

Memorias

# VII Congreso Internacional del Agua y el Ambiente

Compartiendo y articulando  
conocimiento sin fronteras

Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby  
(compiladora)



# **Memorias**

## **VII Congreso Internacional del Agua y el Ambiente**

Compartiendo y articulando  
conocimiento sin fronteras

Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby  
(compiladora)



**UD**  
Editorial

© Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
© Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales  
© Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby (compiladora)

**ISSN:** 2744-9769

Primera edición, mayo de 2024

**Líder Unidad de Publicaciones**  
Rubén Eliécer Carvajalino C.

**Gestión editorial**  
Ana Marcela Hernández C.

**Corrección de estilo**  
Hipertexto SAS

**Diagramación**  
Proceditor LTDA.

**Diseño de portada**  
Astrid Prieto Castillo

**Editorial UD**  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Carrera 24 n.º 34-37 Bogotá, D. C., Colombia  
Teléfono: 6013239300 ext. 6202  
Correo electrónico: publicaciones@udistrital.edu.co

**Todos los derechos reservados.**

Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo escrito de la  
Unidad de Publicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.  
Hecho en Colombia.

# Contenido

<b>Presentación</b>	9
<b>Línea temática 1. Gobernanza del agua</b>	11
Gestión, gobernanza integrada del agua y cambio climático: planificación urgente	11
Hombre y naturaleza en estado líquido. Agua, fluidez y sostenibilidad	12
Modelo de gestión del agua para las comunidades indígenas del departamento del Vaupés, Colombia	13
La gota Bachué. Importancia de la sensibilización para el cuidado del agua	14
Impactos ambientales asociados al vertimiento de aguas residuales. Caso de estudio: Vélez, Colombia	15
Análisis de la gobernanza ambiental en el humedal Gualí Tres Esquinas-Lagunas del Funzhé, Funza, Colombia. Una mirada desde los actores territoriales	16
Apropiación social y gobernanza del agua: un estudio en el semiárido rural de Paraíba	17
Estrategia de gestión ambiental escolar del agua para instituciones educativas	18
<b>Línea temática 2. El agua como elemento estratégico para el desarrollo territorial</b>	19
Reconstrucción de la variabilidad ambiental y climática a partir de los anillos de crecimiento de <i>Cedrela odorata</i> l. (meliaceae) en bosque seco tropical, de la región Caribe de Colombia	20

Modelo dinámico para la evaluación del cambio de coberturas de suelo y la relación con su retención hídrica en paisajes rurales	21
Gestión local circular y sostenible del agua en la producción de fresa ( <i>Fragaria sp.</i> ). Caso de estudio: Chocontá, Colombia	22
Procesos de compra y venta de agua en bloque para consumo humano. Estudio de caso: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá	23
Hidrología de la cuenca media del río Bogotá	24
<b>Línea temática 3. Desafíos en la gestión sostenible del agua</b>	25
Midiendo el derecho humano al agua: una propuesta metodológica	25
Las carencias de agua potable en Colombia: análisis de rasgos perennes de acceso al agua potable y al servicio sanitario de eliminación de excretas en Colombia	26
Caudales de conservación de ecosistemas de la sabana estacional. Una aproximación al conflicto de uso en tierras de esta sabana	27
Cambios de la cobertura vegetal en la península de La Guajira, de 1978 a 2019, y su relación con la variabilidad y el impacto climático: desertificación	28
Análisis del estado de la calidad del agua en dos zonas de concentración de distritos mineros priorizadas por el IDEAM (río Nechí y río Atrato), a partir de valores estimados en imágenes satelitales	29
La covid-19 y el patrón de consumo de agua potable en Bogotá, Colombia	30
Acciones jurídicas como medida de recuperación del recurso hídrico. Caso: sentencia 0479 de 2014 (descontaminación del río Bogotá, Colombia)	31
<b>Línea temática 4. Tecnologías apropiadas en el abastecimiento y tratamiento del agua</b>	33
Identificación participativa de tecnologías apropiadas en el distrito de riego triángulo del Tolima	33
Abastecimiento de agua en zonas rurales a partir de soluciones basadas en la naturaleza: comunidades ribereñas del medio Atrato, Chocó, Colombia	34

Adsorción de contaminantes emergentes de aguas residuales empleando tierras diatomeas	35
Sistemas de tratamiento para el río Santiago, México, y sus oportunidades para generar energía	36
Remoción del antibiótico doxiciclina de las aguas residuales tratadas con <i>Chlorella sp.</i> , no viva	37
Producción de ácidos grasos volátiles mediante fermentación acidogénica a escala de laboratorio, utilizando lodos de depuradora primarios y digeridos	38

# Generalidades

**Giovanny Mauricio Tarazona Bermúdez**

Rector

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Claudia María Cardona Londoño**

Decana

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby**

Coordinadora General Ciaya7

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

**José Daniel Diniz Melo**

Rector

Universidad Federal de Río Grande del Norte

**Lindijane de Souza Bento Almeida**

Jefe

Departamento de Políticas Públicas

Universidad Federal de Río Grande del Norte

**Fábio Fonseca Figueiredo**

Coordinador Ciaya7

Programa de Posgrado en Estudios Urbanos y Regionales

Universidad Federal de Río Grande del Norte

## Comité científico y organizador

### **Yolima Del Carmen Agualimpia Dualiby**

yagualimpia@udistrital.edu.co

Proyecto Curricular Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

### **Martha Isabel Mejía de Alba**

mimejiaa@udistrital.edu.co

Proyecto Curricular Ingeniería Ambiental

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

### **Fernando Sánchez Sánchez**

fsanchezs@correo.udistrital.edu.co

Proyecto Curricular Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

### **Fábio Fonseca Figueiredo**

ffabiof@yahoo.com

Programa de Posgrado en Estudios Urbanos y Regionales

Universidad Federal de Río Grande del Norte





## Presentación

El Congreso Internacional del Agua y el Ambiente (Ciaya) es un evento institucionalizado en la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, que nació del proyecto curricular Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos y, en esta séptima versión, unió esfuerzos con el proyecto curricular de Ingeniería Ambiental de la misma facultad y con el programa de posgrado Estudios Urbanos y Regionales, del departamento de Políticas Públicas de la Universidad Federal de Río Grande del Norte.

Tuvo como objetivo general “crear un espacio de participación interdisciplinaria en el conocimiento de los avances, problemas y alternativas de solución relacionadas con la conservación del agua y el ambiente a través de la ciencia y la tecnología, para propender por un desarrollo con responsabilidad ambiental y social”.

El evento se desarrolló de forma mixta, esto es, presencial en la ciudad de Natal, Brasil, y mediado por tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), transmitido por el Facebook Live de la Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada (RITA) y el de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Adicionalmente, se centró en cuatro líneas temáticas: i) *Gobernanza del agua*; ii) *El agua como elemento estratégico para el desarrollo territorial*; iii) *Desafíos en la gestión sostenible del agua*; y, iv) *Tecnologías apropiadas en el abastecimiento y tratamiento del agua*. Este documento contiene los resultados de las investigaciones desarrolladas y presentadas en el Ciaya7, distribuidas en las temáticas mencionadas.



## **Línea temática 1. Gobernanza del agua**

El concepto de ordenanza, dentro del contexto del agua, es entendido como una disposición o mandato que está amparado en una norma jurídica y que, necesariamente, se encuentra subordinado a la ley. Este modelo de planeación estructural alrededor del recurso hídrico se convierte en el eje articulador del ordenamiento territorial, sin embargo, existen diferentes posturas, donde prevalecen visiones como la de ordenar el agua a partir de la cosmogonía, lo cual permite a las comunidades generar apropiación del territorio bajo el criterio de la importancia que tienen las actividades socioeconómicas, en función del uso y el usufructo de los recursos naturales.

A partir de estos criterios se presenta una serie de aportes, en forma de disertaciones y conferencias, que permiten evaluar, revisar y analizar las diferentes concepciones que, frente al uso y el usufructo del recurso hídrico, se deben tomar en consideración, cuando se hace un ordenamiento planeado y planificado que conduzca, desde diferentes posturas, a una estructura racional, que permita la mejora de las condiciones de calidad de vida y de bienestar de las comunidades, dentro del marco de la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental enfocada, y que propenda por direccionar los logros con base en los criterios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

### **Gestión, gobernanza integrada del agua y cambio climático: planificación urgente**

Alves Oliveira Silva, José Irivaldo<sup>1</sup>

#### **Resumen**

El cambio climático del planeta es uno de los temas que más preocupa a la humanidad y cada día aumenta la incertidumbre al respecto. Sin embargo, es

---

1 Doctor en Ciencias Sociales, doctor en Derecho. Profesor e investigador de Productividad CNPq, Universidad Federal de Campina Grande, jose.irivaldo@professor.ufcg.edu.br

necesario recalcar que ya vivimos con otra dinámica bien conocida, que es la búsqueda de la seguridad hídrica para mantener un estilo de vida, muchas veces deletéreo y dañino, para todas las formas de vida sobre la faz de la tierra. Nunca ha sido más importante combinar la gestión y gobernanza integral e integrada del agua con el cambio climático, en términos de los impactos esperados del segundo sobre la primera. Así, el objetivo de esta reflexión es analizar la relación entre la gestión y gobernanza integral del agua y el cambio climático y el medio ambiente. Para ello, hacemos uso del análisis de la literatura disponible, aplicamos el método deductivo y argumentativo, y realizamos el análisis de datos secundarios y documentales. Todavía existe una preocupante falta de planificación entre las diversas escalas administrativas brasileñas, que necesita urgentemente ser implementada y mejorada.

**Palabras clave:** *agua, cambio climático, gestión, gobernanza.*

## **Hombre y naturaleza en estado líquido. Agua, fluidez y sostenibilidad**

Gomes Ferreira, José<sup>2</sup>

### **Resumen**

El debate sobre la cuestión del agua ha cobrado gran importancia y lo que era esencialmente un debate técnico y político ha visto ampliada la discusión para incluir el agua como un bien social y la necesidad de una nueva cultura del agua más participativa y cercana a los ciudadanos. Desde el punto de vista de la gobernanza global, la importancia de los organismos multilaterales es notoria, esta culmina con la aprobación por parte de los miembros de la ONU del agua y el saneamiento como derechos humanos y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. No menos importante es el debate sobre la sostenibilidad, el buen vivir y los derechos de los ríos y de la naturaleza. También se ha recuperado la importancia del agua para las comunidades tradicionales, y se ha debatido desde la filosofía de Tales de Mileto hasta la metapoética bachelardiana. Las experiencias personales de ocio y bienestar contribuyen por sí mismas al bienestar psicológico, la felicidad y al fortalecimiento de las relaciones sociales.

---

2 Profesor visitante, Departamento de Políticas Públicas de la Universidad Federal de Río Grande del Norte y profesor permanente del programa de posgrado en Estudios Urbanos y Regionales, jose.ferreira@outlook.com

El objetivo de la propuesta es abordar la cuestión del agua más allá de los temas clásicos de los servicios de abastecimiento y la gestión de las fuentes de agua, para contribuir a reposicionar el debate sobre el agua desde la perspectiva de los usos cotidianos, de las dimensiones simbólicas y culturales; así mismo, sobre el papel de la memoria y de las prácticas tradicionales como elementos que acercan los ciudadanos al recurso. Aquí se destacan cuatro ejes que se entrecruzan en el análisis de las dimensiones sociales y culturales del agua: fluidez de significados y de relaciones; usos, conflictos y consensos; derechos, deberes y utopías; y retos y preocupaciones.

**Palabras clave:** agua y cultura, crisis hídrica, gobernanza, nueva cultura del agua, tecnologías tradicionales.

## **Modelo de gestión del agua para las comunidades indígenas del departamento del Vaupés, Colombia**

Sánchez Sánchez, Fernando<sup>3</sup>

### **Resumen**

Tomando como referencia que para las comunidades indígenas el concepto de la gobernanza del agua no existe, sino que, en términos cosmogónicos se entiende como ordenanza del agua, articulada en relaciones interpretativas desde la complejidad a través de criterios de equidad, accesibilidad y sustentabilidad.

Entender estas dinámicas en el departamento del Vaupés, involucra empoderar una serie de elementos que se fortalecen a partir del bien común, del buen vivir y de la participación, activa e incluyente, de los diferentes actores sociales en una interacción multicultural, frente a referentes escalares, espaciales y temporales. Este modelo reconoce la prioridad del agua como elemento fundamental para la vida; sin embargo, cambia epistemológicamente cuando para las comunidades objeto de estudio, el agua interactúa de manera sistémica con el aire y con el suelo; de hecho, esa concepción está directamente asociada a su visión politeísta de la vida, tanto en el escenario espiritual como material.

Para las comunidades indígenas que habitan el departamento, el concepto de la gestión del agua está muy lejos de las políticas estatales en el sector hídrico, por cuanto sus estrategias obedecen a una construcción conjunta que se da

---

3 Doctor en Política Pública y Desarrollo Social, UBC, México. Profesor, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, fsanchezs@udistrital.edu.co

en las malokas, escenario que se reconoce como fuente generadora de conocimiento y de sus saberes.

**Palabras clave:** agua, cosmogonía, desarrollo, gobernanza, ordenanza.

## **La gota Bachué. Importancia de la sensibilización para el cuidado del agua**

Rosas Urbina, Claudia Alejandra<sup>4</sup>; Agualimpia Dualiby, Yolima Del Carmen<sup>5</sup>

### **Resumen**

La motivación para emprender este proyecto fue sensibilizar a un grupo de estudiantes entre los 6 y 17 años (grupo Phoenix), apasionados por el medio ambiente y la astronomía, para trabajar por la recuperación hídrica de la quebrada Limas. Esta labor se realizó en la localidad de Ciudad Bolívar, en Bogotá D. C., Colombia. El objetivo fue desarrollar una alternativa de sensibilización a partir de la implementación de un objeto virtual de aprendizaje (OVA). Para crear el OVA, se empleó la metodología de investigación-acción participativa (IAP), teniendo como actores principales a ellos mismos, con la intención de que el/la estudiante reconociera su territorio (fauna, flora agua y suelo), se apropiara y cuidara de este.

El OVA fue bien acogido entre los estudiantes, al ser una herramienta novedosa y didáctica que ellos mismos ayudaron a crear, e incidió en una mayor apropiación del trabajo. Como producto de la interacción con el OVA, cada participante formuló una posible alternativa de solución a la problemática de la quebrada Limas y, de común acuerdo, se eligió la más viable.

**Palabras clave:** objeto virtual de aprendizaje, recuperación hídrica, sensibilización.

---

4 Tecnóloga en Gestión Ambiental y Servicios Públicos. Estudiante de Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, carosasu@correo.udistrital.edu.co

5 Doctora en Ciencias Técnicas, Instituto Superior José Antonio Echeverría, Cuba; magíster en Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Colombia; ingeniera civil, Universidad de la Salle, Colombia. Docente de planta del proyecto curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, sede Bosa El Porvenir. Integrante activa de los grupos de investigación PROGASP-GAIA y Servipúblicos, yagualimpia@udistrital.edu.co

## Impactos ambientales asociados al vertimiento de aguas residuales. Caso de estudio: Vélez, Colombia

Navas Gallo, Nelson Andrey<sup>6</sup>; Gálvez Orozco, Andrés Fernando<sup>7</sup>

### Resumen

En el presente artículo original de investigación, financiado por los autores, se identificaron los impactos ambientales asociados al vertimiento de aguas residuales provenientes del municipio de Vélez, las cuales son descargadas en la quebrada Palenque. Los vertimientos generados afectan las condiciones físico-químicas del recurso hídrico y los ecosistemas circundantes, por lo que se realizó una línea de base ambiental y cartográfica, así como un análisis de cada uno de los componentes del área de influencia.

La caracterización de la quebrada se llevó a cabo con el fin de identificar su estado actual y determinar si el vertimiento cumplía con lo establecido en la normativa colombiana vigente (Resolución 0631 de 2015). Sobre esto, se halló que se encuentra por encima de los límites establecidos, a excepción de los sólidos sedimentables.

Para el proceso, se implementó el método de Conesa para identificar y valorar los impactos ambientales. Entre los resultados obtenidos en esta evaluación se destacan los impactos moderados y severos que, posteriormente, fueron utilizados para crear fichas enfocadas en su mitigación, para los diferentes recursos.

**Palabras clave:** aguas residuales, contaminación, impactos ambientales, vertimientos.

---

6 Docente investigador, Unidades Tecnológicas de Santander, nnavas@correo.uts.edu.co

7 Docente investigador, Unidades Tecnológicas de Santander, afgalvez@correo.uts.edu.co



## **Análisis de la gobernanza ambiental en el humedal Gualí Tres Esquinas-Lagunas del Funzhé, Funza, Colombia. Una mirada desde los actores territoriales**

Vasco Zamudio, Soranlly Paola<sup>8</sup>; Botia Flechas, Clara Judyth<sup>9</sup>

### **Resumen**

El objetivo central de este trabajo es analizar la gobernanza en el humedal Gualí Tres Esquinas-Lagunas del Funzhé en la última década, a partir de las visiones de los actores territoriales. La metodología se fundamentó en la aplicación de entrevistas semiestructuradas, la revisión documental, el análisis matricial y el análisis cualitativo con ATLAS.ti. Las categorías escogidas para el estudio de la gobernanza fueron: el contexto, los actores territoriales, las normas de uso y elección, la participación y el patrón de evolución.

La investigación permitió evidenciar los aspectos importantes para cada una de las categorías de la gobernanza ambiental, tales como: el contexto de deterioro del humedal debido al crecimiento poblacional y las actividades económicas del sector industrial asentado en cercanías a este ecosistema. Los entrevistados reconocen a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) como uno de los actores más relevantes del territorio; en cuanto a las normas de uso y elección que incorporan la gobernanza, se destacan el POM-CA Río Bogotá del año 2019 y el Plan de Manejo Ambiental del año 2017. Los espacios de participación formal e informal más reconocidos fueron la Junta de Acción Comunal y plan padrino del humedal; como el principal patrón de evolución se resalta la declaratoria de Distrito Regional del Manejo Integrado y su Plan de Manejo Ambiental.

**Palabras clave:** actores, humedal, gobernanza ambiental, normas, participación.

---

8 Magíster en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental; especialista en Ambiente y Desarrollo Local, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, [spvascoz@correo.udistrital.edu.co](mailto:spvascoz@correo.udistrital.edu.co)

9 PhD en Geografía, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en convenio con Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Docente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, [cjbotiaf@udistrital.edu.co](mailto:cjbotiaf@udistrital.edu.co)

## Apropiación social y gobernanza del agua: un estudio en el semiárido rural de Paraíba

Ferreira Leite, Andréa<sup>10</sup>; Morais de Sousa, Cidoval<sup>11</sup>;  
Alves de Oliveira Silva, José Irivaldo<sup>12</sup>

### Resumen

Con el presente estudio se buscó comprender cómo ocurre el acceso y la gobernanza del agua en la comunidad rural de Juá (municipio de Mogeiro, Agreste da Paraíba) e identificar cómo esta comunidad periférica tiene acceso al agua y cómo los actores sociales participan en el proceso de gobernanza de la misma. La investigación consideró los principales actores involucrados en este proceso a: habitantes de la comunidad y organismos vinculados a las políticas de recursos hídricos. Se orientó desde dos perspectivas: i) social, que comprende el proceso de apropiación del agua por parte de la comunidad; y, ii) política, a través del relevamiento de las formas de participación de los actores locales en el proceso de gobernanza del agua. Se optó por la modalidad de investigación social con enfoque metodológico cualitativo-cuantitativo.

Entre los resultados se destacan: i) porcentaje significativo de la población viviendo en hogares rurales (55 %); ii) falta de red de abastecimiento de agua en las zonas rurales del municipio; iii) falta de monitoreo de la calidad del agua; iv) uso inexpresivo de las aguas subterráneas en la región, sin pozo en uso registrado por la CPRM en la comunidad de estudio; v) expresiva cobertura del PIMC-ASA en la comunidad de Juá; y, vi) inexistente participación política de la población en materia de gobernanza del agua en la región. Se considera que los resultados pueden servir como base comparativa para otras regiones; señalar posibles debilidades del modelo de gestión del agua adoptado; y apoyar una posible formulación de nuevas políticas de gobernanza del agua.

**Palabras clave:** agreste de Paraíba, comunidad rural, gobernanza del agua.

---

10 Estudiante de maestría en Desarrollo Regional, Universidad del Estado de Paraíba, andrealeiteh@gmail.com

11 Posdoctor en Sociología de la Ciencia y la Tecnología por la Universidad Federal de São Carlos, Universidad del Estado de Paraíba, cidoval@gmail.com

12 Posdoctor en Gestión del Agua, Universidad de Alicante, España. Universidad Federal de Campina Grande, irivaldo.cdsa@gmail.com

## Estrategia de gestión ambiental escolar del agua para instituciones educativas

Novoa Galeano, Martha Alix<sup>13</sup>; Rivera Díaz, Ingrid Alexandra<sup>14</sup>

### Resumen

Ante la crisis ambiental actual, es fundamental el reconocimiento de los límites de la naturaleza con una concepción ética de la sustentabilidad en el que se dé prioridad a los hábitos, las creencias, los valores, los saberes del contexto y la necesidad de involucrar tanto elementos de gestión ambiental como de apropiación de los proyectos por parte de las comunidades. En este sentido, es necesario reconocer que el ámbito escolar es un espacio de complejidad desde las múltiples interrelaciones que se dan en él; allí se evidencian diversos procesos sociales y prácticas multiculturales, en los que las acciones cotidianas son muy importantes y representan una posibilidad para pensar en formas alternativas de vida centradas en la solidaridad y la responsabilidad.

Para las instituciones educativas, los procesos de gestión ambiental deben representar una oportunidad de transformación, por lo que se propone una estrategia desde el componente agua, la cual se articula en cuatro fases: diagnóstico ambiental participativo; formulación de estrategias y plan de gestión; implementación-formación y evaluación-seguimiento, con criterios como ahorro y uso eficiente del agua, prevención de la contaminación, y oferta; y disponibilidad del agua.

**Palabras clave:** gestión ambiental, proyecto ambiental escolar, sustentabilidad.

---

13 Magíster en Docencia de la Química. Docente investigadora y miembro del consultorio ambiental de la Universidad Libre, Colombia. Directora actual del estudio: *Proyectos ambientales con enfoque en el paradigma ecológico y su articulación con el contexto escolar*, marthaa.novoag@unilibre.edu.co

18 14 Magíster en Ciencias agrarias. Docente investigadora y directora del consultorio ambiental de la Universidad Libre, Colombia. Coinvestigadora del estudio: *Proyectos ambientales con enfoque en el paradigma ecológico y su articulación con el contexto escolar*, ingrida.riverad@unilibre.edu.co

## **Línea temática 2. El agua como elemento estratégico para el desarrollo territorial**

El agua es el eje integrador de los sistemas planetarios; como tal, es causante de varios fenómenos y, al mismo tiempo, recibe y evidencia las respuestas ante las distintas alteraciones que se dan en el sistema del cual hace parte. Es imposible pensar en un lugar del planeta que no haga parte de una cuenca hidrográfica, y realizar cualquier actividad sin que el agua esté involucrada de alguna u otra manera.

Los territorios, más allá de la complejidad para definir este término, se articulan y giran en torno al agua. Por ello, en este congreso se estudió cómo el agua puede, o debe, ser el elemento estratégico en el desarrollo territorial.

En esta temática se desarrollaron cinco ponencias que nos hacen reflexionar acerca de la importancia de integrar de forma explícita, y como eje principal, al agua en los distintos enfoques del desarrollo territorial.

# Reconstrucción de la variabilidad ambiental y climática a partir de los anillos de crecimiento de *Cedrela odorata* L. (meliaceae) en bosque seco tropical, de la región Caribe de Colombia

Salgado Jiménez, Mara L.<sup>15</sup>; Briceño Zuluaga, Francisco J.<sup>16</sup>; Jaramillo M., Alejandra<sup>17</sup>

## Resumen

El bosque seco tropical guarda información relacionada con el paleoclima y, a partir del estudio del ancho de los anillos de crecimiento de los árboles se puede comprender cómo han sido las tendencias en la variabilidad climática. Sin embargo, para el neotrópico no se han realizado análisis empleando *software* dendroclimatológicos, los cuales optimizan las mediciones.

Debido a esto, el presente estudio busca realizar una reconstrucción a través de la firma dendrocronológica de *Cedrela odorata* con el registro de la señal climática a lo largo del tiempo, en la región del Caribe colombiano. Se tomaron 60 núcleos (2 por árbol) del tronco de *C. odorata* ubicados en la región objeto de estudio. La reconstrucción se hizo con los programas dendroclimatológicos CooRecorder y CDendro. A partir de las dendrocronologías, el análisis dendroanatómico de *C. odorata* evidencia una correlación entre los histórico climáticos de la región Caribe y el estudio dendrocronológico. Los resultados obtenidos son una base para futuros programas gubernamentales de mitigación y adaptación de las comunidades al cambio climático.

**Palabras clave:** cambio climático, *Cedrela odorata* (cedro rojo), dendroclimatología, trópico.

---

15 Estudiante de Biología Aplicada, Universidad Militar Nueva Granada, est.mara.salgado@unimilitar.edu.co

16 Doctor en Geoquímica Ambiental. Profesor, Universidad Militar Nueva Granada, francisco.briceno@unimilitar.edu.co

17 Doctora en Botánica. Docente, Universidad Militar Nueva Granada, maria.jaramillo@unimilitar.edu.co

## Modelo dinámico para la evaluación del cambio de coberturas de suelo y la relación con su retención hídrica en paisajes rurales

Ibarra Vega, Danny<sup>18</sup>; Amador Moncada, Jorge<sup>19</sup>

### Resumen

El cambio de coberturas es el principal motor de transformación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, incluyendo la disponibilidad de agua en el suelo. Los modelos construidos con dinámica de sistemas permiten comprender el comportamiento de un sistema delimitado bajo diferentes intervenciones, como lo es un paisaje rural en el que han sido identificados los tipos de coberturas y su relación con la retención hídrica del suelo.

En este trabajo se logró entender, de manera sistémica y estructural, la forma en como el cambio de coberturas de una unidad de paisaje influye en la capacidad de gestión del recurso hídrico. Las coberturas utilizadas fueron bosques, herbazales y pastizales con ganadería, y de allí se formuló el modelo matemático que visualiza la interacción posible existente entre ellos y cómo el cambio en el tiempo puede generar afectación sobre la retención hídrica del suelo. Las simulaciones obtenidas permiten ver las transformaciones que ocurren en el territorio, y de qué manera los cambios de las retenciones hídricas están directamente asociados con los de las coberturas; por esta razón, este modelo teórico puede ser replicado para la evaluación de estrategias de conservación de áreas naturales, basándose en el servicio de disponibilidad de agua.

**Palabras clave:** agua, cobertura del suelo, dinámica de sistemas, modelamiento.

---

18 Doctor en Ingeniería, magíster en Gestión Ambiental, especialista en Gerencia Ambiental, ingeniero biotecnológico e ingeniero ambiental. Profesor, Universidad Francisco de Paula Santander, dwibarrave@unal.edu.co

19 Doctor en Ingeniería, magíster en Automática e ingeniero químico. Investigador, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, jaamadorm@unal.edu.co

## Gestión local circular y sostenible del agua en la producción de fresa (*Fragaria sp.*). Caso de estudio: Chocontá, Colombia

Espinosa García, Helmut<sup>20</sup>; Garzón Cortés, Giovanna<sup>21</sup>

### Resumen

La producción hortofrutícola de pequeña escala en Colombia muestra deficiencias en la gestión sostenible del recurso hídrico en cuanto a la conservación, recuperación, reúso y regeneración del agua, desde el enfoque de la economía circular. En el caso del cultivo de la fresa (*Fragaria sp.*) en el municipio de Chocontá, en la región centro del país, se identificaron factores restrictivos a la producción sostenible territorial en unidades agrícolas familiares convencionales, considerando los diferentes eslabones de la agrocadena en análisis circular. Con este alcance, esta investigación de tipo descriptivo buscó plantear alternativas de gestión ambiental que implican la protección de los recursos estratégicos como el agua, pensados desde los modelos de transición de la economía circular.

La formulación de los posibles cierres de bucles y propuestas de sostenibilidad asociadas a la gestión integral del recurso hídrico en la pequeña producción de fresa, pretenden articularse dentro de las potencialidades generadas en las estrategias planteadas en instrumentos de política pública de Crecimiento Verde, la Energía Nacional de Economía Circular (ENEC) y las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para Colombia, en el marco del desarrollo rural local.

**Palabras clave:** agricultura familiar sostenible, desarrollo rural sostenible, economía circular, gestión integral del agua, producción de fresa.

---

20 Profesor investigador líder del grupo PROGASP-GAIA, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, hespinosa@udistrital.edu.co

21 Profesora investigadora del grupo GARN, Universidad Santo Tomás, giogarzoncortes@gmail.com

## Procesos de compra y venta de agua en bloque para consumo humano. Estudio de caso: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

Mogollón López, Juan Felipe<sup>22</sup>; Agualimpia Dualiby, Yolima Del Carmen<sup>23</sup>; Angarita Manosalva, Édinson<sup>24</sup>

### Resumen

El agua ha sido y será el elemento más importante para la vida porque conserva características y propiedades vitales para el ser humano, así como para el resto de los animales y seres vivos existentes en el planeta Tierra. Sin embargo, no todas las comunidades cuentan con las condiciones para realizar dichos procesos debido a limitaciones técnicas, en recursos legales, económicos o financieros. Para responder ante esta necesidad, surge la venta de agua en bloque, la cual es distribuida por las respectivas empresas prestadoras de los servicios de agua potable a otras empresas o a terceros, quienes efectúan el cobro final a sus usuarios según la distribución y necesidades propias del territorio. La investigación se realizó en Bogotá, Colombia, con el fin de identificar cuáles son las metodologías que emplea la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá en los procesos de agua en bloque, a través de una metodología cualitativa basada en el modelo del diseño documental. Para poder realizar el proceso de venta y compra en esta modalidad, se debe seguir una metodología que permita establecer parámetros y pautas entre las partes para fijar un acuerdo de beneficio común, respetando la normatividad ambiental, el saneamiento básico, las propiedades del líquido y las características y necesidades del terreno.

**Palabras clave:** agua en bloque y acuerdo de beneficio, proceso de compra y venta de agua.

- 
- 22 Estudiante en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jfmogollonl@correo.udistrital.edu.co
  - 23 Doctora en Ciencias Técnicas, Instituto Superior José Antonio Echeverría, Cuba; magister en Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Colombia; ingeniera civil, Universidad de la Salle, Colombia. Docente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, yagualimpia@udistrital.edu.co
  - 24 Ingeniero catastral y geodesta; especialista en Servicios Públicos Domiciliarios, Universidad Externado de Colombia. Investigador del grupo Servipúblicos, profesor asistente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, eangaritam@udistrital.edu.co



## Hidrología de la cuenca media del río Bogotá

Latorre Pineda, Karol Tatiana<sup>25</sup>

### Resumen

El recurso hídrico es uno de los componentes más importantes del territorio, ya que es un elemento básico de toda actividad económica, la cual es acompañada con diversas dinámicas naturales, así como el equilibrio de los ecosistemas. El lugar de estudio se destaca por poseer relieves planos ligeramente ondulados, que corresponden a la salida del río Bogotá antes del salto del Tequendama, comprendiendo los municipios de Soacha, Granada, Mosquera, Sibaté y, en menor proporción, San Antonio del Tequendama y Bogotá.

Este estudio tiene el fin de mostrar qué ocurre en la cuenca media del río Bogotá, exactamente en la parte del municipio de Sibaté; esto, por medio del análisis de algunas variables meteorológicas y condiciones físicas de la cuenca. Dentro de cada uno de los análisis se muestra la característica morfométrica, ordenamiento del territorio y condiciones climáticas como: precipitación, humedad relativa y demás aspectos básicos del recurso hídrico. Cada una de las variables y metodologías utilizadas en el estudio permitió establecer comparaciones precisas para la investigación hidrológica.

Por otro lado, se puede concluir que son datos confiables, ya que se extrajeron de páginas oficiales del Estado colombiano. Hay limitaciones por los datos de las estaciones meteorológicas, las cuales no tienen los mismos rangos de año, por lo que se debe tomar en cuenta otras fuentes para poder completar la información. Se recomienda reactivar las estaciones presentes en la zona para poder tener más datos y minimizar los porcentajes de error de los estudios siguientes.

**Palabras clave:** estaciones meteorológicas, recurso hídrico, variables meteorológicas.

---

25 Ingeniera ambiental, auxiliar de laboratorio, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ktlatorrep@corre.udistrital.edu.co

## **Línea temática 3. Desafíos en la gestión sostenible del agua**

El agua es la base de toda la actividad ecosistémica, económica y social, para las cuales es necesario su uso, y recibe en muchas ocasiones la contaminación generada por el desarrollo de estas. Por lo tanto, se enfrenta a fenómenos como la sobreexplotación y la contaminación, entre otros, pone en riesgo no solo los propios ciclos hídricos sino el desarrollo futuro de las actividades de las cuales depende. Por eso, es preciso reflexionar acerca de los problemas a los que se enfrenta y a las soluciones que permiten que se pueda seguir disponiendo del agua, de forma oportuna y sin alterar sus ciclos.

Se presentaron siete ponencias en esta línea temática, las cuales abarcaron normatividad; alteraciones territoriales y efectos asociados a ella; el acceso al agua como derecho; las alteraciones en su calidad y sus efectos; y cómo el consumo humano reaccionó durante los primeros meses de la alerta por el covid-19. Estos temas nos invitan a reflexionar y a trabajar de forma urgente en la búsqueda de alternativas para hacer una gestión sostenible del agua.

### **Midiendo el derecho humano al agua: una propuesta metodológica**

Jalomo Aguirre, Francisco<sup>26</sup>

#### **Resumen**

Uno de los principales desafíos hoy, en materia de derechos humanos ante el contexto global, regional y local, es garantizar el cumplimiento del derecho al agua, como base en la realización de otros derechos fundamentales, tales como la vida, la salud, la alimentación, la vivienda, la educación, entre otros.

---

26 Doctor en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad. Profesor investigador y creador-coordinador del Diplomado Internacional en Desarrollo Sustentable y Derecho Ambiental, Universidad de Guadalajara, francisco.jalomo@academicos.udg.mx

Por eso, este trabajo parte de una revisión de los principales documentos legales acuñados en el contexto internacional por organismos como las Naciones Unidas y otros, para esbozar una propuesta metodológica que pretende medir el cumplimiento del derecho humano al agua. Es así como se vincula la teoría con la realidad, a través de tres aplicaciones o pruebas piloto en localidades mexicanas, donde existe presencia de sectores poblacionales marginados.

Así, se pretende construir una propuesta innovadora que vuelva tangible el derecho humano al agua en una sociedad y territorio específicos, para buscar con posterioridad mecanismos legales que permitan su defensa. Con la firme intención de superar los discursos subjetivos relativos al agua, en cuanto a su visión como derecho, que son meramente enunciativos pero que no establecen con claridad cómo es que el referido precepto estaría en condiciones de cumplimiento o violación, según el caso del que se trate.

Por ello, se han construido hasta el momento las llamadas 7 C, relativas al derecho objeto de estudio, que permiten comprender de forma integral sus parámetros y dimensiones como lo son: cantidad/continuidad, calidad, cobertura, costo justo, cultura y conciencia.

**Palabras clave:** agua, derecho humano, garantías fundamentales, metodología.

## **Las carencias de agua potable en Colombia: análisis de rasgos perennes de acceso al agua potable y al servicio sanitario de eliminación de excretas en Colombia**

Alfonso R., Óscar A.<sup>27</sup>; Castro Agualimpia, Sara Lucía<sup>28</sup>

### **Resumen**

La fragmentación socioespacial conlleva a la exclusión de millones de personas del acceso a bienes públicos. En el caso del acceso a sistemas de provisión de

---

27 Doctor en Planeamiento Urbano y Regional, economista. Profesor emérito, Universidad Externado de Colombia. Líder grupo de investigación Construcción de Estado, Territorio y Paz. Coordinador de la Colección Economía Institucional Urbana y los observatorios Hambre Cero: Malnutrición, Pérdida y Desperdicio de Alimentos; CELULA, Coalición de Estudios Laboratorio de Usos Lícitos de los Alcaloides; y, MetroMun, Coyuntura Metropolitana y Municipal, oscar.alfonso@uexternado.edu.co

28 Economista. Estudiante de maestría en Economía con énfasis en el análisis de políticas económicas, Universidad de Aix Marseille. Pasante de la Société du Canal de Provence en Aix en Provence, Francia, sara-lucia.castro@canal-de-provence.com y saraluciacaastro@gmail.com

agua confiable, esa desigualdad se agrava con la corrupción y el trato inequitativo. La ponencia se ocupa de este fenómeno y, en ella se exponen los resultados de los análisis geoespaciales sobre la gestión del agua confiable en los municipios colombianos.

El agua potable carece de sustitutos y el saneamiento es clave para la prevención de enfermedades. La ausencia de una provisión confiable contribuye a una mayor divergencia de capacidades psicomotoras e intergeneracionales. La corrupción administrativa se asocia con la monopolización de la provisión de los servicios que conlleva a malas prácticas, como en el caso de los bonos de agua que, inicialmente, buscaban facilitar la financiación de obras de acueducto y alcantarillados en 117 municipios que, en últimas, hoy se encuentran endeudados y sin un aumento significativo en la cobertura. Este fenómeno se presenta de forma simultánea con la inequidad del cobro, lo que al final ejerce mayor presión sobre los hogares en condición de pobreza. A diferentes escalas espaciales, las contigüidades de las carencias dan lugar a la construcción de periferias y se puede observar que el desarrollo regional no atiende a esfuerzos sistemáticos. A su vez, existe una autocorrelación espacial entre los municipios con elevados déficits.

**Palabras clave:** agua potable, bonos de agua, corrupción, periferias, servicio sanitario.

## **Caudales de conservación de ecosistemas de la sabana estacional. Una aproximación al conflicto de uso en tierras de esta sabana**

Castro Méndez Carlos Enrique<sup>29</sup>; Agualimpia Dualiby Yolima Del Carmen<sup>30</sup>

### **Resumen**

El proceso de paz que se adelanta en Colombia, luego de la firma de los acuerdos en 2016, incluyó dentro de sus soluciones la utilización agrícola de las tierras

---

29 Candidato a doctor en Geografía, magíster en Geografía, especialista en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas y agrólogo. Integrante activo del grupo de investigación PROGASP-GAIA, cecastro77@gmail.com

30 Doctora en Ciencias Técnicas, Instituto Superior José Antonio Echeverría, Cuba; magíster en Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Colombia; ingeniera civil, Universidad de la Salle, Colombia. Docente proyecto curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Integrante activa de los grupos de investigación PROGASP-GAIA y Servipúblicos, yagualimpia@udistrital.edu.co

localizadas en la sabana estacional colombiana que, de acuerdo con la cartografía de conflictos de uso, se encuentra en grado de subutilización ligera. En el enfoque ambiental, se promulga el Decreto 2245 en el 2017 que pide el acotamiento de las rondas hídricas, como una medida más específica derivada del Decreto 2811 de 1974, el cual establece la protección de las rondas hídricas en una distancia de 30 m.

Estas soluciones no controlan, en muchos de los casos, los aprovechamientos de agua que se puedan dar en la instalación de cultivos exigentes en agua. Se propone la delimitación de los suelos hidroconductores (SHC) y su monitoreo, como una medida más eficaz para controlar la extracción excesiva de este elemento ambiental.

Se analizan cartografías oficiales de oferta y demanda de agua, y caudales de conservación de ecosistemas, se comparan con las delineaciones de suelos hidroconductores, se estudian índices climáticos y se muestran efectos. Se presenta una nueva propuesta de conflicto de uso de las tierras, en relación con el índice de escasez modificado por el balance hídrico.

**Palabras clave:** caudales de conservación de ecosistemas, conflicto de uso, sabana estacional, suelos hidroconductores.

## **Cambios de la cobertura vegetal en la península de La Guajira, de 1978 a 2019, y su relación con la variabilidad y el impacto climático: desertificación**

Quiroga Camargo, William Esteban<sup>31</sup>; Cubides Serna, Ivonne Natalia<sup>32</sup>; Briceño Zuluaga, Francisco Javier<sup>33</sup>

### **Resumen**

En Colombia, el 78,9 % de las zonas secas del país presentan diferentes niveles de desertificación derivados de procesos naturales y antropogénicos que ocasionan la pérdida de biodiversidad y la transformación de ecosistemas naturales. La Guajira es una región propensa a la desertificación, por tener una zona

---

31 Estudiante del Programa de Biología Aplicada, departamento de Biología. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada, sede Campus, Cajicá, Colombia, est.william.quiroga@unimilitar.edu.co

32 Estudiante del Programa de Biología Aplicada, departamento de Biología, facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada, sede Campus, Cajicá, Colombia, est.ivonne.cubides@unimilitar.edu.co

33 Docente de la maestría en Biología Aplicada, Universidad Militar Nueva Granada, sede Campus, Cajicá, Colombia, francisco.briceno@unimilitar.edu.co

de transición de desierto a bosque tropical y por el asentamiento de población vulnerable. Este estudio evaluó los cambios en los patrones de la cobertura vegetal en la zona alta, media y baja de La Guajira y su relación con la variabilidad e impacto climático, a partir de la caracterización del Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI), la clasificación supervisada y cálculo del SPI desde 1978 hasta 2019, utilizando imágenes satelitales Landsat 1-8 en tres localidades (desierto, bosque de transición y bosque tropical). Los resultados mostraron incrementos en el área de cobertura vegetal, comparando los periodos lluviosos y secos, verificando que la zona alta no presenta procesos de desertificación, mientras la zona media y baja son áreas susceptibles a este fenómeno por cambios de uso de suelo y el patrón de lluvias.

**Palabras clave:** cambio climático, cambio uso de suelo, desertificación, clasificación de terreno, teledetección.

## **Análisis del estado de la calidad del agua en dos zonas de concentración de distritos mineros priorizadas por el IDEAM (río Nechí y río Atrato), a partir de valores estimados en imágenes satelitales**

Araque Medina, Claudia Juliana<sup>34</sup>; Nieto Valencia, Nelson Andrés<sup>35</sup>;  
Tetay Botia, Claudia Nicol<sup>36</sup>; Mejía de Alba, Martha Isabel<sup>37</sup>;  
y Rosero Mesa, María Costanza<sup>38</sup>

### **Resumen**

En el presente estudio se realizó el análisis de imágenes satelitales Sentinel 2 y, posteriormente, se determinaron los índices espectrales de agua NDWI, MNDWI, NDSSI, NWI y NSMI, respecto a diferentes variables de calidad de agua medidas en campo (SST, turbiedad, pH y algunos metales pesados) en los puntos de interés. De estas variables, la turbiedad presentó la mayor correlación

---

34 Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, julianaaraque.cjam@gmail.com

35 Especialista en Sistemas de Información Geográfica, IDEAM, nneellv@gmail.com

36 Especialista en Calidad del Agua, IDEAM, cbotia@ideam.gov.co

37 Ingeniera Química, magister en Ingeniería Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, mimejiaa@udistrital.edu.co

38 Ingeniero Civil, IDEAM, mrosero@ideam.gov.co

con un  $r^2$  de 0,7936 con el índice NDSSI para la cuenca del río Atrato, y de 0,7934 con el índice NSMI para la cuenca del río Nechí; las otras variables tuvieron baja correlación, por lo que no es representativo para la estimación de sus concentraciones. Así, de acuerdo con la ecuación de correlación obtenida de cada índice nombrado, se estimó la concentración de turbiedad en 37 puntos en la cuenca del río Atrato y en 9 puntos en la del río Nechí. A partir de estos resultados, se concluyó que el uso de índices espectrales puede ser útil para la estimación de turbiedad en cuerpos lóticos; sin embargo, se recomienda evaluar la metodología con un mayor número de datos.

**Palabras clave:** análisis de imágenes satelitales, calidad del agua, índices espectrales, turbiedad.

## **La covid-19 y el patrón de consumo de agua potable en Bogotá, Colombia**

Durán Chico, Alfonso<sup>39</sup>; De Plaza Solórzano, Juan Sebastián<sup>40</sup>

### **Resumen**

La covid-19 provocó un impacto significativo en todos los sectores de la vida humana; y los servicios de distribución de agua no fueron la excepción, dado que se ha registrado un cambio de comportamiento en el consumo de agua en varias regiones del planeta, asociado a las medidas de aislamiento e higiene impuestas para contener el nuevo coronavirus. Este estudio analiza el patrón de consumo de agua en Bogotá D. C., Colombia, mediante la revisión de los datos de consumo por estrato y clase de uso, suministrados por la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) entre los años 2018 y 2020. Todos los sectores presentaron una disminución en el consumo, a excepción del sector residencial en el cual aumentó. Con los resultados encontrados y mediante la recopilación bibliográfica, se proponen una serie de estrategias útiles para establecer sistemas de suministro resilientes en la etapa poscovid-19.

---

39 Tecnólogo en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, estudiante de Ingeniería Sanitaria, investigador del grupo de investigación en Ingeniería Sanitaria (GIIS), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, aduranc@correo.udistrital.edu.co

40 Tecnólogo en Construcciones Civiles, ingeniero civil, magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Manejo Sostenible de Recursos Hídricos e Hidro-informática, coordinador de pregrado del Programa de Ingeniería Sanitaria y director del grupo de investigación en Ingeniería Sanitaria (GIIS), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, sjsebastiand@correo.udistrital.edu.co

**Palabras clave:** Colombia, coronavirus, infraestructura crítica, patrón de consumo de agua, poscovid.

## **Acciones jurídicas como medida de recuperación del recurso hídrico. Caso: sentencia 0479 de 2014 (descontaminación del río Bogotá, Colombia)**

Rivera Moreno, Carlos Julio<sup>41</sup>

### **Resumen**

El ámbito jurídico es primordial para ejecutar acciones en la protección de recursos naturales. En Colombia existe la sentencia 0479 de 2014 (Descontaminación del río Bogotá y sus afluentes), iniciada por acciones populares de ciudadanos.

En seis años de acompañamiento se evidencian contribuciones como disminución de vertimientos, mejora en tratamiento de aguas residuales y planes maestros de acueducto y alcantarillado y de saneamiento, mayor cobertura de PTAR, protección de rondas hídricas, organización urbanística, reforestaciones, celebraciones ambientales, programas de EA y seguimiento de los PRAE, esfuerzos en aprovechamiento y disposición de los residuos sólidos.

En contraposición, la falta de recursos económicos de entidades territoriales para inversiones en infraestructura, falencias en aspectos técnicos, vacíos en establecimiento de indicadores para evaluar avances, procesos e impactos, dilatación de procesos por acciones jurídicas entre las entidades territoriales y el tribunal administrativo de Cundinamarca.

Ocho años después, los principales logros son: sectores para navegación, recuperación de fauna y flora, mejoramiento paisajístico, apropiación del territorio y disminución de contaminación. Es importante resaltar que la sentencia había fijado periodo entre tres meses a tres años para descontaminación, el cual no se cumplió.

**Palabras clave:** contribuciones, descontaminación, falencias, río Bogotá, sentencia.

---

41 Magíster en Cambios Globales y Riesgo de Desastres, y especialista en Prevención, Atención y Reducción de Desastres y administrador ambiental y de los recursos naturales. coordinador para el seguimiento y cumplimiento de las órdenes de la sentencia 0479 de 2014 (Descontaminación del río Bogotá), Alcaldía Municipal de La Calera, carjulriver@yahoo.com





## **Línea temática 4. Tecnologías apropiadas en el abastecimiento y tratamiento del agua**

Revisar el tema de las tecnologías apropiadas, entendidas estas como aquellas que responden a criterios técnicos en contextos ambientales y sociales particulares, es sumamente importante debido a los problemas que afrontan muchas poblaciones. Asuntos como el abastecimiento de agua potable y la contaminación del agua como resultado del desarrollo de las actividades antrópicas en las que el uso de agua es indispensable.

En esta línea temática se incluyeron resultados de investigaciones relacionados con tecnologías apropiadas aplicadas a distritos de riego, abastecimiento de agua en zonas rurales a partir de soluciones basadas en la naturaleza, adsorción de contaminantes emergentes, remoción de antibióticos, sistemas de tratamiento y posibilidades de aprovechamiento energético, y producción de ácidos grasos a partir de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales.

### **Identificación participativa de tecnologías apropiadas en el distrito de riego Triángulo del Tolima**

Gutiérrez Malaxechebarría, Álvaro Martín<sup>42</sup>; Torres Ramírez, Daniela<sup>43</sup>

#### **Resumen**

La implementación de tecnologías apropiadas en los sistemas agrícolas permite la intensificación sostenible de los mismos; es una respuesta importante a las consecuencias de la variabilidad climática y a las dificultades en general en

---

42 Doctor en Estudios Ambientales y Rurales, magíster en Ingeniería Civil e ingeniero civil. Profesor Asociado Universidad Distrital Francisco José de Caldas; profesor de Cátedra, Universidad Nacional de Colombia, amgutierrezm@udistrital.edu.co

43 Ingeniera ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, danitorres2509@hotmail.com

los sistemas de producción agrícolas. Son tecnologías que posibilitan el mejoramiento de la calidad de vida de los campesinos.

Esta investigación, de enfoque participativo, tuvo lugar en territorio del distrito de riego Triángulo del Tolima (DRTT) en Colombia. Se llevó a cabo una serie de encuestas que permitieron calificar e identificar las preferencias de la población por ciertas tecnologías apropiadas, propuestas por los investigadores y por otras propuestas realizadas en conjunto con ellos. Se encontró que las elecciones se relacionan con la optimización del recurso hídrico, que es escaso. Además, se identificó que uno de los factores de más relevancia para la adopción o no de una tecnología tiene que ver con variables económicas, seguidas de las educativas. El estudio revela la importancia de hacer partícipe a la comunidad en la propuesta de cualquier proyecto que mejore sus condiciones de vida.

**Palabras clave:** escasez, optimización de sistemas de riego, tecnologías apropiadas, Tolima.

## **Abastecimiento de agua en zonas rurales a partir de soluciones basadas en la naturaleza: comunidades ribereñas del medio Atrato, Chocó, Colombia**

Asprilla Lara, Yefer<sup>44</sup>; Lizcano Caro, José Andelfo<sup>45</sup>

### Resumen

El abastecimiento de agua, tanto en zonas urbanas como rurales, es uno de los desafíos que tienen los países en el ámbito global, en especial los ubicados en regiones con altos índices de escasez, generados por el fenómeno del cambio climático, el crecimiento poblacional, la sobreexplotación de las fuentes hídricas, entre otros. En este sentido, las soluciones basadas en la naturaleza son alternativas que proporcionan beneficios sociales, económicos y ambientales a una población, en especial a las de bajos ingresos. Las comunidades rivereñas del medio Atrato,

---

44 Ingeniero civil, magíster en Ingeniería, y doctor en Movilidad Urbana y Territorio. Investigador Grupo Servipúblicos. Profesor asociado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, yasprilla@udistrital.edu.co

45 Ingeniero catastral y geodesta, magíster en Planeación Urbana y Regional, doctor en Ingeniería y profesor titular de planta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jalizcanoc@udistrital.edu.co

en el departamento del Chocó, no cuentan con sistemas de acueducto que les garanticen continuidad y calidad en el suministro de agua potable.

Este trabajo revisa las alternativas utilizadas para acceder al valioso líquido, las cuales están sustentadas en la naturaleza, tales como el aprovechamiento de aguas lluvias y otras soluciones sostenibles que les permiten acceder al agua para el consumo humano, lo cual contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el 2030. Metodológicamente, se acudió a la revisión documental, inspección visual *in situ* y observación participante. Los resultados dan cuenta de las soluciones prácticas aplicadas y de bajo costo en el abastecimiento de agua, haciendo uso de los recursos naturales que les provee el entorno donde se encuentran asentadas estas poblaciones.

**Palabras clave:** abastecimiento, agua lluvia, naturaleza, ribereñas, zonas rurales.

## **Adsorción de contaminantes emergentes de aguas residuales empleando tierras diatomeas**

Medina Esparza, Wendy Nayely<sup>46</sup>; Del Real Olvera, Jorge<sup>47</sup>;  
Reyes Gómez, Víctor Manuel<sup>48</sup>; Leal Quezada, Luz Olivia<sup>49</sup>

### **Resumen**

Debido al estado de escasez y deterioro en que se encuentran diversos cuerpos de agua, ocasionado por el aporte y acumulación de contaminantes convencionales (metales pesados, sólidos totales, bacterias coliformes) y contaminantes emergentes (fármacos, productos de higiene personal, drogas, pesticidas), resulta imprescindible el desarrollo y aplicación de nuevos materiales adsorbentes que favorezcan los procesos de tratamiento actuales para la depuración de efluentes residuales. Esto porque la mayoría de los sistemas empleados actualmente, no son capaces de remover los contaminantes presentes que, aunque

---

46 Estudiante de doctorado, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., wendy.medina@cimav.edu.mx

47 Investigador titular, Unidad de Tecnología Ambiental, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco, jdelreal@ciatej.mx

48 Investigador titular, Red de Ambiente y Sustentabilidad, Instituto de Ecología, A. C., victor.reyes@incol.mx

49 Investigadora titular, departamento de Medio Ambiente y Energía, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S. C., luz.leal@cimav.edu.mx

se encuentran en bajas concentraciones, tienden a bioacumularse y provocar toxicidad en el ambiente y la salud humana y animal.

En el presente estudio, se evalúa la eficiencia de remoción del fármaco acetaminofén (ACE) en aguas sintéticas, empleando tierras diatomitas como material adsorbente. Para llevar a cabo la adsorción del contaminante, se propusieron diversas condiciones de operación, modificando parámetros como pH, concentración de ACE y cantidad de diatomitas, por medio de la técnica de prueba de jarras. Los resultados experimentales obtenidos presentan porcentajes de remoción favorables, lo que comprueba que el sistema propuesto puede ser una alternativa interesante para su posible aplicación en las plantas de tratamiento o en cuerpos de agua naturales.

**Palabras clave:** acetaminofén, adsorbente, contaminantes emergentes, diatomeas, tratamiento de agua.

## **Sistemas de tratamiento para el río Santiago, México, y sus oportunidades para generar energía**

Sulbarán Rangel, Belkis<sup>50</sup>; Barrera Rojas, Jesús<sup>51</sup>; Del Real Olvera, Jorge<sup>52</sup>; Gurubel Tun, Kelly Joel<sup>53</sup>

### **Resumen**

En los procesos de tratamiento de agua residual se busca garantizar que un efluente sea depositado en un entorno con una calidad tal que pueda reincorporarse al entorno receptor. Para ello, se usa un tren de tratamiento, el cual es un conjunto de operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es la eliminación o reducción de la contaminación en las aguas.

Los procesos biológicos, a partir de lodos activados, son muy utilizados en los sistemas de tratamientos de agua residuales. De acuerdo con esto, la presente investigación muestra la posibilidad de usar sistemas de tratamiento en

---

50 Doctora en Ciencia de Materiales, Universidad de Guadalajara, belkis.sulbaran@academicos.udg.mx

51 Doctor en Ciencias, especialista en Bioquímica, Universidad de Guadalajara, jbarrerar@gmail.com

52 Doctor en Ciencias Ambientales, Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), jdelreal@ciatej.mx

53 Doctor en Ciencias, especialista en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Guadalajara, joel.gurubel@academicos.udg.mx

aguas residuales provenientes del río Santiago y la oportunidad de producción de energía. El río Santiago es conocido como uno de los más contaminados de México; se ha reportado que la escasa y pobre calidad del agua en este, se debe a las descargas constantes de aguas residuales urbanas e industriales, las cuales se han estimado en 637 000 m<sup>3</sup>/día. Dar un tratamiento a este efluente ayudaría a mejorar la calidad de vida de las comunidades que se encuentran ubicadas a 1 km de los cursos de agua, estimadas en 1 millón de habitantes, aproximadamente.

**Palabras clave:** aguas residuales, cogeneración de energía, planta de tratamiento, río Santiago.

## Remoción del antibiótico doxiciclina de las aguas residuales tratadas con *Chlorella sp.*, no viva

Angulo Mercado, Edgardo<sup>54</sup>; Polo Escorcía, Jasivis<sup>55</sup>; Cassiani Valdez, Heidy<sup>56</sup>; Albis Arrieta, Alberto<sup>57</sup>; Mercado Martínez, Iván<sup>58</sup>; Cubillan Acosta, Nestor<sup>59</sup>

### Resumen

En este trabajo se evaluó la remoción de doxiciclina (DOX) usando biomasa de *Chlorella sp.* no viva (AM), la cual se cultivó por un periodo de 20 días hasta alcanzar una tasa de crecimiento estacionaria, para luego centrifugarla y secarla, con lo que se obtuvo AM. En el desarrollo de esta investigación fue utilizado un diseño experimental *D-optimal* para explorar parámetros como: influencia del pH, concentración inicial de antibiótico y dosis del bioadsorbente. Los resultados mostraron una remoción máxima del 45 % a pH 10, con 50 mg de biomasa y una concentración inicial de 40 mg·L<sup>-1</sup> de DOX, durante 4 h. Los parámetros de velocidad de adsorción se determinaron mediante una regresión no lineal.

---

54 Magíster en Ciencia Químicas. Docente del programa de Química, Universidad del Atlántico, edgardoangulo@mail.uniatlantico.edu.co

55 Ingeniera Química, Universidad del Atlántico, jasivispolo@mail.uniatlantico.edu.co

56 Ingeniera Química, Universidad del Atlántico, heidycassiani@mail.uniatlantico.edu.co

57 Doctor en Ciencia Químicas. Docente del programa de Ingeniería Química, Universidad del Atlántico, albertoalbis@mail.uniatlantico.edu.co

58 Magíster en Ingeniería Ambiental. Docente del programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad del Atlántico, ivanmercado@mail.uniatlantico.edu.co

59 Doctor en Ciencia Químicas. Docente del programa de Química, Universidad del Atlántico, nestorcubillan@mail.uniatlantico.edu.co

**Agradecimientos:** los autores agradecen a Minciencias por la financiación del Proyecto 64514, titulado “Eliminación de antibióticos de la biomasa residual de microalgas tras la extracción de lípidos”.

Se encontró que la cinética de remoción se acopló al modelo de Elovich y que la isoterma de adsorción, usando la biomasa, presentó un mayor ajuste al modelo propuesto por Freundlich. Los resultados indican que puede sugerirse la implementación de biomasa *Chlorella sp.*, como un mecanismo eficiente, de bajo costo y amigable con el medio ambiente para remover DOX.

**Palabras clave:** adsorción, cinética, *Chlorella sp.*, doxiciclina, isotermas, remoción.

## **Producción de ácidos grasos volátiles mediante fermentación acidogénica a escala de laboratorio, utilizando lodos de depuradora primarios y digeridos**

Gracia Rojas, Jeniffer Paola<sup>60</sup>; Acevedo Pabón, Paola Andrea<sup>61</sup>; Mosquera Tobar, Jhessica Daniela<sup>62</sup>; Cabeza Rojas, Iván Orlando<sup>63</sup>; Montenegro Marín Carlos Enrique<sup>64</sup>

### **Resumen**

Es necesario evaluar alternativas que potencien la producción de bioplásticos a partir de polímeros de origen biológico. Una alternativa es la producción de polihidroxialcanoatos (PHA) utilizando ácidos grasos volátiles (AGV) como fuente de carbono, lo que a su vez contribuye a los desafíos actuales de convertir grandes cantidades de materia orgánica contenida en los lodos de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) en productos de valor añadido. En esta investigación se evaluaron las condiciones que favorecen la producción de AGV, obtenidas a través de la digestión anaerobia de lodos primarios y

---

60 Magíster en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Profesora del proyecto curricular Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, [jpgraciar@udistrital.edu.co](mailto:jpgraciar@udistrital.edu.co)

61 Doctora en Ingeniería Química. Profesora, Universidad Cooperativa de Colombia. [pacevedo@universidadean.edu.co](mailto:pacevedo@universidadean.edu.co)

62 Maestranda en Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia. [jhmosquerat@unal.edu.co](mailto:jhmosquerat@unal.edu.co)

63 Doctor en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Docente, Universidad de la Sabana. [ivan.cabeza@unisabana.edu.co](mailto:ivan.cabeza@unisabana.edu.co)

64 Doctor en Sistemas y Servicios Informáticos para Internet, docente del proyecto curricular Ingeniería de Sistemas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [cemontenegrom@udistrital.edu.co](mailto:cemontenegrom@udistrital.edu.co)

digeridos de la EDAR El Salitre, Bogotá, a escala de laboratorio, y la digestión se realizó en condiciones termófilas ( $\pm 55$  °C). La mayor producción y rendimiento de AGV fue de 5.410 mg DQO/L y 0,373 g DQO/g SV, respectivamente. Esto es una ventaja en la EDAR, ya que mediante estos procesos se consigue una doble ganancia, por un lado, se reduce el volumen de lodos a estabilizar y, por otro, el proceso propuesto permite el tratamiento de aguas residuales o una biorrefinería, lo que resulta en productos de valor agregado que reemplazan a los derivados del petróleo.

**Palabras clave:** ácidos grasos volátiles, EDAR, lodos digeridos, lodos primarios, polihidroxialcanoatos.



Este libro se  
terminó de editar  
en mayo de 2024 en la  
Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas,  
Bogotá, Colombia.

Para los amantes respetuosos del medio ambiente, es un placer invitarlos a sumergirse en las páginas de este documento y nutrirse con el intercambio de conocimientos sin fronteras que aquí se presenta. Es una exhortación a aprender y reflexionar sobre los resultados de investigaciones relacionadas con la conservación del agua y el ambiente. Estas disertaciones ofrecen una visión integral sobre uno de los elementos más preciados del planeta. Constituyen una llamada a repensar nuestra relación con el agua, a asumir la responsabilidad de proteger este elemento vital para las generaciones futuras y a ser parte activa de la solución.