya) nació del proyecto curricular Gestión Ambiental y Servicios Públicos, hasta el momento ha sido liderado por docentes de este programa académico y ha sido tal su impacto que actualmente es un evento institucionalizado de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Este evento tiene como objetivo general, crear un espacio de participación interdisciplinaria en el conocimiento de los avances, problemas y alternativas de solución relacionada con la conservación del agua y el ambiente a través de la ciencia y la tecnología para el desarrollo sostenible.

El Ciaya se ha internacionalizado de tal manera, que el más reciente se realizó con la Universidad de Guadalajara en la ciudad del mismo nombre en México. En esta oportunidad, la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales (con sus proyectos curriculares Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos e Ingeniería Ambiental) une esfuerzos con el programa académico de Ingeniería Ambiental de la facultad de Ingeniería de la universidad Francisco de Paula Santander para la organización y realización de la sexta versión del evento: Ciaya6. En los cinco eventos realizados hasta la fecha, han participado ponentes de México, España, Venezuela, Argentina, Brasil, Luxemburgo y Colombia, entre otros.

Los resúmenes que se presentan a continuación, fueron en su mayoría, recibidos a través de una convocatoria abierta para la presentación de resultados de investigación en torno al agua y el ambiente.

## **LÍNEA TEMÁTICA 1. Gobernanza del agua**

La gobernanza del agua es un tema amplio que involucra diferentes dimensiones de acuerdo con los contextos en que se analice: social, ambiental, cultural y económico, entre otros; es un tema de interés general que a partir de perspectivas diversas nos permite prepararnos para enfrentar los retos a los que nos vemos sometidos por el aumento de la población, los efectos del cambio climático y la distribución del agua cuando es considerada como un recurso.

En esta parte de las memorias se presentan resultados a partir de análisis y monitoreos hidrológicos e hidrogeológicos que apunten hacia la gestión integral del recurso hídrico tanto de agua superficial como subterránea.

## Gobernanza del agua y su incidencia en la gestión de cuencas

Schreider, Mario Isaac<sup>1</sup>

Construir gobernanza es fortalecer a los actores y a las organizaciones de las que son parte, con el propósito de alcanzar una gestión sostenible el agua en la cuenca. Para ello se debe entender a la cuenca como un complejo bio – físico, social, donde el medio natural y la sociedad organizada conviven, colaboran y resuelven sus conflictos a partir de un mejor entendimiento de los procesos involucrados.

El presente trabajo analiza la relevancia de términos como gobierno, gobernanza y gobernabilidad, la evolución que han tenido dichos conceptos y los vínculos que los unen. Sobre esta base se propone discutir las implicancias que la gobernanza del agua tiene hoy para las diferentes organizaciones preocupadas por el tema. Esa gobernanza impacta sobre la gestión de los recursos hídricos en la cuenca y la gestión de la cuenca en sí. Para valorar estos aspectos se habrán de presentar las experiencias del autor resultantes de su participación en diferentes instancias de intercambios de experiencias entre integrantes de consejos de cuenca. Dichas experiencias permiten reflexionar sobre los principales obstáculos que hoy se oponen al logro de una gobernanza efectiva del agua a nivel de cuenca, y sobre las fortalezas y debilidades que las organizaciones de cuenca tienen para enfrentar estas dificultades.

Si bien la región enfrenta realidades diversas, los encuentros de los actores de la cuenca y los espacios de reflexión y análisis así conformados, han demostrado que existen denominadores comunes que atraviesan esas distintas realidades. Esos denominadores comunes también han permitido construir espacios de colaboración entre los organismos de cuenca, promoviendo un verdadero aprendizaje recíproco y brindando fortalecimiento a los actores involucrados a partir de instancias de capacitación diseñadas a la medida de sus necesidades.

**Palabras clave.** Desarrollo de capacidades, gestión participativa. gobernanza del agua, y organismos de cuenca.

---

<sup>1</sup> Director Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional, mschreider@gmail.com

## Gobernanza del agua en Sumapaz. Más allá de la sostenibilidad ambiental

Botía Flechas Clara Judyth<sup>2</sup>

El objetivo central de esta ponencia es analizar las formas de gobernanza del agua que emergen en el territorio de la cuenca del río Sumapaz, a partir de los objetivos, los intereses y las lógicas de acción de los diferentes actores territoriales que participan en la gestión comunitaria del agua. La metodología utilizada para el análisis se basó en el modelo de dinámica de las localidades planteado por Bryant (1999), en el cual es fundamental la identificación de los diferentes actores territoriales y la comprensión de las acciones que adelantan, de acuerdo con sus intereses y objetivos; así como las redes que conforman, y las formas organizativas que los definen. Como técnicas metodológicas se utilizaron, la revisión documental del contexto histórico y los eventos recientes y las entrevistas semiestructuradas a actores clave.

Los resultados evidenciaron que la gestión comunitaria del agua en la cuenca, se caracteriza por un empoderamiento comunitario; entendido como un proceso voluntario de las comunidades, orientado hacia la toma de decisiones colectivas, a partir del respeto mutuo, la reflexión crítica, el cuidado, para lograr un mayor acceso y control de los recursos, participando democráticamente en la vida de su comunidad, y con una comprensión crítica de su entorno (Perkins y Zimmerman, 1995, en traducción). Este empoderamiento está presente en la percepción de los actores sobre las transformaciones que ha tenido el entorno. Se destaca la participación comunitaria a partir de una comprensión crítica de los conflictos relacionados con el agua, que tienen lugar en el territorio. También se revela un sentido de pertenencia por el territorio y una reflexión acerca del rol que cumplen los actores comunitarios para responder a estos conflictos. De esta manera, los actores híbridos presentes en la cuenca practican una gobernanza del agua orientando el territorio hacia la sostenibilidad ambiental, a través de procesos como la construcción del POMCA; mientras que los actores comunitarios consolidan el empoderamiento, la cohesión social y la identidad territorial de las comunidades, como elementos básicos de una gobernanza justa del agua.

**Palabras clave.** Actores territoriales, gestión comunitaria, gobernanza del agua y Sumapaz.

---

<sup>2</sup> Docente asociada Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [cjbotiaf@udistrital.edu.co](mailto:cjbotiaf@udistrital.edu.co)

## Resiliencia hídrica: un análisis desde el contraste entre la sabana del altiplano y la sabana estacional colombiana

Carlos Enrique Castro Méndez<sup>3</sup> y Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby<sup>4</sup>

Las sabanas desde el enfoque ambiental son consideradas como un bioma que se identifica con abundantes especies herbáceas y algunos estratos arbóreos concentrados en las partes más húmedas. Son espacios vulnerables a los procesos de desecación o desertificación.

El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad de resiliencia hídrica ante el cambio de uso de suelos en sabanas con diferentes ecosistemas, aplicando el método descriptivo comparativo con el cual se analizaron las características distintivas de dos sabanas identificadas en el contexto regional a través del enfoque climático. Se obtuvo la relación suelo-agua en cada uno de estos paisajes, se identificaron los suelos hidro-conductores visibles a la escala detallada y semidetallada, y se obtuvo la subdivisión geomorfológica del paisaje. Acorde con las nuevas políticas de uso agrícola se determinó su localización dentro de la frontera delimitada y se averiguó el uso agrícola planificado según la clase agrológica. Se estableció el espacio de intervención, se contrastaron las características de oferta de agua y se realizó un balance con los usos consuntivos. Los resultados se evaluaron con la cualidad regulación de agua en los suelos, para identificar el nivel de impacto que ocasionaría en el medio ambiente, el cambio de uso en estas sabanas.

**Palabras clave.** Resiliencia hídrica, sabanas, frontera y suelos hidro-conductores.

---

<sup>3</sup> Candidato a Doctor en Geografía, Convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Grupos de investigación Suelos y Ecología, y PROGASP. cecastro77@gmail.com.

<sup>4</sup> Doctora en Ciencias Técnicas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), Cuba. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. yagualimpia@udistrital.edu.co y yagualimpiadualiby@gmail.com.co.

## Economía circular y gestión del agua, aportes a la construcción de lineamientos regionales

Espinosa García Helmut<sup>5</sup> Garzón Cortes Giovanna del Pilar<sup>6</sup>

La actual dinámica de alta presión y degradación del recurso hídrico puede llegar a costar el 45% PIB mundial para el 2050 y afectar al 40% de la población mundial (WWAP, 2019). En el caso colombiano, el uso del agua al compararlo con los países de la OCDE, muestra un bajo nivel de productividad por cada metro cúbico empleado, lo cual se transfiere en un alto impacto en el recurso. Esto implica que su sostenibilidad dependerá de integrar adecuadamente los usos con las tecnologías apropiadas para minimizar el impacto y la recuperación oportuna del recurso hídrico, partiendo de la adecuada planificación económica hidrológica.

Desde la Economía Circular (EC), se propone avanzar en temas como la regeneración y la recirculación del recurso, considerando la importancia del ciclo hidrológico y las necesidades de atender a la reducción de la huella hídrica. En tal sentido, se hace necesaria una revisión de cómo las organizaciones pueden adoptar enfoques como los propuestos por (EC) en la gestión de cierre de bucles para atender a los consumos diferenciados y facilitando la acción resiliente de los ecosistemas naturales en su depuración y regulación.

Se propone identificar criterios y lineamientos estratégicos diferenciales sectoriales al manejo sostenible del agua con un enfoque territorial a partir del análisis estructural y de contenido de los instrumentos de política pública. En este marco se realizó una revisión institucional a los procesos de inserción de la EC en la gestión de los recursos hídricos, considerando seis instrumentos de planificación sectorial nacional que permitan comprender los alcances de las medidas propuestas y las diferencias que puedan apalancar la formulación de estrategias regionales y locales, considerando las posibles brechas para su implementación.

**Palabras clave.** Economía Circular, Gestión Integral del Recurso Hídrico, sostenibilidad del agua y estrategia de circularidad del agua.

<sup>5</sup> Docente Investigador Universidad Distrital FJC. Msc en Desarrollo Rural. Candidato a Doctor en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad. hespinosa@udistrital.edu.co

<sup>6</sup> Profesora Investigadora Universidad Santo Tomas. MBA en Administración de Empresas. Candidata a Doctor en Ciencias ambientales y Sostenibilidad. giogarzoncortes@gmail.com

## Herramientas para la gestión integrada del agua subterránea

Paris Marta del Carmen<sup>7</sup>

Los conflictos y emergencias por el agua no son nuevos. Siempre han existido disputas por escasez o por excesos hídricos. Ciertamente por efecto del cambio y la variabilidad climática se han vuelto más frecuentes e importantes, con un impacto más notorio, tanto en áreas urbanas como rurales. Las aguas subterráneas -que juegan un papel fundamental en el bienestar humano y de muchos ecosistemas acuáticos-, no son ajenas a estos escenarios. El agotamiento de los acuíferos debido a un esquema de extracciones que no considere su tasa de reposición y/o el deterioro de la cantidad del agua producto del ingreso de contaminantes al ambiente subterráneos por falta de estrategias de protección y control, son clara muestra de la necesidad de gestionar los recursos de agua para garantizar su sostenibilidad. Gestionar equivale a llevar adelante una iniciativa, un proyecto, conducirlo para resolver problemas, que pueden ser reales o potenciales. Esto significa que la atención no sólo se concentra en acciones inmediatas (corto o incluso mediano plazo) que atienden las situaciones de conflicto, las emergencias, sino que deben incluir definiciones a largo plazo bajo una visión de prospectiva, esto es planificadas. Estos tres horizontes son parte de la gestión. Sin el primero y el segundo, no se superan las crisis, si el tercero nunca podremos estar mejor preparados para enfrentar los problemas futuros. Sin un plan de gestión, las acciones que se realicen serán soluciones espasmódicas, carentes de control, y posiblemente con sin resultados efectivos. En este trabajo se presenta el resultado de la aplicación de herramientas que han servido de base para mejorar el conocimiento del sistema acuífero que sustenta el abastecimiento de la ciudad de Esperanza (Provincia de Santa Fe, Argentina) en el marco de un plan de gestión para garantizar la protección del recurso (en cantidad y calidad) y de las obras de captación.

**Palabras clave.** Acuíferos, vulnerabilidad, contaminación y perímetros.

---

<sup>7</sup> Dra en Ciencias Geológicas. Centro de Hidrología y Gestión del Agua (CHyGA) – Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) – Universidad Nacional del Litoral (UNL) – Cátedra UNESCO Agua y Educación para el Desarrollo Sostenible. Santa Fe, Argentina. parismarta@gmail.com

## Análisis de la Red Nacional de Isotopía del IDEAM

Gil Acevedo Flor Astrid<sup>8</sup>, Ana María Vesga Guiza<sup>9</sup>, Mejía De Alba Martha Isabel<sup>10</sup>, Rosero Mesa María Constanza<sup>4</sup>

El presente estudio se enfocó en validar los datos de 13 estaciones de la Red Nacional de Isotopía del IDEAM, con el fin de analizar la confiabilidad de la instalación del montaje de monitoreo y de las prácticas de muestreo y así, poder contribuir a una estandarización de los resultados, para que puedan ser usados en cualquier estudio de hidrología e hidrogeología y así, poder contribuir a la gestión adecuada del recurso hídrico del territorio nacional.

Inicialmente, se partió de la base de datos de la red, la cual contenía resultados de isótopos ambientales como el Oxígeno 18 (<sup>18</sup>O), Deuterio (<sup>2</sup>H) y un cálculo del exceso de Deuterio que se incorpora como un elemento de análisis de los isótopos; fue necesario también realizar una recolección de información secundaria como precipitación, temperatura, presión atmosférica, humedad relativa y el indicado El Niño/Oscilación del Sur ENOS (NOAA), utilizando las plataformas nacionales e internacionales para su recolección. Posteriormente, se procedió a realizar la validación de los resultados, utilizando el software estadístico *Rstudio*, que permite descartar los datos extremos presentes por medio de diagramas de caja y evaluar así los datos atípicos, con el fin de establecer su coherencia para así excluir los datos erróneos. Luego, los datos seleccionados, se sometieron a correlaciones de Pearson y Spearman, con el propósito de definir las posibles influencias entre las variables. Con lo anterior, se da un diagnóstico de cada estación, en donde se establecen las variables que, posiblemente, interfieren en su composición isotópica.

Con los resultados, fue posible concluir que 2 estaciones no tienen información influyente en las correlaciones aplicadas, 5 estaciones presentan condiciones normales en su comportamiento isotópico y 6 estaciones tienen, posiblemente, anomalías en los datos reportados por modificaciones antrópicas o por la forma en que operan las estaciones de isotopía.

**Palabras clave.** Red Nacional de Isotopía, Hidrología Isotópica, Gestión Integral del Recurso Hídrico, validación de datos e IDEAM.

---

<sup>8</sup> Estudiante, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, fagila@correo.udistrital.edu.co

<sup>9</sup> Contratista, Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales, avesga@ideam.gov.co

<sup>10</sup> Docente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mimejiaa@udistrital.edu.co

<sup>4</sup> Funcionaria, Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales, mrosero@ideam.gov.co

## Modelamiento con Dinámica de Sistemas para la sostenibilidad en la gestión del agua y residuos

Ibarra Vega Danny<sup>11</sup>, Redondo Johan Manuel<sup>12</sup>

En este documento se muestra de manera general la representación sistémica y matemática de dos problemas socio ambientales en Colombia, que se modelaron de manera exitosa utilizando Dinámica de Sistemas para evaluar escenarios prospectivos y sostenibles. Uno es el impacto hídrico asociado a la producción de bioetanol de caña de azúcar en la cuenca del río Cauca y el otro es la gestión de residuos en el área metropolitana de Bucaramanga y su afectación en el recurso hídrico, y el componente socioeconómico, para la planificación sostenible en la región. Para la construcción de estos modelos se partió de la representación conceptual del problema mediante diagramas causales, una vez definido esto, se procedió a la construcción de modelos matemáticos basados en Ecuaciones Diferenciales, los cuales permiten la simulación de diferentes escenarios prospectivos. Con esta metodología fue posible evaluar en entornos de simulación controlados, diferentes estrategias de gestión o políticas que se debieran implementar por las partes interesadas para la gestión del agua y residuos en contextos específicos.

**Palabras clave.** Dinámica de sistemas, modelamiento, agua, residuos y sostenibilidad.

---

<sup>11</sup> Investigador, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, [dibarra@humboldt.org.co](mailto:dibarra@humboldt.org.co)

<sup>12</sup> Investigador, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, [jredondo@humboldt.org.co](mailto:jredondo@humboldt.org.co)

## Representatividad de la calidad del agua en puntos de monitoreo a partir de una evaluación multivariada de cargas contaminantes

Rubiano Perilla Juan Sebastián<sup>13</sup>, Vera Quintero Laura Johanna<sup>1</sup> y Zamora David<sup>14</sup>

El monitoreo de la Calidad del Agua (CA) permite adquirir información cuantitativa y representativa sobre las características físicas, químicas y biológicas de un cuerpo de agua. La ciudad Bogotá (Colombia) no es ajena a esta necesidad, pero la falta de infraestructura y presupuesto limitan la información disponible de CA. La Red de Calidad Hídrica de Bogotá (RCHB) ha permanecido estática desde el año 2006 sin tener en cuenta la dinámica de los procesos naturales, de desarrollo urbano e industrial. En la presente investigación se realizó un análisis de la representatividad de los diez Puntos de Monitoreo (PM) del río Tunjuelo de la RCHB a través de una evaluación multivariada de las Cargas Contaminantes (CC) registradas para el periodo de tiempo del año 2006 al 2018. Fueron empleadas técnicas multivariadas para la detección y eliminación de muestras atípicas (distancia Mahalanobis), la selección de las CC que representan la dinámica de la calidad del agua del río (*Random Forest-RF*), y establecer los PM cuya información no es redundante en el tiempo y el espacio con otros PM (*Expectation Maximization-EM*). Los resultados muestran una detección de 18% de muestras atípicas en las CC de los determinantes analizados. Con base en los resultados del algoritmo *RF* se estableció que las CC de SST, DQO, DBO5 y  $P_{TOTAL}$ , representan la dinámica de la CA del río desde la parte alta hasta su desembocadura. Finalmente, se obtuvo una reducción de diez a siete PM conforme al algoritmo EM y las CC más relevantes de la CA del río. Este último resultado implicó una evaluación económica logrando una reducción del 38 % en los costos en ensayos laboratorio que anualmente incurre la Secretaría Distrital de Ambiente en el monitoreo del río Tunjuelo, ahorro que podría soportar la caracterización de la CA de sus afluentes.

**Palabras clave.** Carga contaminante, Distancia de Mahalanobis, *Expectation Maximization* (EM), *Random Forest* (RF) y Red de Calidad Hídrica (RCH).

<sup>13</sup> Ingeniera(o) ambiental, Universidad Santo Tomás-Bogotá, [juanrubianop@usantotomas.edu.co](mailto:juanrubianop@usantotomas.edu.co), [laura.vera@usantotomas.edu.co](mailto:laura.vera@usantotomas.edu.co)

<sup>14</sup> Docente, I.C., M.Sc., Ph.D. (C), Universidad Santo Tomás-Bogotá, [david.zamora@usantotomas.edu.co](mailto:david.zamora@usantotomas.edu.co)

## Estado actual de las vinazas tequileras en el estado de Jalisco México y su impacto en aguas superficiales

Montoya Chávez Arturo<sup>15</sup>, Sulbarán Rangel Belkis<sup>16</sup> y Zurita Martínez Florentina<sup>17</sup>

El tequila es una bebida alcohólica regional mexicana obtenida del *Agave tequilana weber* variedad azul con importancia cultural y económica para las regiones productoras, de las cuales destaca principalmente el estado de Jalisco. A pesar de la importancia que tiene la producción de tequila, este genera residuos perjudiciales para el medio ambiente de los cuales se encuentran las vinazas tequileras. Las vinazas tequileras son los residuos líquidos altamente contaminante. Las principales características de las vinazas tequileras son su alto contenido de fenoles, pH ácido, alta Demanda Química de Oxígeno (60,000 y 100,000 mg/l), alta Demanda Bioquímica de Oxígeno (35,000 y 60,000 mg/l) y alta concentración de sólidos totales (25,000 y 50,000 mg/l). Estas vinazas no reciben un tratamiento adecuado, esto debido principalmente a la falta de disponibilidad económica de las empresas para poder sustentar de manera adecuada las plantas de tratamientos y terminan descargadas en aguas superficiales como el río Santiago. El río Santiago es uno de los ríos más importante de México y el más contaminado. Las descargas de vinazas tequileras en el río Santiago conforman una parte de la problemática de contaminación de este afluente. De acuerdo con esto, el objetivo de esta investigación es dar a conocer el estado actual de las descargas de vinazas tequileras en el estado de Jalisco en México y su impacto en aguas superficiales. Se proponen diferentes tecnologías sustentables económicas para el tratamiento de las vinazas tequileras ya que no todas las tequileras cuentan con una planta de tratamiento para tratar las vinazas y así contribuir a disminuir los impactos negativos de dichas descargas en las aguas superficiales.

**Palabras clave.** Impactos ambientales, río Santiago, Tratamiento de vinazas, tecnologías sustentables.

---

<sup>15</sup> Ingeniero Químico, estudiante de Maestría en Ciencias en Ingeniería del Agua y la Energía, Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Tonalá, arturomontoya1993@gmail.com

<sup>16</sup> Profesora Investigadora, PhD en Ciencia de Materiales, Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Tonalá, Belkis.sulbara@academicos.udg.mx

<sup>17</sup> Profesora Investigadora, PhD en Ciencia y Tecnología en el área de ingeniería ambiental, Universidad de Guadalajara Centro Universitario de la Ciénega, fzurita@cuci.udg.mx

## Algunos supuestos de la mecánica cuántica aplicables a la comprensión, gestión y vigilancia de los Servicios Públicos Domiciliarios (SSPDD)

Congote Ochoa, Bernardo<sup>18</sup>

La comprensión de los fenómenos socioeconómicos está sujeta al empleo de dos métodos cognitivos complementarios. Serían ellos, el *método determinista* y *método cuántico*; el primero, asociado a la clásica escuela *newtoniana*, y el segundo, a otra moderna *einsteiana*.

La ponencia expondrá cómo las dificultades que enfrentamos para comprender y administrar la compleja dinámica de los SPD, estarían asociadas al empleo de herramientas propias del método cognitivo determinista de modo, sugiriendo que si empleáramos herramientas cuánticas lograríamos mejores resultados en diversos terrenos.

### Metodología

- Supuestos del método determinista de comprensión de los fenómenos naturales;
- Supuestos del método cuántico de comprensión de los fenómenos naturales;
- Fenomenología de la comprensión académica y la gestión y vigilancia de los SPD
- Descripción de algunos problemas sectoriales y el método cuántico que ha permitido diseñar soluciones.

Resultados susceptibles de producir reenfocando las metodologías de comprensión, gestión y vigilancia sectoriales en torno al marco de los supuestos cuánticos.

### Discusión

Tema 1. Experiencias gestionando exitosamente una estrategia de emergencia zonal para tratar problemas críticos en el sector de energía eléctrica de la Costa Atlántica (2003-2007).

Tema 2. Experiencia docente aplicando metodología cuántica para la comprensión académica de problemas sectoriales.

**Palabras clave:** Comprensión, Cuántica, Gestión, Vigilancia, Servicios Públicos

---

<sup>18</sup> Maestría Ciencia Política. Economista. Profesor Vines Universidad Distrital FJC - Proyecto TGASP en el área de Teoría Económica, becongote@gmail.com

## Estimación de la demanda hídrica para el cultivo de arroz por medio de imágenes satelitales, caso de estudio distrito de riego AsoPrado, Tolima

Chávez González Karol Dayanna<sup>19</sup>, Cipagauta Silva Maria Camila<sup>20</sup>, Zamora David<sup>21</sup>, Palomino Sebastián<sup>22</sup>

El cultivo de arroz tiene gran importancia socioeconómica en Colombia, ya que representa el 13 % del área cosechada. Este cereal se caracteriza por requerir grandes cantidades de agua para su cosecha. Sin embargo, el exceso o la falta de agua afecta su producción. Es así como la medición de la demanda de hídrica del cultivo (evapotranspiración-ETa), es importante para mejorar la gestión del agua y productividad agrícola. Lamentablemente, las mediciones de las variables hidrometeorológicas para estimar ETa son escasas o no existen en varias zonas del país. Las imágenes satelitales y las técnicas de teledetección permiten la generación de series temporales para la planificación, la gestión y la evaluación de los recursos hídricos. Este estudio tuvo como objetivo estimar la demanda hídrica del cultivo de arroz localizado en el distrito de riego AsoPrado, Tolima durante el periodo de tiempo 2002 al 2012, a partir de la información del satélite MODIS y del algoritmo de balance energía *Simple Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER)*. Los resultados con *SAFER* fueron comparados con los obtenidos a través de la metodológica convencional establecida por la FAO. La ETa promedio obtenida con *SAFER* para la temporada húmeda fue de 105 mm/mes, mientras que, para la temporada seca fue de 120 mm/mes, donde la metodología convencional tiende a sobreestimar la ETa con respecto a *SAFER* entre un 30 % y 70 % al mes para la temporada seca y en los meses húmedos se presentó una sobreestimación de 5 % a 30% por mes. Por último, la ETa de *SAFER* y la precipitación efectiva, permitieron evidenciar sobreoferta en la temporada seca que osciló entre 100 y 250 mm/mes frente ETa del cultivo que pone en riesgo la sanidad del cultivo y la necesidad de apoyo de riego en meses secos, ya que la oferta en promedio fue de 50 mm/mes.

**Palabras clave.** demanda hídrica, evapotranspiración, imágenes satelitales y precipitación efectiva.

<sup>19</sup> Estudiante de Ingeniería ambiental, Universidad Santo Tomás-Bogotá, karolchavez@usantotomas.edu.co

<sup>20</sup> Estudiante de Ingeniería ambiental, Universidad Santo Tomás-Bogotá, mariacipagauta@usantotomas.edu.co

<sup>21</sup> Docente, I.C., M.Sc., Ph.D. (C), Universidad Santo Tomás-Bogotá, david.zamora@usantotomas.edu.co

<sup>22</sup> Docente, I.A., M.Sc., Ph.D. (C), Universidad de Medellín-Medellín, spalomino@udem.edu.co

## Diagnóstico de los Servicios Ecosistémicos que Provee el Parque Nacional Natural Chingaza en la cuenca del río Negro (Fómeque-Cundinamarca)

Báez Ardila Laura Katherine<sup>23</sup>, Galindo Limas Laura Ximena<sup>24</sup>

Los ecosistemas producen una gran cantidad de servicios y bienes ambientales, que representan un beneficio para el ser humano, al suplir sus necesidades básicas y contribuir al crecimiento y desarrollo de sus comunidades. El resultado de las actividades productivas desarrolladas por la población de la cuenca del Río Negro, es una presión constante sobre los servicios ecosistémicos dentro del área protegida, es por esto que el Parque Nacional Natural Chingaza busca fomentar proyectos que favorezcan la recuperación de la cobertura vegetal en los bosques de montaña con mayor influencia sobre los cauces y para restablecer la conectividad entre ecosistemas y hábitats. Por lo anterior, el propósito de esta investigación fue realizar un diagnóstico espacial para evaluar el estado de los servicios ecosistémicos de la cuenca del Río Negro mediante el software InVEST; y un diagnóstico participativo, para identificar los servicios ecosistémicos que reconocen los habitantes de la cuenca del Río Negro y así garantizar su conservación y protección. Los Servicios Ecosistémicos que son mayormente percibidos por la comunidad de Fómeque son los Culturales, en especial aquellos relacionados con la Educación Ambiental y con el goce o disfrute del Parque para diferentes actividades; seguido por el servicio de Provisión de agua, en donde se reconoce el papel fundamental del parque como regulador del recurso y de su calidad, pero no siempre se reconoce que la procedencia de este recurso es a través de las redes hídricas provenientes de Chingaza. Mediante la herramienta InVEST se logró identificar que en la zona de amortiguación donde se tienen las coberturas más conservadas, se presenta la mayor disponibilidad de agua, calidad de hábitat y almacenamiento de carbono, mientras que en las zonas más alejadas al PNN Chingaza, sobre las cuales se presenta la mayor intervención antrópica se tienen pocos valores sobre estos servicios, por lo tanto, serán poco reconocidos por la comunidad de esta área.

**Palabras clave.** Servicios ecosistémicos, PNN Chingaza, InVEST, cuenca de río Negro y percepciones.

---

<sup>23</sup> Ingeniera forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. [laura\\_baeza@hotmail.es](mailto:laura_baeza@hotmail.es);

<sup>24</sup> Ingeniera forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. [lovrangl@gmail.com](mailto:lovrangl@gmail.com)

## La ciencia genera conciencia en la Institución Educativa San Víctor del municipio de Supía, Caldas

Gálvez Orozco Andrés Fernando<sup>25</sup>

El presente estudio permite visualizar el impacto positivo en la generación de conciencia acerca de la importancia del cuidado del recurso hídrico, en los estudiantes del Club de Defensores del Agua (CDA) y por medio de ellos, en la comunidad educativa; esto a través de una aproximación a la química del agua, parámetros de calidad y la normatividad ambiental vigente.

Considerando que estos son contenidos que generalmente son abordados en los currículos de algunos programas de pregrado, la Institución Educativa San Víctor busca ser pionera en el fortalecimiento de un laboratorio de calidad del agua, como parte de su objetivo por contribuir con la educación ambiental de las distintas generaciones.

En cuanto a la metodología utilizada, se propuso un componente mixto, que desde el punto de vista cualitativo permitiera describir y reconocer las habilidades y destrezas que los estudiantes del CDA iban adquiriendo para analizar distintos parámetros ambientales en el agua, así como los aportes realizados por la comunidad educativa acerca de cómo ven su sistema de acueducto, la pertinencia en la prestación de servicios, qué tan importante es para ellos; esto antes y después de la intervención de los estudiantes. Por otro lado, el componente cuantitativo que permitiera dar cuenta de distintos indicadores formulados para el proyecto.

Se evidencia finalmente que el CDA pudo analizar un total de 41 muestras de agua potable y superficial, identificando parámetros como de pH, sólidos disueltos, oxígeno disuelto y condiciones ambientales. Igualmente, se capacitó durante la jornada de logros a 400 estudiantes de primero a undécimo, docentes y padres de familia y a 100 miembros de la comunidad del municipio por medio del Foro del Agua y la rendición de cuentas del gobierno de Caldas.

**Palabras clave.** Agua, conciencia y estudiantes.

---

<sup>25</sup> Ingeniero ambiental y docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Institución Educativa San Víctor. andresgalvez500@gmail.com

## Estimación de la huella hídrica, huella de carbono y huella ambiental del Instituto Universitario de la Paz

Ávila Rojas, Omar Alberto<sup>26</sup>; Fabián Esteban, Gutiérrez; Yessica Paola, Martínez<sup>27</sup>

Este estudio se realizó en el Campus del Instituto Universitario de la Paz para estimar la huella hídrica (HH), huella ambiental (HA) y huella de carbono (HC) asociado a 1 mes de actividades institucionales. En su ejecución, se hizo el levantamiento y actualización de información al año 2020 (inventario de consumo energético, consumo y caracterización fisicoquímica de agua superficial y generación de agua residual, emisiones atmosféricas por heces de animales y uso de combustible fósil). Como metodología se utilizó la norma NTC ISO 14040/44:2007, software SIMAPRO 9.0, métodos: AWARE V1.02 (HH), BEES+ V4.08 (HA) y IPCC 2013 V1.03 (HC) y EDIP 2003 V1.07. Se estimó una HH de 0,28m<sup>3</sup> asociada al uso del recurso en el edificio de aulas y área PIARA en 35,4% y 11,2%, reflejado en la eutrofización acuática por nitrógeno (98%) en relación a la evaporación (82%) y precipitación (4%) y por fosforo (2%). En la HA, se determinó un aporte al calentamiento global de 16324 kg CO<sub>2eq</sub> asociado al 46,9% de la carga ambiental total, seguido de la eutrofización acuática en 45,3%, presencia smog 5,27% y deterioro del recurso natural 3,3%. La contribución de impactos se atribuye al consumo de energía (47,1%), agua residual (42%), combustible (7,4%), precipitación (2,5%), heces de animales (0,7%) y agua PTAP (0,2%). El aporte ambiental al aire fue: CO<sub>2</sub> (65,6%), metano (23%), NO<sub>x</sub> (11,1%) y material particulado <2,5 um (0,2%); el recurso agua se afecta por amoníaco (37,4%), fosforo (30%) y aumento de la DQO y DBO en 13% y 9%. Finalmente, se estimó la HC a 20 años en 7,42 kg de CO<sub>2eq</sub> por persona con una disminución a 80 años en 37,3% (2,8 de kg CO<sub>2eq</sub> por persona), al igual que una disminución del 41% comparado al valor obtenido en el año 2017 (16,13 kg CO<sub>2eq</sub>).

**Palabras clave.** Calentamiento global, ACV, huella ambiental, huella de carbono y huella hídrica.

<sup>26</sup> M.Sc. Ingeniería Ambiental. Docente del Instituto Universitario de la Paz UNIPAZ. omar.avila@unipaz.edu.co

<sup>27</sup> Estudiante de Ing. Ambiental y de Saneamiento. Instituto Universitario de la paz.yessica.martinez@unipaz.edu.co

## **Evaluación del programa de reposición de medidores y desviaciones en el consumo de agua potable y su incidencia en la variación de la demanda del recurso. Estudio de caso municipio de Fusagasugá**

Trujillo Chaparro Linda Luz,<sup>28</sup> Agualimpia Dualiby Yolima Del Carmen<sup>29</sup> y Castro Méndez Carlos Enrique<sup>30</sup>

En la evaluación de los programas de reposición de medidores y desviaciones significativas, se definió el impacto en la demanda de los usuarios del acueducto de los sectores residenciales, con el fin de disminuir las pérdidas de agua no contabilizada desde los errores de micro medición y la caracterización de las ineficiencias de los programas que adelanta la empresa prestadora del servicio.

En la reposición de medidores se estableció su comportamiento en la medición posterior y anterior al cambio del micro medidor y su impacto en las variables de marca, estrato y ubicación, respecto al consumo. Esto se realizó con el fin de establecer criterios que permitieron, a partir de análisis estadísticos, priorizar haciendo más eficaz el alcance actual. De igual modo en el programa de desviaciones significativas se verificaron las causales de la novedad y su incidencia, verificando el tratamiento llevado a cabo por parte de la empresa de acueducto a las novedades reportadas con el fin de definir criterios previos que permitan mejorar el proceso y la regulación de la demanda del recurso hídrico.

**Palabras clave.** Agua potable, desviación significativa, micro medición, pérdidas de agua y reposición de medidores.

---

<sup>28</sup> Candidata a magíster de la maestría en Ciencias Ambientales, Universidad de Cundinamarca. lindatrujillochapparro@gmail.com

<sup>29</sup> Doctor en Ciencias Técnicas (La Habana, Cuba), docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Grupos de investigación PROGASP y SERVIPÚBLICOS. yagualimpiadualiby@gmail.com y yagualimpia@udistrital.edu.co

<sup>30</sup> Candidato a doctor en Geografía, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Grupo de investigación PROGASP. cecastro77@gmail.com

## Alteraciones hidroclimáticas asociadas a los cultivos de uso ilícito y deforestación en la cuenca del río Guaviare

García Salazar Andrés Eduardo<sup>31</sup>, Varela Márquez Maura Alejandra<sup>32</sup> y Zamora David<sup>33</sup>

La falta de voluntad política para la implementación del acuerdo de paz entre las FARC y el gobierno Nacional de Colombia ha exacerbado el aprovechamiento extractivista ilegal de los recursos naturales dentro y en la zona de amortiguación de los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Estas dinámicas que con mayor fuerza ha surgido en el posconflicto se ven reflejadas en una mayor fragmentación y defaunación de los ecosistemas, aislando a los parques nacionales naturales, desconectándolos de su entorno y generando una amenaza latente para un corredor ecológico de importancia estratégica entre los Andes, la Orinoquía y la Amazonía colombiana. A pesar de que se han evidenciado los efectos sobre las coberturas naturales y sus ecosistemas derivados de las actividades extractivistas, aún no han sido evaluados sus efectos sobre los flujos hidroclimáticos. Este trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar los cambios en la evapotranspiración (ETR), la precipitación (P) y la escorrentía (R) anual de la cuenca del río Guaviare impulsados por cultivos de uso ilícito (i.e., coca) y la deforestación durante un periodo de estudio de 1986 a 2018. Con base en la información de las estaciones del IDEAM y productos derivados de información teledetectada de P del producto *CHIRPS*, evapotranspiración potencial del *Climatic Research Unit (CRU)* y deforestación del *Global Forest Change*, fue implementado un análisis basado en los límites de demanda y oferta hidroclimáticos de los postulados de Budyko. Como resultado se observó un incremento de 51,2 % en año 2018 en las áreas deforestadas después del acuerdo de paz, y en los cultivos de coca se observa una disminución del 45,7%. Como consecuencia la R superficial incrementó desde el año 2002 por la reducción de la interceptación y aumento en la ET con la reducción de cubierta vegetal, ya que la radiación solar puede aumentar en la superficie del suelo debido a la reducción del área foliar de la vegetación. Por otro lado, el incremento de áreas deforestadas puede atribuirse a las actividades antropogénicas y muestra una correlación directa con la ET real.

**Palabras clave.** Análisis espacial, conflicto armado, cultivos ilícitos, deforestación, hidroclimático.

<sup>31</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás. andres.garcias@usantotomas.edu.co

<sup>32</sup> Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás. mauravarela@usantotomas.edu.co

<sup>33</sup> Docente, I.C., M.Sc., Ph.D. (C), Universidad Santo Tomás-Bogotá, david.zamora@usantotomas.edu.co

## Las Pilitas: paisaje, agua y espacio natural en la barranca del río Grande de Santiago en Jalisco, México

Jalomo Aguirre Francisco<sup>34</sup> y Gaxiola Ruíz Antonela<sup>35</sup>

Este trabajo pretende poner en valor los elementos sociales, naturales y ecológico que representa un lugar de recreación ubicado en la barranca del río Grande de Santiago en Jalisco, México, donde el ser humano aprende dinámicas de interacción que ocurren cuando se ponen en convivencia: paisaje, agua y sociedad en un espacio natural como el antes enunciado.

Así, este avance de investigación basado en la recolección de datos a través de encuestas y entrevistas, muestra cómo dentro de un Área Natural Protegida, algunos habitantes del Área Metropolitana de Guadalajara conviven con uno de sus bordes naturales, la barranca del río Grande de Santiago, aprendiendo que el agua y los recursos naturales son parte de lo que nos rodea, son parte de nuestro medio ambiente.

**Palabras clave.** Agua, barranca del río Grande de Santiago, paisaje, espacio natural y Las Pilitas.

---

<sup>34</sup> Doctor en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad y Profesor Investigador de la Universidad de Guadalajara, jalomo19@hotmail.com

<sup>35</sup> Estudiante de la Licenciatura en Geografía del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Guadalajara, ruizgaxiola85@gmail.com

## **PÓSTER 1. Instrumentos económicos ambientales, tasa compensatoria por la utilización permanente de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá**

Maribel Pinilla Rivera<sup>36</sup>

La intervención antrópica en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBO) es un problema latente en un mosaico sociocultural (Peñuela, 2010), donde las herramientas disponibles para su protección y conservación son cada vez más difíciles de implementar. El propósito de esta investigación fue caracterizar la RFPBO mediante un diagnóstico socioeconómico y ambiental para determinar los impactos generados por su utilización. Para ello, se indagó el marco normativo sobre la ubicación geográfica y se revisaron las prácticas permitidas en el área, lo que permitió formular una línea base ambiental actualizada. Finalmente, se realizó un análisis de políticas públicas y una distinción sociocultural, para reafirmar la importancia del área. La metodología se fundamentó principalmente en la revisión bibliográfica y sistemática de estudios académicos realizados en la RFPBO, que contemplaron temáticas socio-ambientales. Uno de los resultados más significativos refleja la trascendencia legal, desde el accionar de entidades públicas, las comunidades y las personas naturales (Gómez, 2009). Por otra parte, la selección de información académica permitió agrupar temas cuyo análisis evidenció el poco éxito en la administración. El análisis de políticas públicas reafirmó el carácter infructuoso de las intervenciones, debido a la nula integración de la visión urbana con la necesidad de políticas coherentes con el contexto socio ambiental (Bohórquez, 2008; Guzmán, 2009). Como conclusión, se resalta un marco legal confuso, donde el proceder institucional encargado de conservar, imponer actos administrativos van en contravía con los actores involucrados, quienes han realizado persistentemente acciones en pro de la conservación de la reserva.

**Palabras clave.** Cerros Orientales, política pública y conflicto ambiental.

---

<sup>36</sup>Docente, investigadora y consultora, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mpinillar@udistrital.edu.co

## REFERENCIAS

- Bohórquez, I.A. (2011). Territorialidad nasa en Bogotá: apropiación, percepción y sentido de lugar. Cuadernos de geografía. *Revista Colombiana de Geografía*.  
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/30695>
- Gómez, I. D. (2009). Conflictos entre los derechos de la propiedad y el medio ambiente en los Cerros Orientales de Bogotá y la inseguridad jurídica. Recuperado en el 2015, de Dialnet: [dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5137212.pdf](http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5137212.pdf)
- Guzmán, F. E. (2009). A propósito de los Cerros Orientales: ¿existe un umbral de las cargas públicas que no sea daño especial? Consultado en el 2015. *Revista Digital de Derecho Administrativo*:  
<http://revistas.uexternado.edu.co/index.php/Deradm/article/view/2584/2224>
- Peñuela, M. (2010). Estrategias para la permanencia de los pobladores, en las veredas del Verjón ¿una forma ‘espontanea’ de ordenar el territorio? Cuadernos de vivienda y urbanismo, 3(5).

## PÓSTER 2. Valoración económica ambiental mediante experimentos de elección: una recopilación de investigaciones recientes

Lizeth Dayana Pulido Dávila<sup>37</sup> y Maribel Pinilla Rivera<sup>38</sup>

El humedal El Burro presenta problemas como la perturbación de sus condiciones naturales por el vertimiento de aguas residuales desde conexiones erradas (Alcaldía local de Kennedy, 2017) y la presencia de elementos de infraestructura (Cruz, Motta y García, 2017), entre otros, que gradualmente disminuyen la calidad de sus servicios ecosistémicos. Este trabajo, identifica y describe la ubicación y características del humedal El Burro a partir de información primaria y secundaria, presenta la literatura de investigación consultada en torno a la aplicación del método experimentos de elección en diferentes ecosistemas en el ámbito nacional e internacional, cuyo análisis pueda contribuir en la valoración económica de los servicios ecosistémicos del humedal El Burro, como una herramienta que favorezca su restauración y conservación. El análisis de los informes de gestión refleja la insuficiente gestión sobre el recurso hídrico como principal aspecto de degradación del humedal (Calvachi, 2016); en cuanto al método experimentos de elección, se evidencia una menor aplicación en Colombia frente a otros métodos de valoración económica, debido a su reciente aplicación en temas ambientales, entre los beneficios de este método se destaca su utilidad para priorizar la asignación de presupuesto en programas acordes con el contexto socioambiental, al establecer las preferencias entre los atributos ambientales de un servicio ecosistémico, como la elección entre disponibilidad de agua para riego o para uso doméstico (Farreras y Lauro, 2016). Por consiguiente, valorar económicamente los servicios ecosistémicos del humedal El Burro a partir de este método supone una oportunidad para diseñar estrategias de conservación acorde con las preferencias de la población.

**Palabras clave.** Experimentos de elección, humedal El Burro, servicios ecosistémicos y valoración económica ambiental.

<sup>37</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero CEA, Universidad Distrital, [ldpulidod@correo.udistrital.edu.co](mailto:ldpulidod@correo.udistrital.edu.co)

<sup>38</sup> Docente, investigadora y consultora, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, [mpinillar@udistrital.edu.co](mailto:mpinillar@udistrital.edu.co)

## REFERENCIAS

- Alcaldía local de Kennedy. (2017). Plan Ambiental Local de Kennedy. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Cruz, D., Motta, J. y García, C. A. (2017). Estimation of area loss of Bogota's Wetlands in the last five decades due construction and respective effects. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5345/1/Cru>
- Calvachi, B. (2016). Humedales de Kennedy “dinámica social, ambiental y urbana”. Bogotá: Fundación Humedales Bogotá. Consultado el 6 de agosto de 2020. <https://humedalesbogota.com/libro-los-humedales-de-kennedy-dinamica-social-ambiental-y-urbana/>
- Farreras, V. y Lauro, C. (2016). Valoración económica de los efectos de la contaminación por vertido de residuos sólidos urbanos. El caso del aglomerado urbano del Gran Mendoza. *Gestión y Ambiente*. 2, 211-227. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/ga.v19n2.54755>

### **PÓSTER 3. Viabilidad técnica, económica y ambiental para un proyecto de ecoturismo en la Calera, Cundinamarca**

Juliana Zambrano Duque<sup>39</sup> Docente asesor: Carlos Díaz Rodríguez

Este estudio busca dar viabilidad técnica, económica y ambiental para un proyecto de ecoturismo para el alojamiento de visitantes como también la visita a los atractivos turísticos del municipio de La Calera. La idea de estudio parte de la oportunidad de hacer investigación por los vacíos que existen en materia de ecoturismo evidenciados en un estudio de mercado realizado en el año 2010 en el municipio (Unidad de Desarrollo Empresarial y Turístico, 2010). Los métodos utilizados para el cumplimiento de cada objetivo fueron: zonificación de atractivos ecoturísticos de la guía metodológica para negocios de ecoturismo del Instituto Von Humboldt y la Universidad Externado de Colombia (Duque y Ochoa, 2008); matriz de aspectos e impactos ambientales y la ecuación de importancia (Conesa, 2011). Los resultados parciales son la zonificación de los atractivos ecoturísticos donde se identificaron 7 atractivos ecoturísticos correspondientes a La Peña de Tunjaque, cascadas, parapente, recorrido cultural y el PNN Chingaza (Alcaldía Municipal de La Calera, 2020). La zonificación ambiental donde se encontraron zonas de importancia tales como el Río Teusacá, afluente del río, bosque de galería, cultivos, población humana y la Peña de Tunjaque, y se superpuso la infraestructura actual con la futura para encontrar posibles conflictos; por último, en la identificación de los impactos se encontraron 14 de los cuales se destacan 2 críticos correspondientes a disminución de la calidad del aire y disminución de la calidad del agua, a los que se les intenta dar solución con planes como programas de gestión integral y de manejo de emisiones y/o vertimientos.

**Palabras clave.** Turismo sostenible, atractivos ecoturísticos, zonificación ambiental e impactos ambientales.

#### **REFERENCIAS**

Duque, I. y Ochoa, F. (2008) Guía para la elaboración de un plan de negocios en ecoturismo. Universidad Externado de Colombia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

---

<sup>39</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero AMBIENTE ÉTICO Y ESTRATÉGICO, Universidad Distrital, [jzambranod@correo.udistrital.edu.co](mailto:jzambranod@correo.udistrital.edu.co)

- Conesa, V. (2011). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 4ª Ed. Multiprensa: Madrid, México.
- Unidad de Desarrollo Empresarial y Turístico. (2010). Plan de Desarrollo Turístico La Calera 2010-2020. Alcaldía Municipal de La Calera “Construyendo Confianza”.
- Alcaldía Municipal de La Calera, Cundinamarca. (2020). Sitios de interés. Consultado el 28 de julio de 2020. <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Sitios-de-Interes.aspx>

## **LÍNEA TEMÁTICA 2. El agua como elemento estratégico para el desarrollo territorial**

Dentro de esta línea se recopilaron avances investigativos relacionados con el manejo estratégico del agua, con su papel protagónico dentro de la naturaleza, sin dejar de lado el análisis resiliente que en este sentido podría intervenir en las decisiones que se tomen considerando el respeto por la interculturalidad.

Muchos resultados de investigaciones por dar a conocer para que puedan ser aplicados por los diferentes sectores sociales. Lógicamente, dentro de la dinámica del conocimiento es necesario estar atentos a las posibles modificaciones de las propuestas que aquí se presentan ya que el conocimiento puede ser mejorado atendiendo a una revisión continua y un análisis crítico de lo aquí planteado y que lleven a la definición de actividades socio económicas que conduzcan hacia el desarrollo comunitario.

## Similitud hidrológica de cuencas tropicales

Carrillo Soto Gustavo Adolfo<sup>40</sup>, Oviedo Sanabria Carlos Humberto<sup>41</sup>

La similitud hidrológica entre cuencas constituye un tema de interés en cuanto permite abordar la clasificación de cuencas, aportando ideas sobre los procesos hidrológicos dominantes que caracterizan dicha respuesta hidrológica, o de igual forma, aporta al análisis de cuencas no-instrumentadas vía transposición de modelos calibrados entre cuencas hidrológicamente “similares”.

Estudios de similitud hidrológica se han realizado en Estados Unidos y algunas regiones de Europa, sin embargo, son muy escasos los trabajos realizados en cuencas tropicales que permitan identificar su comportamiento y contrastarlo con los hallazgos de cuencas en latitudes superiores.

En el presente estudio se implementa la identificación de la respuesta hidrológica de una cuenca mediante cinco firmas hidrológicas correspondientes al Coeficiente de Escorrentía, la Pendiente de la Curva de Duración de Caudales, la Elasticidad Caudal-Precipitación, el Índice de Flujo Base, y la Densidad de Ramas Ascendentes en el Hidrograma. Estas firmas fueron evaluadas en más de 50 cuencas ubicadas en la región andina colombiana cubriendo diferentes departamentos desde el Cauca (suroeste colombiano) hasta el Norte de Santander (noreste colombiano). Las condiciones de similitud fueron evaluadas para cada firma mediante el algoritmo de Partición Alrededor de Medoids (k-medoids), y considerando las firmas de forma simultánea mediante la técnica de Árboles de Clasificación y Regresión (CART).

Resultados iniciales permiten establecer entre tres y cuatro grupos según la firma hidrológica considerada, donde no siempre los grupos permanecen con los mismos elementos. El modelo CART identifica la pendiente de la curva de duración de caudales como la firma que mejor diferencia la respuesta hidrológica entre las cuencas consideradas. Es interesante notar que no siempre la proximidad espacial (geográfica) resulta el mejor predictor para la similitud hidrológica.

**Palabras clave.** Clasificación, Cuencas, Hidrológica, Similitud y tropicales.

---

<sup>40</sup> Ing Civil - MSc Rec. Hídricos - PhD Hidrología, Universidad Francisco de Paula Santander, gustavocarrillo@ufps.edu.co

<sup>41</sup> Ing. Ambiental – Esp. Sistemas de Información Geográfica, Universidad Francisco de Paula Santander, carloshumbertoos@ufps.edu.co

## Implementación de sistemas de información geográfica (SIG), como herramientas para la definición de zonas especiales de contaminación hídrica

Arango Arteaga Luis David<sup>42</sup>, Saldarriaga Molina Julio César<sup>43</sup>, Correa Ochoa Mauricio Andrés<sup>44</sup>

La creciente densificación urbana en muchas ciudades del mundo y en este caso particular, del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ha originado múltiples fenómenos antrópicos que inducen entre otros, a deterioros en las condiciones ambientales. En este sentido, cambios morfológicos y alteraciones en diferentes ecosistemas naturales, tal como ocurre con las cuencas hidrográficas, son el claro reflejo de este crecimiento acelerado que se da como producto del aumento en la poblacional. Con base en lo anterior, el estudio empleó el uso de la herramienta SIG ArcGis 10.4, en la evaluación de las descargas provenientes de diferentes actividades reportadas para una cuenca del Valle de Aburrá, con vertimientos industriales, residenciales y rurales, con condiciones especiales (volumen y calidad del vertido), donde una información clave del operador, permitió consolidar y construir mapas geoespaciales de isoconcentración, para la posterior definición de zonas especiales. El proyecto contó con información del prestador del servicio y tras aplicar procesos de integración y análisis estadístico y geográfico, logró definir y construir dichos mapas y clasificar las zonas.

El estudio servirá como herramienta relevante para la determinación de zonas especiales relacionadas con el agua residual al interior de las cuencas y definir a partir de esta, una línea base sobre la dinámica de los vertimientos transportados por la red de alcantarillado, y se podrá asociar con los tipos de agua residual presente en las redes y clasificarlas de acuerdo con la normatividad ambiental vigente (ARD o ARnD).

**Palabras clave.** Agua residual, calidad y Sistema de Información geográfica (SIG).

---

<sup>42</sup> Ingeniero Sanitario, Especialista en Interventoría de Obras Civiles y Edificaciones, Especialista en Gerencia Integral. Profesional operaciones negocios, Unidad Gestión de la Información Agua y Saneamiento - EPM, Medellín. (Luis.Arango.Arteaga@epm.com.co)

<sup>43</sup> Ingeniero sanitario, MSc y Doctor en Ingeniería. Profesor Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería - UdeA. (julio.saldarriaga@udea.edu.co)

<sup>44</sup> Ingeniero sanitario, MSc y Candidato a Doctor. Profesor Escuela Ambiental, Facultad de Ingeniería - UdeA. (mandres.correa@udea.edu.co)

## Capacidad de uso de las tierras, insumo básico para el Ordenamiento ambiental y productivo: caso de estudio, cuenca hidrográfica del río Amoyá, Chaparral, Tolima

Leiva Gutiérrez Nancy<sup>45</sup>, Elizalde Muñoz José Elías<sup>46</sup> y Cortes Delgadillo Diego Leonardo<sup>47</sup>

Desde el año 1973 se realizan estudios y levantamientos de suelos en Colombia con el objeto de, delimitar y cuantificar las clases de suelos asociados a la relación suelo-paisaje y demás factores formadores del suelo. El exitoso ordenamiento y planificación de cualquier región dependen, estrechamente, de la cantidad y calidad de la información disponible. En procura de que esta información sea cada vez más detallada, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), a través de la Subdirección de Agrología, y La Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA), convinieron realizar el levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca hidrográfica del río Amoyá, ubicada en el municipio de Chaparral, departamento de Tolima, para definir la capacidad de uso de sus tierras, línea base e instrumento para apoyar el ordenamiento y planificación territorial. El levantamiento de suelos y clasificación agroológica de las tierras se elaboró siguiendo los parámetros definidos en las metodologías vigentes del IGAC. Se encontró que, a partir de las características y limitaciones permanentes de las tierras, el 39,1% del área de la cuenca debe destinarse a actividades de preservación y conservación de los recursos naturales, de esta manera se promueve el servicio ecosistémico natural del suelo de regular la oferta hídrica para diferentes usos productivos.

**Palabras claves.** Suelos, capacidad de uso y recurso hídrico.

---

<sup>45</sup> Ing. Agrícola, Ms. Subdirección de AGROLOGIA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [nleiva@igac.gov.co](mailto:nleiva@igac.gov.co)

<sup>46</sup> Ing. Agrónomo. Subdirección de AGROLOGÍA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [Jose.elizalde@igac.gov.co](mailto:Jose.elizalde@igac.gov.co)

<sup>47</sup> Ing. Agrícola, Ms. Subdirección de AGROLOGIA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [diegol.cortes@igac.gov.co](mailto:diegol.cortes@igac.gov.co)

## Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua de la quebrada Las Delicias, cerros orientales de Bogotá

Gracia Rojas Jeniffer Paola<sup>48</sup>, Acevedo Pabón Paola Andrea<sup>49</sup>, Cabeza Rojas Iván Orlando<sup>50</sup>

Los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos de los cuerpos lóticos son indicadores de la calidad del recurso hídrico. La microcuenca Las Delicias, ha sido impactada negativamente por diferentes actividades que han alterado la calidad del agua, sin embargo, en los últimos años se sometió a un plan de recuperación hídrica, un programa de restauración ecológica y actualmente es catalogada como una de las zonas de patrimonio cultural y objeto de conservación. Este estudio evaluó las características fisicoquímicas, hidrobiológicas y microbiológicas de la quebrada a lo largo de recorrido y en diferentes periodos climáticos para evaluar la calidad hídrica.

La metodología del estudio se basó en 1. Recolección y análisis de la información base, 2. Formulación del plan de muestreo, 3. Determinación de los parámetros a medir, 4. Muestreo en campo, 5. Realización de pruebas de Laboratorio, 6. Análisis de Datos. Se evaluaron índice de Calidad del Agua – ICA e índices de contaminación ICOs. El índice ICA determinó que el punto de muestreo más contaminado es el tercero (0.465 lluvia y 0.427 seco), en cuanto a los índices ICOs, los puntos de muestreo más contaminados son el tercero y cuarto (Mineralización-ICOMI 0,57; Sólidos suspendidos-ICOSUS 0,28; Trófia-ICOTRO 0.04). La calidad del agua de la cuenca alta está determinada especialmente por parámetros hidrobiológicos, indicando un buen estado limnológico de sus aguas; el cuarto punto de monitoreo presenta una disminución de los parámetros relacionados con materia orgánica, explicado por el aumento del caudal. En la época de lluvias, las medidas relacionadas con las poblaciones de diatomeas como el índice de polución se reflejan mayormente en la calidad del agua de la cuenca alta y media de la quebrada; en la época seca, la variación de la calidad del agua para el último punto de muestreo es explicada en suma por parámetros fisicoquímicos y microorganismos patógenos.

**Palabras clave.** Índices de calidad del agua, parámetros fisicoquímicos, hidrobiológicos y microbiológicos, limnología y quebrada Las Delicias.

<sup>48</sup> Docente Asistente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jprgraciar@correo.udistrital.edu.co

<sup>49</sup> Docente, Universidad Cooperativa de Colombia, paola.acevedo@ucc.edu.co

<sup>50</sup> Docente, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, icabeza@poligran.edu.co

## **Diseño experimental para la cuantificación de biomasa aérea a partir de ecuaciones alométricas en ecosistemas de bosque muy seco tropical sometidos a baja intervención antrópica**

Acevedo López Diego Antonio<sup>51</sup>, Ortega Contreras Judith Yamile<sup>52</sup>.

El bosque muy seco tropical está determinado por un concepto climático donde la biodiversidad característica está relacionada con aquellas áreas geográficas de baja humedad y precipitación, por ello, solicitan atenciones con interés científico en la dendrometría y dinámicas de la vegetación, por sus servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, la disponibilidad y calidad de agua, nutrientes, secuestro de carbono, entre otros. El proyecto de investigación tuvo como objetivo establecer una metodología experimental para la cuantificación de biomasa aérea a partir de ecuaciones alométricas en ecosistemas de bosque muy seco tropical, sometidos a baja intervención antrópica. Se inició evaluando registros de información secundaria de referentes teóricos y metodológicos asociados a los modelos de estimación de biomasa aérea en ecosistemas de bosque muy seco tropical, obteniendo todo un análisis cualitativo; el diseño del experimento se realizó en bloques aleatorios, definiendo como tratamiento ecuaciones alométricas propuestas en literatura nacional e internacional para la cuantificación de biomasa aérea, posteriormente se define la extensión y número de parcelas de muestreo, mediante la prueba paramétrica de Análisis de Varianza (ANOVA) y finalmente, por criterios de bondad de ajuste o estadígrafos se verifica la ecuación alométrica. Los resultados son insumo para la toma de decisiones sobre la delimitación espacial de áreas de protección y conservación de rondas hídricas, descritas por ejemplo en las determinantes ambientales, para incorporarse en el componente ecosistémico de planes de ordenamiento territorial y en planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas.

**Palabras clave.** Biomasa aérea, bosque muy seco tropical, estructura, cambio climático y ecuación alométrica.

---

<sup>51</sup> Estudiante Ingeniería Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, diegoantonioal@ufps.edu.co

<sup>52</sup> M.Sc Ingeniería Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, Judithyamileoc@ufps.edu.co

## Alternativas para el manejo eco-eficiente del recurso hídrico en una vivienda de interés social

Ussa Garzón Jaime Eddy<sup>53</sup>, Osorio Sánchez Juan David Sebastián<sup>54</sup> y Anzola Osorio Francisco Javier<sup>55</sup>

En la actualidad, existe una alta inequidad sistemática de acceso al agua entre y dentro de los países, en algunos, existe un panorama de desperdicio y otros presentan alto estrés hídrico. En respuesta, esta investigación desarrolló una respuesta innovadora en un diseño de los sistemas de abastecimiento, distribución y recirculación de agua (SADRA) en un modelo de vivienda de interés social sostenible (VISS) propuesto por los investigadores, a partir de la evaluación tecnológica (ET) teniendo en cuenta principios de eficiencia espacial, ambiental y económica en el costo del servicio público de acueducto y de producción para los constructores, confort del usuario, optimización del uso del recurso y sus fuentes de abastecimiento. Para lograrlo, se diagnosticó la disponibilidad del recurso hídrico pluvial de Bogotá; se plantearon las opciones tecnológicas para el ahorro de agua en edificaciones residenciales nuevas; se evaluó su viabilidad y se estimaron sus dimensiones. Dentro de lo obtenido, se logró proyectar el ahorro de 110,03L/día o el 40% del consumo de cada unidad habitacional (UH) propuesta en el modelo de VISS y de 522.200L/mes en las labores de lavado y riego de zonas comunes; se encontró que, de implementar este modelo, se llegaría a un ahorro de agua de 2.210.000.000L/mes en el área de expansión urbana de Bogotá.

**Palabras clave.** Ahorro de agua, evaluación tecnológica, tecnologías apropiadas, construcción sostenible, vivienda urbana, Vivienda de Interés Social, SCAPT, sistemas de recirculación de agua, consumo de agua y accesibilidad al recurso hídrico.

---

<sup>53</sup> Magíster en Desarrollo Rural, Profesor asistente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia. jeussag@udistrital.edu.co

<sup>54</sup> Ingeniero Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia. jdosorios@correo.udistrital.edu.co

<sup>55</sup> Ingeniero Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia. fjanzolao@correo.udistrital.edu.co

## **PÓSTER 4. Semilleros de investigación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con enfoque ambiental y del agua: un análisis exploratorio descriptivo**

Bibiana Alexandra Cárdenas Salgado<sup>56</sup>, Laura Marcela Alarcón Arias<sup>57</sup>, Fabiola Cárdenas Torres<sup>58</sup>

Investigar es esencial, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, buscando la articulación entre la academia y la investigación, cuenta actualmente con 289 semilleros, en los que interactúan estudiantes y docentes, los temas de investigación de sus proyectos surgen de los intereses de los participantes y de las necesidades del desarrollo científico y tecnológico (Suárez *et al*, 2013; Quintero *et al*, 2008). Para conocer los semilleros de enfoque ambiental y del agua en la Universidad, el tipo de análisis que se realizó fue exploratorio descriptivo. Dentro de los resultados, se puede identificar que la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales cuenta con 21 semilleros en el área ambiental, dos dirigidos específicamente al tema de aguas, el semillero Aguas y Territorio (AGUAYTER) y el Hidrológico de Investigación Forestal (SHIF), que estudia la regulación del ciclo hidrológico. Además, la Universidad cuenta con semilleros enfocados en el área ambiental en la Facultad de Ciencias y Educación con 7 semilleros, ninguno en el tema de agua. De forma general, los semilleros ambientales tienen enfoque en biología, ecología, educación, economía, producción y saneamiento y, algunos de estos, tratan el tema del agua de forma transversal (CIDC, 2020; RITA, 2020); los semilleros de enfoque ambiental en la Universidad representan el 9.7% del total. Resulta importante fortalecer los semilleros relacionados con el agua y su trabajo interdisciplinario, para que potencialicen las investigaciones sobre este recurso, garanticen su manejo sostenible y se cuente con profesionales de calidad, que busquen el avance de la ciencia y la tecnología, con responsabilidad moral y ética.

**Palabras claves.** Formación, semilleros de investigación, ambiente y agua.

---

<sup>56</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, biacardenass@correo.udistrital.edu.co

<sup>57</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, lmalarcona@correo.udistrital.edu.co

<sup>58</sup> Docente e investigadora. Tutora semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, lfcardenast@udistrital.edu.co

## REFERENCIAS

- Suárez, Y., Ceballos, G. y Obispo, K. (2013). Semilleros de investigación en una muestra de estudiantes universitarios de Santa Marta (Colombia). *Psicogente*. 16(30):379-390.
- Quintero, J.; Munévar, R.A. y Munévar, F.I. (2008). Semilleros de investigación: una estrategia para la formación de investigadores. *Investigación pedagógica*. 11(1):31-42.
- Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico (CIDC). Base de datos. Consultado el 1 de mayo de 2020, de CIDC: <http://cidc.udistrital.edu.co/web/index.php/sistemas-de-investigacion/semilleros-de-investigacion>
- Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada (RITA). Base de datos. Consultado el 13 de mayo de 2020, de RITA: <https://rita.udistrital.edu.co/index.php/apoyo-a-la-investigacion>

## PÓSTER 5. Evaluación ambiental a partir de la calidad del agua en el humedal La Conejera, de la ciudad de Bogotá

Esteban Molina Valero<sup>59</sup>, Ingrid Melisa Pérez Rodríguez<sup>60</sup>

El Humedal la Conejera es alimentado por la quebrada La Salitrosa, también de aguas subterráneas, vertimientos de aguas residuales domésticas y de las conexiones erradas que ingresan al humedal por el sistema pluvial que afectan la calidad del agua (SDA, 2020). La investigación buscaba establecer un diagnóstico ambiental mediante herramientas de fácil aplicabilidad, para evaluar las condiciones del lugar de estudio, los cambios en la calidad del agua, los impactos ambientales ocasionados y generar algunas estrategias de resolución de los problemas identificados, buscando la conservación y el uso de este ecosistema (Márquez y Barrero, 2016). La metodología se basó en la recolección de información secundaria histórica de calidad del agua y gestión ambiental en el humedal, seguido del análisis, la construcción del diagnóstico y formulación de estrategias de mejora, usando especialmente como referencia el documento de Hernández (2015) sobre indicadores ambientales del humedal y el diagnóstico realizado por Márquez y Barreros (2016). Se pudo observar que, la principal afectación en la conservación del humedal son las intervenciones negativas humanas sectorizadas, ya que la urbanización y el mal uso que se le da al espacio provoca contaminación en mayor proporción de residuos sólidos y líquidos; además, hay incidencia de las actividades en la eutrofización del cuerpo de agua. Finalmente, se puede establecer que el crecimiento poblacional es un factor incidente en los impactos ambientales generados y la implementación de estas herramientas de diagnóstico simples, son de gran importancia para el reconocimiento de problemáticas y toma de decisiones (Cossio y Puerto, 2016).

**Palabras clave.** Calidad del agua, diagnóstico ambiental, ecosistema, humedal y gestión ambiental.

---

<sup>59</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, emolinav@correo.udistrital.edu.co

<sup>60</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, inmperezr@correo.udistrital.edu.co

## REFERENCIAS

- Cossio, D. V. y Puerto, F. (2016). Observatorio local socio ambiental como herramienta de seguimiento y control de la localidad de Suba. Universidad Libre, Ingeniería ambiental. Tesis de grado. Bogotá D.C.
- Hernández, S. (2015). Indicadores de calidad ambiental de humedales. Universidad Católica de Manizales, Ingeniería ambiental. Tesis de grado. Manizales
- Márquez, A. y Barreros, M. I. (2016). Evaluación de la Calidad del Agua en el Humedal La Conejera, Localidad 11 de Suba. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tesis de grado. Bogotá D.C.
- Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). (2020). Informe Semestral II Parque Ecológico Distrital la Conejera. Subdirección de ecosistemas y ruralidad. Bogotá D.C. Consultado el 2 de marzo de 2020. <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/cerro-la-conejera>

## PÓSTER 6. Beneficios de la producción más limpia en el restaurante Gran Feria del Pollo JAB en Bogotá

Daniel Felipe Camacho Siza<sup>61</sup>, Claudia Milena Pulido Álvarez<sup>62</sup>

El presente estudio de caso, pretende identificar las oportunidades y beneficios económico-ambientales que pueden presentarse en los asaderos de Bogotá los cuales se ajusten a características como: capacidad de producción de aproximadamente 90 platos y 60 bebidas diarias, bienes de consumo variados, e infraestructura de 11m<sup>2</sup>, que están asociados al establecimiento "La Gran Feria del Pollo J.A.B" ubicado en la localidad de Bosa. Esta iniciativa tiene en cuenta el aumento progresivo del sector de asaderos, según la consultora Euromonitor (Revista Dinero, 2018); además, el DANE muestra que este aumento mantiene una estrecha relación con el consumo de alimentos fuera de casa por parte de los capitalinos (DANE, 2018). Desde el marco de la PML (Producción Más Limpia,) y tomando como base el asadero propiamente dicho, se plantean alternativas de mejora a través de herramientas como: ecobalances, ecomapas, listas de chequeo, matriz MED (Materiales, Métodos y Desechos) entre otras (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015). Entre los análisis obtenidos se resaltan los relacionados con los procesos productivos del establecimiento, de estos pueden plantearse que los costos de ineficiencia de materia prima al mes son de 178.568 COP cifra equivalente a 53,56kg de materia prima no aprovechada, los costos relacionados con mano de obra son de 328.560 COP/mes; totalizando los costos de ineficiencia, se evidencia una oportunidad de aumentar las utilidades en 509.100 COP mensuales o la posibilidad de destinarse este valor a procesos de mejora continua, que favorezcan el fortalecimiento de las áreas operativas del lugar (Secretaría de Ambiente, 2020).

**Palabras clave.** Producción más limpia, costos de ineficiencia, aprovechamiento y alternativas.

### REFERENCIAS

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Producción más limpia en la industria. Bogotá D.C: Consultado el 1 de agosto de 2020. [www.ambientebogota.gov.co](http://www.ambientebogota.gov.co)

<sup>61</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, [dfcamachos@correo.udistrital.edu.co](mailto:dfcamachos@correo.udistrital.edu.co)

<sup>62</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, [cmpulidoa@correo.udistrital.edu.co](mailto:cmpulidoa@correo.udistrital.edu.co)

- Revista Dinero. (2018). El negocio de la comida se reinventa en Colombia tras un mal 2017. Consultado el 6 de agosto de 2020. <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/como-van-los-restaurantes-en-colombia-2018/255322>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). AND- Acceso a Metadatos y Microdatos anonimizados. Consultado el 30 de mayo de 2019, de <https://sitios.dane.gov.co/anda-index/>
- Secretaría de Ambiente. (2020). Producción Más Limpia IPS. Consultado el 4 de marzo de 2020. <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988006/capitulo+1.+Importancia+de+la+Producci%C3%B3n+mas+limpia+en+IPS.pdf>

### **LÍNEA TEMÁTICA 3. Tecnologías apropiadas en el tratamiento del agua**

En este aparte del documento se presentan resultados de investigaciones referentes a tecnologías apropiadas en el tratamiento de agua para consumo humano, mejorando su calidad, desde las fuentes de abastecimiento ubicadas en diferentes partes del territorio colombiano.

De igual forma, se abordan temas relacionados con la evaluación de elementos que facilitarían los procesos de recolección, transporte y disposición final del agua residual, previo tratamiento de esta. Conocimiento de indudable importancia ya que está directamente relacionado con la salubridad, el saneamiento básico, la disminución de la morbilidad y la mortalidad de las personas, al igual que con el mejoramiento de la calidad de vida de estas.

## Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores en la cuenca alta del río Negro (Bosque Galilea, 2019)

Caballero Roldan Laura Camila,<sup>63</sup> Jack Fran García Pérez,<sup>64</sup> Moreno Ocampo Paola Andrea,<sup>65</sup> Quimbayo Cardona Miguel Ángel<sup>66</sup> y María Alejandra Saavedra Calderón,<sup>67</sup>

A continuación se describe la investigación realizada en el último relicto de bosque de niebla del departamento del Tolima, la cual tuvo como objetivo identificar el estado actual de su principal fuente mediante diferentes metodologías otorgando un aporte significativo a la ruta declaratoria de área protegida en la que se encontraba en ese momento este importante ecosistema. Se realizaron dos visitas a tres tramos de la Cuenca alta del Río Negro, donde se tomaron las respectivas muestras, para esto se establecieron dos fechas de muestreo de acuerdo al comportamiento de las precipitaciones anuales. Se aplicaron tres metodologías la primera a través del análisis de los 7 parámetros físicoquímicos y microbiológicos a nivel de laboratorio, la segunda consistió en la colecta de macroinvertebrados acuáticos y posteriormente el desarrollo del método de Bioindicación (BMWP´COL) y los Índices ecológicos, identificando las familias de acuerdo a la guía (Roldán, 2003), seguidamente se asignaron los puntajes correspondientes. Como resultado se encontró calidad del agua aceptable o moderadamente contaminada, con presencia de e-colie en todos los puntos de muestreo lo que nos indica que el agua no es apta para el consumo humano, además se evidenció la variación de la calidad del agua a través del tiempo permitiendo inferir sobre las tendencias de deterioro o recuperación del río en donde están localizadas estas estaciones, adicional a esto se determinaron características de especial interés para la fuente como lo es su concentración de hidrogeniones con un particular pH alrededor de 5.

**Palabras clave.** Bosque de Niebla, Calidad del agua, Diversidad ecológica, Ecosistema y Macroinvertebrados.

<sup>63</sup> Ingeniera Ambiental Egresada, Universidad de Cundinamarca, laurakmila9704@hotmail.com

<sup>64</sup> Docente, Msc, Ciencias Biológicas, Universidad de Cundinamarca, jackdroun@gmail.com

<sup>65</sup> Ph D, Planificación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas, Universidad del Tolima, paoandreamoreno@gmail.com

<sup>66</sup> Ingeniera Ambiental Egresada, Universidad de Cundinamarca, aleja610@gmail.com

<sup>67</sup> D, Ciencias, Conservación de Ecosistemas Forestales, Universidad de sao Paulo, Brasil, miguelq@ut.edu.br

## Evaluación del almidón de yuca *Manihot esculenta* Crantz como coagulante natural alternativo para el proceso de clarificación del agua de la quebrada El Zarzal en el municipio de Barrancabermeja

Cano Tejada, Juan Fernando<sup>68</sup>, Manco Sánchez Alexis Marcela<sup>69</sup> y Salamanca Díaz Yuly Paola<sup>70</sup>

Esta investigación, evaluó el uso de almidón extraído de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como coagulante natural, buscando una alternativa que permita reducir la aplicación de productos químicos, minimizando el impacto ambiental y económico del proceso de potabilización. Se recolectó y procesó la materia prima para la obtención del almidón, el producto fue caracterizado determinando variables como densidad, temperatura de gelatinización, índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento y contenido de materia seca. Se realizó la simulación del proceso coagulación-floculación y sedimentación (Jar-Test NTC 3903), con soluciones al 1, 2 y 5 % p/v, efectuando caracterización fisicoquímica en agua cruda y sobrenadante, se determinó índice de Willcomb, dosis óptima de coagulante y se comparó su efectividad de remoción de color en relación al sulfato de aluminio, cloruro férrico y policloruro de aluminio. La materia prima presentó un rendimiento del 23% y durante el desarrollo de la investigación se obtuvo un almidón de buena calidad, los resultados de las caracterizaciones indicaron que sus propiedades se encontraban dentro de los valores de referencia. Finalmente se concluyó que la solución de coagulante natural presentó una baja tasa de desestabilización de partículas coloidales, sin embargo, al utilizar el almidón como coadyuvante del policloruro de aluminio se alcanzó una remoción de color del 86% con una dosis óptima de 66,7 mg/L.

**Palabras clave.** Coagulación, coloides, potabilización y prueba de jarras.

---

<sup>68</sup> Docente, Instituto Universitario de la Paz, [juan.cano@unipaz.edu.co](mailto:juan.cano@unipaz.edu.co)

<sup>69</sup> Ingeniera Ambiental y de Saneamiento, UNIPAZ, [alexismarcelamanco@hotmail.com](mailto:alexismarcelamanco@hotmail.com)

<sup>70</sup> Ingeniera Ambiental y de Saneamiento, UNIPAZ, [yulyvoley@hotmail.com](mailto:yulyvoley@hotmail.com)

## Evaluación de la presencia de *Cryptosporidium* y *Giardia* en aguas tratadas de zonas rurales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Escobar Tovar Catalina<sup>71</sup>, Becerra Agudelo Evelyn<sup>72</sup>, Torres Hernández Maicol Stiven<sup>73</sup>, Hincapié Mejía Gina<sup>74</sup>, Peñuela Mesa Gustavo Antonio<sup>75</sup>.

Se evaluó la variación de la presencia de *Cryptosporidium* y *Giardia* durante monitoreos mensuales en aguas tratadas de las zonas rurales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Se tomaron 120 muestras de aguas tratadas en 20 acueductos rurales (seis por acueducto) ubicados en los 10 municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (dos acueductos por municipio), durante junio de 2019 y enero de 2020. Estas muestras fueron procesadas por medio de la técnica filtración-elusión-inmunoconcentración-tinción, de acuerdo con lo establecido en la EPA 1623.1.

Al analizar los sitios de muestreo, se encontró que el estado de los acueductos es medio, debido a que en estos se implementan solo entre 3-4 de los procesos de tratamiento de aguas. Así mismo, se identificó en cinco de los acueductos muestreados (25% del total) presencia de *Cryptosporidium* sp., en cuatro de estos se obtuvieron resultados positivos en una de las seis muestras realizadas, mientras que en el restante se evidenció presencia de *Cryptosporidium* sp. en cinco de las seis muestras tomadas.

Por otra parte, también se pudo encontrar en seis de los acueductos muestreados (30% del total) presencia de *Giardia* spp., en dos de estos se obtuvieron resultados positivos en una de las seis muestras realizadas, en tres acueductos presencia de este quiste en dos de las seis muestras, y en el restante en tres de las seis muestras tomadas.

**Palabras clave.** Acueductos veredales, aguas tratadas, *Cryptosporidium*, *Giardia* e inmunoconcentración.

<sup>71</sup> Estudiante de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad de Antioquia, catalina.escobart@udea.edu.co

<sup>72</sup> Estudiante de pregrado Ingeniería Ambiental, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, evelyneba2301@hotmail.com

<sup>73</sup> Estudiante de pregrado Ingeniería Ambiental, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, torresmaicol66@gmail.com

<sup>74</sup> Doctora en Ingeniería, profesora Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, gina.hincapie@colmayor.edu.co

<sup>75</sup> Doctor en Química Ambiental, profesor Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, gustavo.penuela@udea.edu.co

## Eliminación de *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* de agua cruda y tratada en áreas rurales del AMVA a través de procesos de oxidación avanzados

Becerra Agudelo Evelyn<sup>76</sup>, Torres Hernández Maicol Stiven<sup>77</sup>, Escobar Tovar Catalina<sup>78</sup>, Hincapié Mejía Gina<sup>79</sup> y Peñuela Mesa Gustavo Antonio<sup>80</sup>.

Se evaluó la viabilidad de SODIS y Suntest en la eliminación de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum* en los acueductos veredales del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). SODIS se aplicó a muestras de agua contaminada con estándares precuantificados de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum*, utilizando dos tipos de recipientes, plástico PET y vidrio de borosilicato, ambos de 1 L de capacidad y fueron sometidos a radiación natural entre las 10 a.m. y las 4 p.m. para un total de 6 horas de exposición. Los dos sistemas, plástico y vidrio, se evaluaron en una cámara Suntest Series CPS+, a 550 nm y una temperatura máxima de 32°C durante 6 horas de exposición. Se evaluó una muestra de control con agua destilada inoculada. Las pruebas se realizaron por cuadruplicado, para un total de 20 unidades experimentales. Todas las muestras fueron procesadas posteriormente.

El proceso realizado en el Suntest mostró una gran eficiencia en la eliminación de *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum*, en los dos recipientes probados, ya que demostró eliminar todos los quistes y ooquistes inicialmente presentes. En los tratamientos de agua cruda, no hubo degradación por ninguno de los métodos, debido a la alta concentración de sólidos disueltos en el agua. Los altos niveles de turbidez no permitieron la penetración de la radiación necesaria en las muestras de agua para la eliminación de los microorganismos evaluados. Se propone aplicar tratamientos primarios de coagulación-floculación antes de aplicar SODIS.

**Palabras clave:** Acueductos veredales, *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, SODIS y Suntest.

<sup>76</sup> Estudiante Ingeniería Ambiental, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, evelyneba2301@hotmail.com

<sup>77</sup> Estudiante Ingeniería Ambiental, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, torresmaicol66@gmail.com

<sup>78</sup> Estudiante de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad de Antioquia, catalina.escobart@udea.edu.co

<sup>79</sup> Doctora en Ingeniería, profesora Facultad de Arquitectura e Ingeniería, Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, gina.hincapie@colmayor.edu.co

<sup>80</sup> Doctor en Química Ambiental, profesor Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, gustavo.penuela@udea.edu.co

## Evaluación de *selenicereus megalanthus haw* (pitahaya amarilla) y *opuntia ficus* (higo chumbo) como coagulantes naturales a ser empleados en zonas rurales de Colombia

Rodríguez Trejo Juliana<sup>81</sup>, Chéry Leal Marie José<sup>82</sup>

La falta de acceso al agua de buena calidad en Colombia se está convirtiendo en un problema de gran envergadura, debido a la creciente contaminación de las fuentes hídricas usadas para el abastecimiento, de tal forma que las poblaciones que habitan las zonas rurales del país son las principales damnificadas por enfermedades como la diarrea y el cólera. Por esta razón, es necesario buscar alternativas que garanticen la accesibilidad a un agua en buenas condiciones por parte de las poblaciones rurales, en condición de marginalidad o con bajo poder adquisitivo.

En el presente estudio se evalúa la eficiencia de algunos materiales vegetales como potenciales coagulantes en procesos de coagulación-floculación, que son etapas vitales para el tratamiento de las aguas para su potabilización. Se empleó un enfoque metodológico basado en técnicas experimentales de prueba de jarras, a fin de simular las condiciones idóneas para que se lleven a cabo estos procesos. La búsqueda de nuevas alternativas como coagulantes naturales también responde al hecho de que el empleo de agentes coagulantes químicos en las Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) pueden presentar implicaciones en la salud y el medio ambiente.

Para la selección de las especies se tuvo en cuenta, su poca o nula evaluación como coagulantes, el contenido de almidón y celulosa presente en su estructura y la facilidad de acceso a ellas en el país. Entre estas se encuentran, la *Musa x paradisiaca* (Banano), la *Passiflora ligularis* (Granadilla), la *Opuntia ficus* (Higo Chumbo), la *Citrus reticulata* (Mandarina) y la *Selenicereus megalanthus haw* (Pitahaya Amarilla), para las cuales se obtuvieron porcentajes de remoción de turbiedad entre 19,2% y 91,1% y de color aparente entre 1,32% y 80,35%, dependiendo de la especie.

**Palabras clave.** Coagulación, coagulantes naturales, contaminación hídrica, escasez hídrica y tratamiento de agua.

<sup>81</sup> Ingeniera Ambiental, Universidad Sergio Arboleda, julirt23@gmail.com

<sup>82</sup> M.Sc. Ingeniería Ambiental, Docente de tiempo completo, Universidad Sergio Arboleda  
marie.chery@usa.edu.co

## Evaluación del Impacto Ambiental Potencial mediante el Análisis de Ciclo de Vida para el tratamiento de agua potable en Bucaramanga.

Barrera Pérez, Martha Lucía<sup>83</sup>; Ávila Rojas, Omar Alberto<sup>84</sup>

La generación de aspectos ambientales, como: el consumo de químicos, el uso de energía eléctrica y las emisiones generadas en el proceso de potabilización de agua cruda, conllevaban al deterioro del medio ambiente. Es por eso, que este estudio evaluó los impactos ambientales (IA) asociados a la potabilización de 1 m<sup>3</sup> de agua cruda, en dos plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB), con y sin bombeo en la etapa de distribución. La metodología aplicada fue el Análisis de Ciclo de Vida según la NTC-ISO-14040/14044:2007, uso del software SimaPro 9.0, método de evaluación IMPACT 2002+ V2.15 y el IPCC 2013 GWP 20a V1.03. Los resultados evidencian una carga ambiental del 76% y 22% en la coagulación y floculación de la PTAP con distribución por gravedad; en donde el impacto se asocia a la generación de lodos (82%), uso de químicos (16%) y energía eléctrica (2%). Para la PTAP con distribución por bombeo, presenta un aporte ambiental por el sistema de bombeo en 52%, seguido de la coagulación (24%) y floculación (7,3%), cuya afectación se atribuye al consumo de energía (57%), calidad del agua cruda (15%), uso de aditivos (13%) y generación de lodos (5%). De la evaluación ambiental, se obtuvo que el mayor IA fue la ecotoxicidad acuática en 75,8% por presencia de aluminio y acrilamida en 95% y 4%; seguido del calentamiento global, energía no renovable y no cancerígenos en un 6% cada impacto, en relación a la emisión de CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y material particulado en 62%, 18%, 8,3% y 12% respectivamente. Finalmente, se determinó el poder del calentamiento global para la PTAT sin bombeo en 0,10 kg CO<sub>2eq</sub>/m<sup>3</sup> agua potable y de 0,51 kg CO<sub>2eq</sub>/m<sup>3</sup> agua potable para la PTAP con bombeo.

**Palabras clave.** Agua Potable, Calentamiento Global, Ciclo de Vida, Ecotoxicidad Acuática e Impacto Ambiental.

<sup>83</sup> Físico, Docente Investigador. Universidad Autónoma de Bucaramanga. mbarrerp@unab.edu.co

<sup>84</sup> Ingeniero Químico, Docente Investigador. Instituto Universitario de la Paz. Omar.avila@unipaz.edu.co

## **Evaluación de la eficiencia de unidades de filtración con lecho de carbón activado obtenido a partir de productos no maderables del bosque húmedo tropical para la remoción de color y turbiedad del agua de la quebrada El Zarzal en el municipio de Barrancabermeja**

Cano Tejada, Juan Fernando<sup>85</sup>, Reyes Acuña, José Andrés<sup>86</sup>, Ayala Bernal, Cristian Alberto<sup>87</sup>

El desarrollo de la presente investigación permitió obtener carbón activado a partir del pericarpio de los frutos del Abarco (*Cariniana pyriformis Miers*) y Coco Cuna (*Lecythis tuyrana Pittier*); seguido del diseño y construcción de seis filtros a gravedad, de flujo descendente y sistema de lavado a contracorriente. Para el procesamiento de la materia prima se inició con el secado de los frutos (105°C durante 24 horas) y molienda del producto seco, seguido de activación química con ácido fosfórico (21% p/v) y carbonización (temperatura de 600°C durante 1,5 horas en atmósfera de nitrógeno), finalmente el producto fue molido, tamizado, lavado y secado. Los filtros de lecho simple de carbón activado de Coco Cuna y de Abarco presentaron mayor remoción de color y turbiedad (34% y 30,35% respectivamente) y cumplieron con los valores máximos aceptables de la Resolución 2115 de 2007 para dichas características físicas. Los precursores carbonosos procesados son una materia prima innovadora, abundante y autóctona del bosque húmedo tropical, experimentalmente demostraron alto rendimiento para la generación de carbón activado, siendo una alternativa para el aprovechamiento sostenible de los bosques y un proyecto encaminado a solucionar en términos de viabilidad técnica, económica y ambiental la problemática de acceso al agua potable presente en las veredas San Luis y Zarzal, con posibilidad de replicarse en diversas zonas rurales de Colombia.

**Palabras clave.** Adsorbente, agua potable, filtro y rendimiento.

<sup>85</sup> Docente, Instituto Universitario de la Paz, [juan.cano@unipaz.edu.co](mailto:juan.cano@unipaz.edu.co)

<sup>86</sup> Ingeniero Ambiental y de Saneamiento, UNIPAZ, [Andresitoacu9324@hotmail.com](mailto:Andresitoacu9324@hotmail.com)

<sup>87</sup> Estudiante, UNIPAZ, [cris.348@hotmail.com](mailto:cris.348@hotmail.com)

## Selección de la alternativa tecnológica más apropiada para el tratamiento de aguas grises con fines de reutilización, en obras civiles residenciales y comerciales.

Osorio Osorio Laura Patricia<sup>88</sup>, Mejía De Alba Martha Isabel<sup>89</sup>

Reconociendo los problemas de escasez y contaminación del agua que, actualmente, se manifiestan en gran parte del territorio colombiano, ocasionados por la gestión inadecuada del recurso hídrico y las prácticas inconscientes causadas por las actividades humanas, es necesaria la búsqueda de estrategias que permitan darle solución a este tipo de situaciones y, consecuentemente, contribuir al desarrollo sostenible. El presente trabajo tuvo como objetivo principal seleccionar el sistema de tratamiento de aguas grises con fines de reutilización, que sea más apropiado a nivel técnico, económico, ambiental y social, para obras civiles residenciales y comerciales.

Para lo anterior, se planteó una metodología de tres fases: la primera, de preselección de alternativas aplicables; la segunda, de evaluación de estas y, finalmente, la selección de la tecnología más apropiada según los criterios establecidos. Lo anterior, teniendo en cuenta la metodología realizada por Rodríguez Miranda, García Ubaque, & Pardo Pinzón en el año 2015, aplicada al tratamiento de aguas residuales municipales.

Se obtuvo como resultado la preselección de cinco tecnologías no convencionales que cumplieron con la condición de reutilización en actividades como la descarga de sanitarios, riego y limpieza; es decir, usos que no requieren agua de calidad potable. Para la evaluación se utilizaron seis (6) parámetros en el criterio técnico, cinco (5) en el económico, seis (6) en el ambiental y cuatro (4) en el social, a partir de los cuales se determinó el Índice de Tecnología Óptima (ITO), dando como resultado la selección de la tecnología más apropiada para el caso de estudio. Esta tecnología presenta múltiples ventajas en cuanto a su operación, mantenimiento, requerimiento de análisis, controles y área, entre otros, posibilitando la posterior reutilización del agua.

**Palabras clave.** Aguas grises, evaluación de tecnologías ambientales, reutilización y tecnologías apropiadas.

<sup>88</sup> Ingeniera Ambiental Junior, SKG Tecnología SAS, losorio@skgtecnologia.com

<sup>89</sup> Docente Asociada, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mimejiaa@udistrital.edu.co

## Tratamiento de aguas residuales domésticas de naturaleza compleja empleando reactores anaerobios de alta tasa

Berrio-Restrepo Jorge Mario<sup>90</sup>, Saldarriaga Molina Julio César<sup>91</sup> y Correa Ochoa Mauricio Andrés<sup>92</sup>

El tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos es uno de los métodos más empleados en la actualidad. Esto se relaciona principalmente con la composición del agua residual, su naturaleza compleja y la posibilidad de implementar distintas condiciones para favorecer la remoción de nutrientes como el carbono (C), nitrógeno (N) y fósforo (P). Por otro lado, la acumulación de nutrientes en los cuerpos de agua altera la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, al amenazar su estabilidad. Eventualmente, provoca la eutrofización de los cuerpos de agua a partir de vertimientos de aguas residuales ricas en nutrientes a las que no se les ha practicado un tratamiento adecuado para su remoción. Sin embargo, las técnicas para la remoción de nutrientes pueden requerir una alta inversión para su operatividad y en algunos casos, amplios espacios para asegurar las condiciones apropiadas para el tratamiento, lo que dificulta su aplicación en países en vía de desarrollo. Con base en lo anterior, se evaluó el rendimiento de un reactor anaerobio de flujo ascendente (o UASB, por sus siglas en inglés) de alta tasa, alimentado con un agua residual sintética. El agua residual empleada para la experimentación, de composición similar a un agua residual doméstica de naturaleza compleja, mantuvo una relación C:N:P media de 100:10:1. El reactor con capacidad de 121 L, fue operado a una temperatura media de 25 °C, un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 6 h y cargas orgánicas medias para la demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT) de 298 g/d, 30 g/d, y 4 g/d respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos, con remociones medias de 81.36% para la DQO, 22.79% para el NT y 5.09% para el PT, los reactores anaerobios de alta tasa pueden ser empleados como una alternativa sostenible al tratamiento secundario de las aguas residuales domésticas.

**Palabras clave.** Agua residual doméstica, reactor anaerobio de flujo ascendente, remoción biológica de nutrientes y tratamiento anaerobio.

---

<sup>90</sup>Candidato a Doctor en Ingeniería ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, jorgem.berrio@udea.edu.co

<sup>91</sup> Doctor en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, julio.saldarriaga@udea.edu.co

<sup>92</sup> Magister en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, mandres.correa@udea.edu.co

## **Evaluación del tratamiento de aguas residuales con contenido de carbendazim mediante acople fotocatalítico-biológico a escala laboratorio en un colector parabólico compuesto y lodos activados en BATCH**

Becerra Moreno Dorance<sup>93</sup>, Bastidas López Alejandra<sup>94</sup>, Palacios Giraldo Natalia<sup>95</sup>, Ramírez Ríos Luisa Fernanda<sup>96</sup>, Barajas Solano Andrés Fernando<sup>97</sup>

Debido a la masificación en el uso de plaguicidas en el Valle del Cauca y la posible contaminación que estos generan en el ambiente, se evaluó el tratamiento de aguas residuales con contenido de Carbendazim (presentación comercial Derosal® Bayer) mediante acople fotocatalítico-biológico a escala laboratorio en un colector parabólico compuesto y lodos activados en batch. De los resultados obtenidos se determinó que el fungicida Carbendazim no es biodegradable a través de procesos aerobios (con un porcentaje de biodegradación del 32% por Demanda Química de Oxígeno -DQO- y 28% por Carbono Orgánico Total -COT-). En cuanto a su fotodegradación se encontró que, para una energía acumulada de 16.5 W/m<sup>2</sup> (tiempos inferiores a 2 horas), este proceso actúa sobre el plaguicida transformándolo en sustancias menos tóxicas y de mayor biodegradabilidad, sin llegar a mineralizarlo (Remoción de COT del 74.0%). Finalmente, las muestras de agua residual con contenido del plaguicida, previamente fototratadas, resultaron ser biodegradables en procesos aerobios (biodegradación del 72.6% de la DQO y del 67.5% del COT). De esta manera, se considera que el Foto-Fenton en un Colector Parabólico Compuesto acoplado a procesos biológicos de tratamiento constituye una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales agrícolas con contenido de plaguicidas, pues logra altas eficiencias de remoción de contaminantes en cortos periodos de tiempo.

**Palabras clave.** Biodegradabilidad, Carbendazim, Foto-Fenton y plaguicida.

<sup>93</sup> MSc en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, dorancebm@ufps.edu.co

<sup>94</sup> Ingeniería Ambiental, Unidad Central del Valle, bastidasaleja@hotmail.com

<sup>95</sup> Ingeniería Ambiental, Unidad Central del Valle, natyspalaciosgiraldo@hotmail.com

<sup>96</sup> MSc en Ingeniería Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, luisaframirezr@ufps.edu.co

<sup>97</sup> PhD en Ingeniería Química, Universidad Francisco de Paula Santander, andresfernandobs@ufps.edu.co

## Estandarización de la técnica de análisis del plaguicida clorpirifos en agua por espectrofotometría de luz ultravioleta

Ramírez Ríos Luisa Fernanda<sup>98</sup>, Angarita Cardona Kelly Tatiana<sup>99</sup>, Becerra Moreno Dorance<sup>100</sup>, Machuca Martínez Fiderman<sup>101</sup>, Barajas Solano Andrés Fernando<sup>102</sup>

El insecticida clorpirifos es uno de los plaguicidas más usados en los últimos años entre los agricultores debido a su fácil adquisición, ya que no requiere ningún tipo de autorización previa a su venta, y a que su precio es bastante asequible. Se emplea principalmente para el exterminio de plagas de hormigas en los cultivos. Este plaguicida se puede encontrar con diferentes nombres comerciales como lo son: Dursban, Lorsban, Pyrinex, entre otros.

El clorpirifos posee una solubilidad mínima en agua debido a su baja polaridad (Quenguan & Eraso, 2015), por el contrario, su disolución se facilita en compuestos grasos, como por ejemplo la piel, por esta razón es sumamente peligroso que entre en contacto directo con esta (ya que es absorbido rápidamente) o se administre a las personas de cualquier forma, puesto que este en dosis considerables puede causar diversas enfermedades y/o la muerte.

Con el fin de determinar el posible daño que causa este plaguicida en las personas que hacen uso del agua por el cual fluyen los residuos de fumigación de los cultivos se recolectaron muestras del canal de riego de una finca ubicada en el municipio del Zulia, así como también del río principal de este municipio.

Posteriormente se realizó un análisis de estas muestras por espectrofotometría de luz ultravioleta para identificar las concentraciones de clorpirifos en el agua. Los resultados de las pruebas sugieren que el método de análisis por espectrofotometría de luz ultravioleta es eficaz para determinar las concentraciones de plaguicidas. Todos los resultados se discuten en este proyecto de investigación.

**Palabras clave.** Clorpirifos, espectrofotometría UV y plaguicida.

<sup>98</sup> MSc en Ingeniería Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, luisaframirezr@ufps.edu.co

<sup>99</sup> Ingeniería Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, kellyangarita@gmail.com

<sup>100</sup> MSc en Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander, dorancebm@ufps.edu.co

<sup>101</sup> PhD en Ingeniería Química, Universidad del Valle, fiderman.machuca@correounivalle.edu.co

<sup>102</sup> PhD en Ingeniería Química, Universidad Francisco de Paula Santander, andresfernandobs@ufps.edu.co

## PÓSTER 7. Prototipo de biodigestor de excretas porcinas y bovinas en la finca El Recuerdo en Quipile, Cundinamarca

Andrea Carolina Barón Moreno<sup>103</sup>, Iliana Isabel Contreras García<sup>104</sup> y Maribel Pinilla Rivera<sup>105</sup>

La digestión anaeróbica es la degradación de la materia orgánica, mediante un proceso microbiológico bajo la ausencia de oxígeno que produce biogás, compuesto principalmente por gases como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Gutiérrez, 2017). En este sentido se diseñó y construyó un prototipo de biodigestor de cúpula fija con un volumen de 0,02m<sup>3</sup> de acuerdo con la consulta realizada en fuentes secundarias, para determinar la cantidad de biogás que puede producirse durante un lapso de tiempo de 15d con 3kg de excretas bovinas y porcinas, bajo las condiciones específicas de temperatura (Martínez, 2015) en la finca “El Recuerdo” y a partir de esto identificar los beneficios económicos y ambientales, al implementar este tipo de alternativas energéticas en las zonas rurales. Pasados 15d de elaborado el biodigestor, se conectó a una estufa pequeña durante 8min y 13s (tiempo total de combustión), con los datos obtenidos se comprobó que el biodigestor generó 0,013m<sup>3</sup> de biogás (ENARGAS, s.f.), a su vez se evidenció que este proceso genera como subproducto abono orgánico, nutritivo para las plantas y cultivos que tiene la finca (Monteros *et al*, 2017). Este sistema tiene un bajo costo de inversión, debido a que el prototipo tuvo un gasto de 75.000 COP aproximadamente y a gran escala oscilaría entre 800.000-1.300.000 COP (Herrero, 2015). Como conclusión, se observa gran viabilidad para implementar este tipo de tecnologías en algunas zonas del país beneficiando las poblaciones que no tienen acceso al servicio público domiciliario de gas natural.

**Palabras clave.** Biodigestor, prototipo, biogás y excretas.

### REFERENCIAS

<sup>103</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero CEA, Universidad Distrital, acbaronm@correo.udistrital.edu.co

<sup>104</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero CEA, Universidad Distrital, iicontrerasg@correo.udistrital.edu.co

<sup>105</sup> Docente, investigadora y consultora, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mpinillar@udistrital.edu.co

ENARGAS. (s.f.). Consultado el 20 de enero de 2020.

<https://www.enargas.gov.ar/secciones/eficiencia-energetica/consumo-artefactos.php>

Gutiérrez, A. (2017). El biogás: alternativa energética emergente - ODEPA | Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Consultado el 12 de abril de 2020.

<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/articulos/el-biogas-alternativa-energetica-emergente-2>

Herrero, J. M. (2015). Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos. Biodigestores de bajo costo para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos, 12.

Monteros, E., Durand, L., Mora, E. y Santos, E. (2017). Comparación de dos tipos de biomasa para generación de biogás a partir de excretas de ganado porcino y bovino en el laboratorio. Tecnogestión, 14(1).

## PÓSTER 8. Estudio de calidad de agua e impacto ambiental generado por poblaciones microbianas en el canal El Recreo en Bogotá

Dylan Steven Santa Romero<sup>106</sup>, Yamith Samuel Quintero Salamanca<sup>107</sup>

El canal el Recreo, es una vía artificial de transporte de agua, que se halla en la localidad de Bosa en Bogotá. Debido a la ubicación urbana en la que se encuentra, es de suma importancia el análisis de sus aguas en temporadas de pocas lluvias, cuando el afluente tiene bajas corrientes. Este trabajo de investigación buscó establecer los agentes microbianos que estaban presentes en este cuerpo de agua, en los laboratorios de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Los métodos utilizados para el análisis fueron: siembra agar TSI (Triple Sugar Iron), agar SIM (Sulfide Indole Motility), agar EMB (eosina azul de metileno) (CULTImed, 2019) y métodos simplificados para el estudio bacteriano como son el colitag, chromocult y fluorocult, sus respectivos controles ambientales en agar nutritivo y agar YGC (Chloramphenicol Glucose), controles de calidad en agares medio: agar SS (Salmonella-Shigella), agar cetrimide, *Bacillus cereus*, Vogel Johnson (Madigan, Martinko y Parker, 1997). Dentro de los resultados, se identificó la presencia de los siguientes microorganismos y enterobacterias: *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *Escherichia coli*, *Proteus penneri*, *Klebsiella* sp, *Staphylococcus epidermidis* (Prager, Marmolejo y Bravo, 2019). Con los resultados obtenidos en los laboratorios, se pudo evidenciar la presencia de algunos géneros de la familia Enterobacteriaceae, esto debido a la producción de sulfuro de hidrógeno e indol, que se determinó en el agar SIM (Sulfide Indole Motility); logrando reconocer que la fuente se encuentra contaminada y, por ende, no es apta para el consumo humano, ya que los agentes reconocidos son causantes de enfermedades diarreicas (Guillén, 2020).

**Palabras clave.** Agentes microbianos, contaminantes, crecimiento bacteriano y métodos de siembra.

<sup>106</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, dssantar@correo.udistrital.edu.co

<sup>107</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, ysquinteros@correo.udistrital.edu.co

## REFERENCIAS

- CULTImed. (2019). Manual Básico de Microbiología. Consultado el 5 de mayo de 2020.  
<http://www.ictsl.net/downloads/microbiologia.pdf>
- M.Martinko, J., Parker, J. y Madigan, M. (1997). Brock Biología de los Microorganismos. Perason. Prentice Hall. España.
- Prager, M. S., Marmolejo, F. y Bravo, N. (2019). Microbiología. Aspectos fundamentales. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Colombia. Consultado el 3 de abril de 2020.  
<https://www.uneditorial.net/uflip/Microbiologia-aspectos-fundamentales/pubData/source/Microbiologia-aspectos-fundamentales.pdf>
- Guillén, A. (2020). Enfermedad diarreica: un problema recurrente de salud pública. Instituto Nacional de Salud, Lima (Perú). Consultado el 4 de febrero de 2020.  
<https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2011.v28n1/7-8/es/>

## PÓSTER 9. Diseño e implementación de un sistema de reutilización de aguas lluvias para vivienda

Lorena Stefania Lozano Grass<sup>108</sup>, Emily Andrea Robayo Pérez<sup>109</sup>

De acuerdo a Delgado (2018), en Colombia la cobertura del servicio de acueducto y alcantarillado, presentan un déficit considerable en las áreas urbanas. Por ello, los sistemas de reutilización de agua lluvia, son una propuesta para complementar el abastecimiento parcial de agua en las viviendas ubicadas en zonas urbanas (Suarez. B. et al, 2006). El proyecto tuvo por objeto describir el funcionamiento y las ventajas de un sistema de reutilización de aguas lluvias, mediante el diseño de un sistema hidráulico implementado en una vivienda en el sur-oriente de Bogotá. A partir de un análisis de costo-beneficio y variables técnicas, en base a Mott (2006) y Saldarriaga (2007), se elaboró un estudio de factibilidad para realizar la instalación del sistema compuesto por los procesos de captación, recolección-conducción, filtrado y almacenamiento en un tanque de 1000L, utilizando tuberías y accesorios adecuados para el funcionamiento eficiente. Suárez (2006) señala que: “existen dos sistemas de aprovechamiento de agua lluvia: sencillos y económicos o complejos y costosos”, para el presente proyecto se consideró una instalación sencilla, enfocada en la recolección del agua lluvia para su reutilización en el sanitario, la cual resultó ser rentable, puesto que el costo de la inversión fue aproximadamente de 480.000 COP, los cuales se reintegraron en un periodo de 15 meses con un ahorro del 43% en el valor de la factura de acueducto, por el contrario un sistema complejo incluye tratamiento y distribución siendo más costoso y complejo. El diseño planteado resulta ser una respuesta eficiente de ahorro del recurso hídrico.

**Palabras clave.** Aguas lluvias, ahorro, reutilización y sistema de recirculación.

### REFERENCIAS

Delgado, P. (2018). Lo que falta en suministro de agua y alcantarillado en Colombia.

<sup>108</sup> Estudiante de Administración Ambiental-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, loslozanog@correo.udistrital.edu.co

<sup>109</sup> Estudiante de Ingeniería Sanitaria-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, earobayop@correo.udistrital.edu.co

Economía. El Espectador. <https://www.elespectador.com/noticias/economia/lo-que-falta-en-suministro-de-agua-y-alcantarillado-en-colombia/>

Mott, R. (2006). Mecánica de Fluidos. Sexta edición. Pearson educación. México.

Saldarriaga, J. (2007). Hidráulica de tuberías: abastecimiento de agua, redes, riegos. Alfaomega. Colombia.

Suárez, B., García, M. y Mosquera, R. (2006). Sistemas de aprovechamiento de agua lluvia para vivienda urbana. VI Serea Seminario Iberoamericano Sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua. Brasil.

#### **LÍNEA TEMÁTICA 4. Nuevos desafíos en la gestión del agua**

El ordenamiento territorial debería ser a su vez ambiental para lograr el equilibrio que se pide desde los preceptos de la sustentabilidad; de igual forma, el diseño de políticas públicas debe ser para el beneficio de la población local y del desarrollo económico equilibrado. Es función del gobierno generar las capacidades técnicas y operativas que permitan un adecuado sistema de servicios, equilibrado y objetivo con los cuidados que merecen los ecosistemas remanentes y la recuperación de las tierras degradadas.

Gestionar el riesgo es también anticipar los esfuerzos por conocer las capacidades del ecosistema para almacenar y regular las reservas de agua y para proteger los espacios que son particularmente sensibles a la variabilidad climática. Los suelos como elemento del ambiente deben adquirir un nuevo énfasis que le permita mostrar las partes sensibles del ecosistema; su reconocimiento y aplicabilidad debe trascender de lo productivo, y utilitario para alcanzar la funcionalidad y los servicios que solo son vistos por los que trabajan estos temas.

## Cuantificación de reservas de carbono en revegetación espontánea de tierras agrícolas abandonadas de la comunidad de Castilla y León, España

Galvis Espitia José Harvey<sup>110</sup>, Suarez Oviedo Maritza Isabel<sup>111</sup> y Velázquez Martin Eduardo<sup>112</sup>

Las antiguas tierras agrícolas, tienen un gran potencial como sumideros de carbono (C) y podrían actuar como un mecanismo natural de bajo costo para mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con esta investigación se cuantifico en una vasta región del centro-norte de España (Castilla y León), las reservas de C desarrolladas como consecuencia de la expansión forestal en tierras agrícolas abandonadas arrojando luz sobre los factores responsables del proceso.

Para alcanzar los objetivos se ha estimado la biomasa aérea (BA) en seis parcelas forestales situadas en cada una de las zonas de estudio (30 parcelas en total) y con diferentes edades de abandono (1957-1977, 1977-2005, 2005-2017), calculando la edad de colonización arbórea mediante el uso de técnicas de Dendrocronología. También se analizaron los factores determinantes del proceso de acumulación de C en las distintas áreas de estudio. Los resultados sugieren que se ha desarrollado una gran reserva de carbono en las zonas afectadas por la expansión forestal como consecuencia del abandono de tierras agrícolas en Castilla y León, en los últimos 60-70 años. Sin embargo, la persistencia de esta reserva de C en las próximas décadas se ve amenazada como consecuencia del aumento de la frecuencia e intensidad de las sequías, los incendios y los brotes de plagas y patógenos como consecuencia del cambio climático. Además, los factores climáticos (es decir, las precipitaciones y la temperatura medias anuales) se encuentran entre los factores más importantes de acumulación de C durante el período en el que se ha producido el abandono de tierras agrícolas), lo que crea dudas sobre la capacidad de estas zonas para seguir secuestrando carbono durante las próximas décadas. Las actividades desarrolladas en la investigación, se han enmarcado dentro de las tareas asignadas al proyecto “Carbon\_Accumulation\_over\_Succession to Enhance\_mitigation of CO<sub>2</sub> Emissions” (CASE-CO<sub>2</sub>, MSCA-EF-CAR, DLV: 799885), financiado por las acciones Marie Sklodowska Curie (Agencia Europea de Investigación, programa H2020 Comisión Europea).

**Palabras clave.** Carbono, CO<sub>2</sub>, dendrocronología.

<sup>110</sup> Becario investigador Grupo Selvicultura Cuantitativa, iuFOR - Universidad de Valladolid, [ingjosegalvise@gmail.com](mailto:ingjosegalvise@gmail.com)

<sup>111</sup> Practicante Master Dataforest, Universidad de Valladolid, [ingmaritzasuarezo@gmail.com](mailto:ingmaritzasuarezo@gmail.com)

<sup>112</sup> Investigador postdoctoral, Universidad de Valladolid, [eduardo.velazquez@uva.es](mailto:eduardo.velazquez@uva.es)

## Cambio climático en ciudades costeras: gestión de riesgos en la ciudad de Natal/Brasil

Fonseca Figueiredo Fábio<sup>113</sup> y Oliveira Da Silva Bismarck<sup>114</sup>

El mundo contemporáneo vive una crisis medioambiental de proporción global y la expresión de esa crisis es el cambio climático, que afecta a todos independientemente del territorio. El cambio climático demanda gestiones y entonces dos gobiernos deben proponer y ejecutar diversas estrategias para mitigar/disminuir los efectos medioambientales y sociales de ese fenómeno. Partiendo de esa premisa, se hizo una investigación que analizó las consecuencias del cambio climático para las poblaciones de las ciudades costeras. El aumento en el nivel del mar provoca la eliminación de viviendas en zonas costeras y el deterioro de la infraestructura urbana debido a la erosión del suelo. Así, el objetivo de la investigación analizó ¿cómo la población de las playas urbanas de Natal/RN se afecta con el fenómeno del cambio climático? De naturaleza cualitativa y exploratoria, se utilizó la investigación documental y de campo, con entrevistas semiestructuradas con gerentes y la aplicación de un cuestionario aplicado a actores sociales que sufren las consecuencias inmediatas de la dinámica costera. Como resultados, se tiene que la mejora de los mecanismos integrados de gestión costera es esencial en la prevención de vulnerabilidades ambientales y sociales, y los problemas de esa gestión de riesgos en Natal/Brasil se asocian a la tardanza en la creación de planes de acción para mitigar los riesgos climáticos ambientales. Por tanto, los riesgos ambientales hacen que las consecuencias sociales sean visibles, sobre todo para la población que vive y hace uso de la zona costera de Natal.

**Palabras clave.** Cambio climático, crisis medioambiental, Natal/Brasil, vulnerabilidad social y zona costera.

---

<sup>113</sup> Economista, doctor en Geografía Humana (Universidad de Barcelona, España). Profesor de planta del Departamento de Políticas Públicas y del Pós-grado en Estudios Urbanos y Regionales de la Universidad Federal de Río Grande del Norte, Brasil. Correo electrónico <ffabiof@yahoo.com>

<sup>114</sup> Trabajador social, máster en Estudios Urbanos y Regionales (Universidad Federal de Río Grande del Norte, Brasil). Profesor de la Universidad Potiguar (Brasil). Correo electrónico <bismarck.oliveirasilva@gmail.com>

## Efectos de la importación de agua superficial en sistemas acuíferos en explotación. Casos de estudio en Santa Fe, Argentina

Marcela Pérez<sup>115</sup>

La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible hace referencia explícita a través de uno de sus objetivos (ODS 6) al agua y saneamiento, pues uno de los mayores desafíos es garantizar el derecho humano a consumir agua de calidad a todos los habitantes. Para alcanzar las metas y garantizar la seguridad hídrica, el Gobierno de la Provincia de Santa Fe adoptó una solución consistente en el diseño y ejecución del Plan Provincial de Acueductos a partir del río Paraná. Esto conlleva un cambio en la fuente de abastecimiento en localidades que actualmente suplen sus requerimientos con agua subterránea (de mala calidad o cantidad insuficiente). Sin embargo, la puesta en funcionamiento de los acueductos no prevé asistencia a las autoridades comunales, empresas y/o cooperativas de servicios para lograr la gestión ambientalmente sostenible, económicamente eficiente, socialmente equitativa del agua, ni tampoco el impacto por importación de agua.

La investigación contempla el diagnóstico del sistema acuífero en dos sitios, las prognosis de variación de sus niveles a través de simulación matemática hidrogeológica y la propuesta de instrumentos de gestión pertinentes. Se consideran la relación interinstitucional e inter-actoral, en una relación Estado – Sociedad asociativa y corresponsable, se fomenta la colaboración entre organismos de investigación y de servicio, transfiriendo a estos últimos los resultados alcanzados y desarrollando capacidades como apoyo para la gestión del recurso hídrico.

Del análisis surge que, si bien la importación de agua resulta en una mejora en la calidad del agua de consumo, se deberán controlar los volúmenes importados y las tasas de extracción de los pozos de bombeo durante al menos 5 años, hasta lograr un nuevo equilibrio del sistema acuífero.

**Palabras Clave.** Abastecimiento, cese bombeo, gestión de acuíferos e importación agua superficial.

---

<sup>115</sup> Dra. en Ciencias Geológicas. Centro de Hidrología y Gestión del Agua (CHyGA) – Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) – Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe, Argentina. perezmarcelaa@gmail.com

## Salud ambiental en las comunidades Pablo Neruda Y Chacua, Sibaté – Cundinamarca. Implicaciones del agua no apta para consumo humano

Ardila Pinzón Sully Yesenia<sup>116</sup> y Latorre Pineda Karol Tatiana<sup>117</sup>

El presente artículo tuvo como objetivo analizar la salud ambiental de las comunidades de Pablo Neruda y Chacua por las implicaciones vistas en la misma por el consumo de agua no apta para el humano de acuerdo a la descripción de los parámetros de calidad del agua obtenidos en la empresa prestadora del servicio de acueducto y su respectiva comparación con la normatividad vigente.

Metodológicamente se acudió a la recolección de información con la empresa prestadora del servicio de acueducto de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua consumida por las comunidades. Con la información obtenida sustentada en las visitas a las zonas de estudio y con las directrices establecidas en la Resolución 2115 de 2007 se comparó los niveles máximos permisibles para la calidad de agua para consumo humano. Posteriormente, y con base en la literatura nacional e internacional, se interpretó las implicaciones en la salud de las poblaciones por ingerir agua no apta para el consumo.

En el periodo marzo-agosto de 2019 los resultados de la empresa prestadora del servicio de acueducto registraron que el Índice de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA) oscila entre 17,05% y 28,98% clasificando el nivel de riesgo en medio y **agua no apta para consumo humano**.

Dichas poblaciones se abastecen de la Quebrada Dos Quebradas-Laureles, fuente que recibe los vertimientos de las actividades intensivas de agricultura y ganadería; inicia tratamiento en una planta de tipo no convencional entregando diariamente agua no apta para el consumo humano. En dichas condiciones, los riesgos a la salud por enfermedades gastrointestinales son potenciales como lo demuestran algunos estudios, situación que requiere de acciones inmediatas por la empresa prestadora para reducir el nivel de riesgo.

**Palabras Clave.** Calidad del Agua, población, salud y recurso hídrico.

---

<sup>116</sup> Especialista em Ambiente y Desarrollo Local, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. syardilap@correo.udistrital.edu.co.

<sup>117</sup> Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos; Universidad Distrital Francisco José de Caldas; ktlatorrep@correo.udistrital.edu.co.

## **Manual de tecnologías apropiadas para el recurso hídrico en zonas rurales perteneciente al programa Agua y Campo y desarrollado a partir del macroproyecto interinstitucional Cátedra del Agua presentado en el CIAYA 4**

Poloche Arango Carolina<sup>118</sup> y Morales Maury Jasay Stefany<sup>119</sup>

El proyecto titulado FORMULACIÓN DE UN MANUAL DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL RECURSO HÍDRICO EN ZONAS RURALES – CÁTEDRA DEL AGUA como parte del macroproyecto Cátedra del Agua perteneciente a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas lanzado para el Ciaya en su versión número 4, tiene como objetivo brindar a diversas poblaciones un instrumento de divulgación que contenga conocimiento de tipo tecnológico, estrategias de comunicación y sensibilización y prácticas socio educativas, que a su vez realice un aporte a la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

La formulación del manual, se realizó bajo un enfoque de investigación de tipo formal descriptiva y así mismo evaluativa, haciendo una búsqueda previa del área de estudio y estado de relación con las comunidades que lo habitan. En primera instancia reconociendo el recurso hídrico que tienen a su disposición, esto a partir de un enfoque evaluativo de tipo exploratorio y dirigido a un estudio de caso, como consecuencia de un déficit de información.

Como resultado final se logró crear una pieza investigativa dirigida a distintos tipos de usuarios del territorio (usuario directo, docente y extensionista) esto con apoyo de las encuestas de opinión y la interacción directa e indirecta con la población, la cual se encuentra ubicada en la cuenca del Río Bogotá y se ve afectada por el acceso a un recurso hídrico que no supe las necesidades básicas de forma efectiva, debido a su mala administración y calidad deficiente.

**Palabras clave.** Tecnología, transferencia tecnológica, protección y conservación del recurso hídrico.

---

<sup>118</sup> Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, carolina.pa1997@gmail.com.

<sup>119</sup> Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jasaymaury@gmail.com.

## **Metodología para evaluar la capacidad de retención hídrica del suelo a partir de imágenes Landsat e información climática satelital en las zonas no urbanizadas de la cuenca del río Tunjuelo**

Jiménez Sáenz Camila Andrea<sup>120</sup> y Huertas Cerro Nicolas<sup>121</sup>

La evaluación de la disponibilidad de agua en el suelo facilita la toma de decisiones frente a diversas problemáticas actuales como la seguridad alimentaria, la distribución del suelo, la preservación de ecosistemas, y la gestión del riesgo. De esta manera, el objetivo del presente estudio es desarrollar una metodología para evaluar la capacidad de retención hídrica de un suelo a partir del procesamiento de imágenes Landsat e información climática satelital, en zonas no urbanizadas de la cuenca del río Tunjuelo. La metodología propuesta tiene tres fases: el desarrollo de un balance hídrico, la estimación de la humedad en el suelo y la evaluación de la capacidad de retención hídrica. Durante la primera fase, se desarrolló un balance cuya finalidad fue el cálculo del valor de infiltración horario por unidad de terreno para un periodo de 19 años en la cuenca. Este balance se realizó a partir de la combinación de dos modelos: Penman-Monteith, para obtener la evapotranspiración de referencia usando datos ERA5 y TOPMODEL para establecer los valores diarios de infiltración y escorrentía a partir de datos satelitales, evaluando y calibrando su funcionamiento con caudales horarios aforados en estaciones sobre el río. De forma paralela, el cálculo de la humedad se realizó a partir de la combinación de los métodos OPTRAM y TOTRAM aplicados a imágenes satelitales Landsat 7 y Landsat 8. Una vez estimadas la infiltración y la humedad correspondientes a cada unidad de terreno se compararon los resultados. De manera preliminar, se ha encontrado una alta correlación entre la capacidad de retención hídrica, la textura del suelo y la densidad de la cobertura vegetal. Se espera que la metodología pueda ser implementada para la detección de puntos críticos de intervención en el territorio, con el fin de mejorar las capacidades productivas del suelo.

**Palabras Clave:** Balance hídrico, Humedad del suelo, Optram, TOP Model, Totram.

---

<sup>120</sup> MEng Ingeniera Ambiental, docente. Universidad Sergio Arboleda. camila.jimenez@usa.edu.co

<sup>121</sup> Estudiante de ingeniería ambiental, Universidad Sergio Arboleda, nicolas.huerta@correo.usa.edu.co

## Suelos hídricos de Colombia. Relación con humedales y uso de las tierras

Ordoñez Delgado Napoleón<sup>122</sup>, Sánchez Espinosa Jorge<sup>123</sup> y González Nivia Janeth<sup>124</sup>

El Instituto Geográfico de Colombia, a través de la Subdirección de Agrología, coordinó las investigaciones de 24 especialistas con la finalidad de estudiar las tierras que circundan los cuerpos de agua de los humedales interiores del país, caracterizarlas ecológica y ambientalmente y conocer las causas y consecuencias de su problemática ambiental actual.

La metodología establecida para el estudio se aplicó en dos escalas de trabajo: nacional (1:100.000) y semidetallada (1:25.000) en tres zonas especiales de investigación (La Mojana, Casanare y Sibundoy), contrastantes en su dinámica hidrológica (humedales permanentes o estacionales) y condiciones socioeconómicas de sus habitantes.

Los resultados del estudio son numerosos y variados, ejemplos de algunos de ellos son: La extensión de las tierras con geoformas depresionales y suelos hídricos que bordean los cuerpos de agua de los humedales interiores de Colombia abarcan 18'594.974 ha.

El estudio hidrológico realizado en zonas seleccionadas y contrastantes (La Mojana, Casanare y Sibudoy) demostró que están perdiendo humedad, debido a que se encuentran a una capacidad de llenado del vaso depresional entre el 14 y el 23% de su capacidad máxima, estimándose que el nivel del agua ha bajado aproximadamente el 80%.

La cartografía de los Suelos Hídricos tiene importancia práctica en la prevención de desastres naturales por inundaciones (zonas bajas) y en los relacionados con movimientos en masa (zonas altas), especialmente si están deforestados, degradados y en pendientes pronunciadas.

**Palabras claves.** Suelos hídricos, hidromórficos, geoformas depresionales e hidrología

---

<sup>122</sup> Subdirector de AGROLOGIA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. nordonez@igac.gov.co

<sup>123</sup> Agrólogo, PhD. Subdirección de AGROLOGÍA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. jasanchez@igac.gov.co

<sup>124</sup> Ing. Agrícola, Ms. Subdirección de AGROLOGIA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. jangonza@igac.gov.co

## Infiltración y propiedades hidráulicas en suelos con fragmentos de roca: influencias reportadas en 57 años de investigación

Leal Villamil Julian<sup>125</sup>, Avila Pedraza Edgar Alvaro<sup>126</sup> y Lobo Luján Deyanira<sup>127</sup>

Los fragmentos de roca (FR) son aquellas partículas del suelo con diámetro equivalente igual o mayor a 2 mm, su presencia en el suelo está estrechamente ligada a la génesis del mismo. Debido a que los FR pueden tener diversas posiciones en el suelo, su presencia puede ejercer una compleja influencia sobre diversos procesos hidrológicos (infiltración, evaporación, escorrentía, entre otros), ya que pueden afectar la arquitectura edáfica y tener gran relevancia en el comportamiento de las propiedades hidráulicas del suelo (PHS).

Esta revisión hizo especial énfasis en buscar información científica que permitiera identificar la influencia de los FR en la infiltración y PHS, fue realizada mediante el análisis minucioso de trabajos científicos publicados, los cuales fueron accedidos por medio de las principales bases de datos reconocidas académicamente y documentación relacionada al tema. Se construyó una base de datos con 163 documentos científicos relacionados directamente con el tema investigativo y se abordaron 57 años de investigación (1943-2020); geográficamente se reportaron estudios en todos los continentes, a excepción de la Antártida. Los resultados permiten afirmar que los efectos de la presencia de FR en el suelo sobre la infiltración y PHS puede ser positivo, negativo o en ocasiones tener un comportamiento ambivalente. La influencia de los FR en el comportamiento de estas propiedades edáficas está estrechamente ligado a las propiedades de los FR, tales como son: contenido, tamaño, posición, distribución, material parental, porcentaje de cobertura, entre otras; lo cual explica la gran dificultad para obtener un consenso en la temática. Así mismo, se encontró que los suelos ecuatoriales o pertenecientes al área tropical es donde menos se han realizado investigaciones sobre la influencia de los FR en la infiltración y PHS, siendo estas investigaciones mucho más frecuentes en países como E.E.U.U, China y España. Con esta revisión se espera contribuir con el conocimiento sobre la caracterización y comportamiento de los suelos con fragmentos de roca.

**Palabras clave.** Conductividad hidráulica, Capacidad de retención de agua, Suelos pedregosos.

<sup>125</sup> Ingeniero Forestal M.Sc, Becario Doctoral MINCIENCIAS. Universidad del Tolima. jlealv@ut.edu.co

<sup>126</sup> Agrólogo Ph.D., Docente de planta. Universidad del Tolima. eaavila@ut.edu.co

<sup>127</sup> Ingeniero Agrónomo Ph.D., Docente de planta. Universidad Central de Venezuela. lobo.deyanira@gmail.com

## Teoría de cópulas: un enfoque hacia la hidrología de eventos extremos

Gómez Ríos Wilmar Jair<sup>128</sup>

El análisis estadístico de eventos extremos es importante en varias disciplinas, incluyendo la ingeniería y la hidrología. Muchos de los problemas hidrológicos involucran variables aleatorias que juegan un papel importante en el análisis y diseño de estructuras. En el análisis de frecuencia univariado, los conceptos estadísticos como las probabilidades de no excedencia, la frecuencia de ocurrencia o periodo de retorno están bien definidos, sin embargo, en la mayoría de los casos, los eventos hidrológicos están descritos por variables aleatorias correlacionadas entre sí. Por ejemplo, las diferentes combinaciones de la intensidad de la lluvia y su duración generan tormentas con características diferentes. Es por esto que las observaciones de estas variables, requiere el estudio de su distribución conjunta en términos de sus marginales. Esto se logra mediante la adopción de las funciones cópula. Las relaciones de la intensidad, duración y frecuencia son eventos de tormenta multivariados y por lo tanto los análisis de frecuencia univariados sólo pueden proporcionar evaluaciones limitadas de estos eventos. El análisis de este trabajo se realizó en la cuenca baja del río Tunjuelo en Colombia. Los resultados obtenidos muestran que para un estudio conjunto de la intensidad-duración-frecuencia se pueden obtener curvas IDF mediante cópulas. La dependencia de estas variables aleatorias presenta correlación negativa mostrando que no son independientes. La cópula Frank es un modelo adecuado para la caracterización de este tipo de comportamiento y se recomienda su implementación para la construcción de curvas IDF.

**Palabras clave.** Funciones cópula arquimedianas, análisis de frecuencia de crecidas, período de retorno conjunto, curvas IDF y distribución de probabilidad conjunta

---

<sup>128</sup> Docente Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria) y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [wjgomezr@udistrital.edu.co](mailto:wjgomezr@udistrital.edu.co)

## Implementación del Índice de Calidad de Sedimentos canadiense en la Red de Referencia Nacional de Calidad de Agua del IDEAM

León Lizarazo Sebastián<sup>129</sup>, Mejía De Alba Martha Isabel<sup>130</sup>, Tetay Botia Claudia Nicol<sup>131</sup>,  
Rosero Mesa María Constanza<sup>132</sup>

La Red de Referencia Nacional de Calidad de Agua es operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM de Colombia, en todo el territorio Nacional. El presente estudio se enfoca en la implementación de las directrices de calidad de sedimentos canadienses, las cuales establecen rangos límite (Nivel de Efecto Probable “TEL” y Nivel de Efecto muy Probable “PEL”) de concentraciones de metales pesados en los sedimentos de agua dulce. A partir de este indicador, se analizó el nivel de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn) en los sedimentos del país, identificando los puntos de monitoreo con mayores concentraciones, sobre las cuales se realizó un análisis comparativo con los resultados del Índice de Calidad de Agua y nivel de las corrientes.

Inicialmente, se tomaron los datos de la base de datos de la Red de Referencia Nacional de Calidad de Agua del IDEAM, los cuales se organizaron y filtraron de acuerdo a los parámetros guía de la normativa canadiense. Con ello, se identificaron puntos con mayor número de históricos respecto a concentraciones altas en estos metales, siendo aquellos puntos los seleccionados. Luego se identificaron posibles asociaciones entre las cargas contaminantes por metales pesados y su influencia en la calidad del agua, así como su grado de afectación sobre los ecosistemas presentes en los sedimentos de agua dulce.

Finalmente, de los 148 puntos pertenecientes a la Red, 14 tuvieron los índices más altos, es decir, altos históricos con una variedad de metales pesados que se encontraban por encima de los límites establecidos. En el análisis final, se identificaron algunos puntos de monitoreo, como los del río Bogotá con mayor concentración de metales pesados en sedimentos (Cromo, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc) e índice de calidad del agua categoría MALO.

**Palabras clave.** IDEAM, Metales Pesados, Red de Calidad de Agua y Calidad de sedimentos.

---

<sup>129</sup> Estudiante, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, seleonl@correo.udistrital.edu.co

<sup>130</sup> Docente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mimejiaa@udistrital.edu.co

<sup>131</sup> Contratista, Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales, cbotia@ideam.gov.co

<sup>132</sup> Funcionaria Instituto de Meteorología, Hidrología y Estudios Ambientales, mcrosero@ideam.gov.co

## Los posgrados en Agua y Energía de la Universidad de Guadalajara: Perspectivas de investigación de agua y energía

García Edith Xio Mara<sup>133</sup>, Angulo Sherman Abril Adriana<sup>134</sup> y Estrada Vargas Arturo<sup>135</sup>

El crecimiento de las ciudades, los asentamientos urbanos desordenados, la degradación de los suelos, la sobreexplotación de cuencas y acuíferos, así como los efectos del cambio climático, son algunas de las grandes problemáticas por resolver. Aun cuando el desarrollo de grandes metrópolis y la tecnología ha conducido la a mejoras en nuestra calidad de vida, ha distraído al ser humano del cuidado del medio ambiente, llevándolo a una intensa transformación que ha desafiado la capacidad de nuestro planeta, de su auto sustentabilidad. Como una respuesta a las consecuencias de las prácticas no sustentables, la Universidad de Guadalajara propuso, en el año 2012 la creación de la Maestría en Ciencias en Ingeniería del Agua y de la Energía, Maestría en Ingeniería del Agua y la Energía y Doctorado en Agua y Energía, posgrados de Agua y Energía novedosos para México y América Latina. Estos posgrados se encuentran enfocados al fortalecimiento de la investigación y el desarrollo tecnológico en las áreas de agua y energía, buscando el desarrollo de temas integradores de sustentabilidad y conservación del medio ambiente y constituyen una respuesta a las necesidades estatales y regionales. Estos posgrados atienden demandas de sectores productivos, sociales, académicos y principalmente en los sectores científico y tecnológico en el centro occidente del país. Entre los resultados destacados de las investigaciones de los profesores y estudiantes entre los años 2015 y 2019, se cuenta con 76 publicaciones en artículos indexados, 35 publicaciones en congresos, 7 capítulos de libros y un artículo arbitrado. Específicamente en las líneas de generación y aplicación del conocimiento se registran los siguientes resultados: la línea Ciencia y Tecnología del Agua y la Energía cuenta con 14 publicaciones multidisciplinarias, la línea de Gestión Integral del Agua 7 y la línea de materiales avanzados aplicados al agua y la energía 11. Esto indica que el 27% de los trabajos son multidisciplinarios y que esto posiciona a los posgrados en agua y energía como una interesante oferta educativa.

**Palabras clave.** agua, energía, posgrados y Universidad de Guadalajara.

<sup>133</sup> Jefe de Departamento de Estudios del Agua y de la Energía, Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara. E-mail: Edith.garcia@cutonala.udg.mx

<sup>134</sup> Coordinador doctorado en Estudios del Agua y de la Energía, CUT, Universidad de Guadalajara.

<sup>135</sup> Coordinador maestría en Estudios del Agua y de la Energía, CUT, Universidad de Guadalajara.

## PÓSTER 10. Estudio de la percepción de la problemática ambiental en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera

Hellenn Patricia Useche Gutierrez<sup>136</sup>, María Camila Beltrán Lozada<sup>137</sup>, Ivonne Juliana Ayala Clavijo<sup>138</sup>

El Parque Nacional Enrique Olaya Herrera es el segundo parque más antiguo, fundado en 1934, en la ciudad de Bogotá (Salazar, 2009; Salazar, 2007). En la actualidad, se evidencian situaciones que afectan el ambiente, como el mal manejo de los residuos sólidos, que generan malos olores, atraen insectos y roedores; además, de la contaminación auditiva, ya que el parque se encuentra cerca de varias avenidas (Bohórquez, 2013). Los bogotanos, que comparten este espacio en actividades recreativas o de esparcimiento, se ven afectados por lo mencionado anteriormente (Díaz, 2016). En el objetivo, del presente proyecto, se buscó el análisis de la percepción de un grupo de individuos sobre las causas de la contaminación, a través de una encuesta. Como resultado se encontró que los encuestados concordaron en que al Parque le hace falta mantenimiento, específicamente a nivel ambiental, en un 93,7% y creen que es de vital importancia un buen manejo de aseo, un 58% está de acuerdo con que en el Parque existe contaminación auditiva, un 87,4% está en contra de las renovaciones del parque con menos sectores verdes, también el 93% de los encuestados están en desacuerdo con que se hagan fogatas para asados y celebraciones recreativas, dado que este no es lugar adecuado para estas prácticas. Finalmente, en el desarrollo del proyecto, a los participantes luego de la aplicación de la encuesta, se les hizo un llamado a realizar prácticas ambientales para obtener resultados positivos en el uso y manejo de este ecosistema.

**Palabras clave.** Contaminación, Parque Nacional Enrique Olaya Herrera y percepción.

### REFERENCIAS

Bohórquez, D. (2013). Determinación del potencial de restauración ecológica en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II etapa. *Colombia Forestal* 16(2):200-215.

<sup>136</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, hpusecheg@correo.udistrital.edu.co

<sup>137</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, mbeltranl@correo.udistrital.edu.co

<sup>138</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, ijayalac@correo.udistrital.edu.co

Consultado el 3 de mayo de 2020.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-07392013000200006 &lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392013000200006&lng=en&tlng=es)

Salazar, O. (2007). Tiempo libre al aire libre, espacio público y naturaleza en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. *Historia Crítica*. (33):186-208. Consultado el 15 de mayo de 2020.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n33/n33a08.pdf>

Salazar, O. (2009) Paseo de olla, etnografía mínima de una práctica social en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. *Antípoda*. (8):35-61. Consultado el 30 de mayo de 2020.

<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.7440/antipoda8.2009.02>

Díaz, N.L. (2016). Los bordes de los parques, un problema o una oportunidad para mejorar la calidad urbana. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Tesis de grado. Consultado el 3 de abril de 2020.

<http://bdigital.unal.edu.co/55490/1/79350171.2016.pdf>

## PÓSTER 11. Encuesta de percepción ambiental del cerro de Monserrate

María Camila Núñez Gualteros<sup>139</sup>, Shary Nayeli Suarez Martínez<sup>140</sup>, Juan Camilo Páez Páez<sup>141</sup>

Las problemáticas ambientales del Cerro de Monserrate son ocasionadas por las actividades de sus visitantes y de quienes viven en sus alrededores. Estas producen contaminación por residuos sólidos (Ruiz, 2008), deforestación, invasión de especies de flora (Guerrero, 2017) y minería; la última, genera contaminación del acuífero de la sabana y mala calidad del aire (Ramírez y Mora, 2006). El reconocimiento de este Cerro es necesario por parte de la población, para que identifique las afectaciones ambientales. El presente trabajo se realizó mediante una encuesta de opinión. Se encontró que el 94,2% de los encuestados conoce el Cerro de Monserrate, un 51% menciona la presencia de residuos sólidos y el 55,8% identifica la tala de árboles en un contexto histórico (El Espectador, 2010); además, demuestran interés por mejorar la situación actual, ya que el 82,7% de las personas que respondieron la encuesta se ven afectadas por estas situaciones y aportan posibles soluciones para mejorar su entorno, viendo como alternativa de sensibilización la divulgación de información por medio de redes sociales. Garzón (2014) encuentra que habitantes de diferentes localidades percibieron las afectaciones ambientales y mostraron soluciones ante las entidades correspondientes, fomentando la preservación del entorno y generando conciencia. Se observan actualmente en el Cerro, medidas para mitigar los impactos ambientales como las canecas, la difusión de información a lo largo del sendero, que incluye la separación de residuos sólidos para su posterior aprovechamiento. Se resalta que una comunidad interesada por su entorno, puede llegar a ejecutar acciones para la preservación del Cerro de Monserrate.

**Palabras clave.** Cerro de Monserrate, problemática ambiental, contaminación, percepción.

<sup>139</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, mcnunezg@correo.udistrital.edu.co

<sup>140</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, snsuarzsm@correo.udistrital.edu.co

<sup>141</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, jcpaezp@correo.udistrital.edu.co

## REFERENCIAS

- Garzón, F. (2014) Educación ambiental y desarrollo sostenible: el caso de los cerros orientales de Bogotá, Colombia. *Revista Latino Americana Bioética*. 14(1):82-97.
- Ramírez, A. y Mora, J. (2006). Cerros Orientales de Bogotá, territorio sostenible y patrimonio ambiental: Para sus Pobladores Actuales, el Distrito, la Región y la Nación. Consultado el 06 de agosto de 2020. [http://mesacerros.files.wordpress.com/2007/10/documento\\_para\\_el\\_alcaldez.pdf](http://mesacerros.files.wordpress.com/2007/10/documento_para_el_alcaldez.pdf)
- Guerrero, C. (2017) Pinos y eucaliptos: una amenaza para los Cerros Orientales, El Espectador. Consultado el 28 de julio del 2020. <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/pinosyeucaliptosunaamenaza-para-los-cerros-orientales/>
- El Espectador. (2010). Denuncian tala de árboles en los cerros orientales. Consultado el 6 de abril de 2020. <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/denuncian-tala-de-arboles-en-los-cerros-orientales/>

## PÓSTER 12. Percepción socio-ambiental de la Comunidad Universitaria en la sede El Porvenir de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Yesid Camilo Gaona Martínez<sup>142</sup>, María Alejandra López Bojacá<sup>143</sup>, Fabiola Cárdenas Torres<sup>144</sup>

En el año 2017, se da apertura a la sede El Porvenir de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ofertando allí inicialmente el proyecto curricular de Administración Deportiva; luego, en 2018, se trasladan los proyectos curriculares de Administración Ambiental, Ingeniería Sanitaria, Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Tecnología en Saneamiento Ambiental e inician los programas nuevos de Archivística y Comunicación Social. Dado lo anterior, y teniendo en cuenta esta nueva realidad de la comunidad universitaria, se utilizó la cartografía social como un medio para identificar factores influyentes en aspectos sociales y/o ambientales, mediante un mapa dibujado por los participantes (Gómez *et al*, 2019; Gorostiaga, 2017), se fueron identificando fortalezas y debilidades que se percibían del lugar a partir de preguntas, dirigidas a la comunidad universitaria: profesores, estudiantes y administrativos, que frecuentan la sede (Barragán, 2019; Ruiz, 2019). Como resultado se establece, que los administrativos tienen poco conocimiento sobre la sede en particular y de sus fortalezas o debilidades. Tanto profesores como estudiantes, tienen una percepción distinta a la de los administrativos, ya que los últimos están en constante desplazamiento en la sede. Además, se presentan algunas inconformidades por la ubicación de la sede, el inadecuado cercado y la deficiencia de árboles. De esta forma se puede establecer, en el marco de la sostenibilidad, que se debe propender por un mayor aporte de la comunidad, el desarrollo de actividades ambientales formativas que lleven a procesos autónomos de construcción de la comunidad, reconociendo las prácticas individuales para una futura transformación.

**Palabras clave.** Cartografía social, percepción, Sede El Porvenir y percepción.

<sup>142</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, ycaonam@correo.udistrital.edu.co

<sup>143</sup> Estudiante de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos-semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital, maalopezb@correo.udistrital.edu.co

<sup>144</sup> Docente e investigadora. Tutora del semillero PRODUCCIÓN VERDE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, lfcardenast@udistrital.edu.co

## REFERENCIAS

- Gómez, J.A.; González, D.A.; Sotelo, M.J. y Martínez, A. (2019) La cartografía social (mapeo colectivo) en un mundo globalizado: diagnóstico y reconocimiento del territorio y la problemática ambiental en el municipio de Cimitarra-Santander. *Revista de Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente*. 11(17):1-22.
- Barragán, A.N. (2019). Cartografía social: Lenguaje creativo para la investigación cualitativa. *Sociedad y Economía*, (36): 139-159. Consultado el 15 de febrero de 2020. <https://search-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/docview/2237780612?accountid=31491>
- Gorostiaga, J. M. (2017). Perspectivismo y cartografía social: aportes a la educación comparada. *Educação e Realidad*. 42(3), 877-898. <http://dx.doi.org.bdigital.sena.edu.co/10.1590/2175-623665366>
- Ruiz, A. (2019). El potencial de la percepción social aplicada al análisis de la vulnerabilidad en planificación urbana. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*. 45(136), 31-50. Consultado el 3 de abril de 2020. <https://search-proquest-com.bdigital.sena.edu.co/docview/2288653126?accountid=31491>