

# El arrendajo escarlata



Edición No. 3  
ISSN: 2322 - 7001  
Año: 2  
Julio - Diciembre 2013

Revista del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para la transferencia social del conocimiento



## Conocimiento y Conservación

Fauna - Esteros

---

## Gestión Ambiental Urbana

Arborización urbana

---

## Educación Ambiental

Cambio climático

---

## Recurso Hídrico

Gestión de cuencas

---

# Contenido



## REPÚBLICA DE COLOMBIA

Juan Manuel Santos Calderón  
**Presidente de la República**

**Ministerio de Ambiente y  
Desarrollo Sostenible**

Luz Helena Sarmiento Villamizar  
**Ministra**

Pablo Abba Vieira Samper  
**Viceministro de Ambiente**

Marcela Moncada Barrera  
**Subdirectora de Educación  
y Participación**

### Comité Editorial

Oscar Darío Tosse Luna  
Carlos Arturo Álvarez Monsalve  
Gloria Inés Quintana Quintana  
Maritza Aldana Ramírez  
Mauricio Molano Cruz  
María Margarita Gnecco Ortiz  
María Emilia Botero Arias

### Dirección Editorial

María Emilia Botero Arias

### Fotografías

Banco de imágenes  
Grupo de Comunicaciones  
MinAmbiente

### Carátula

Ranita amarilla  
*Dendropsophus mathiassoni*  
por Víctor Lizarazo G.,  
Fundación Omacha.

### Contra portada

Corocora  
*Eudocimus ruber*  
por Fernando Trujillo  
Fundación Omacha.

**Diseño  
Diagramación**  
Kreatribu Ltda.

## 4 Armadillos de Casanare y Meta: Conocimiento local y conflictos socio-ambientales como oportunidades de conservación

Daniel Cruz-Antía, Luis Gabriel Amado, Laura Arango, Paola Rodríguez, Fernando Trujillo - Fundación Omacha

## 14 Grave enfermedad de los árboles urbanos de Bogotá causada por fitoplasmas

Liliana Franco-Lara

## 21 Ecología y gestión de cuencas hidrográficas

Oscar Darío Tosse Luna

## 26 Plan de manejo y conservación estero El Salero y Los Patos, vereda Trompillos, Casanare

Alejandro Pachón - Fundación Omacha

## 36 Agua, integración y conflicto Social

Luis Ovelio Lugo Piravan

## 40 Pedagogía ambiental ante el cambio climático

María Eugenia Rinaudo

## 48 Sistema de humedales artificiales "H2O + recepto C" para tratamiento y aprovechamiento de aguas grises

Erika Liliana Franco Fábrega, Diana Yissel Figueroa Cubillos, Elizabeth Abril Pulido - Asociación Akuaippa ONG -Grupo de Participación, Divulgación e Investigación Biológica y Ambiental

## 55 Nuestros Autores

## 59 Cómo Publicar en el Arrendajo Escarlata

El Arrendajo Escarlata es editada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Las opiniones e ideas expresadas en los artículos provienen directamente de sus autores y no comprometen la posición oficial del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ni del Gobierno Nacional o de gobiernos u organizaciones mencionados en ellos.

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Todos los derechos reservados.

Distribución gratuita.

Solicitud de canje: Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental,  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

centrodoc@minambiente.gov.co

ISSN: 2322-7001



**MinAmbiente**  
Ministerio de Ambiente  
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**



# Armadillos de Casanare y Meta: Conocimiento Local y Conflictos Socio-Ambientales como Oportunidades de Conservación



Daniel Cruz-Antia, Luis Gabriel Amado, Laura Arango,  
Paola Rodríguez, Fernando Trujillo  
Fundación Omacha

## RESUMEN

El contexto de cambio en el uso del suelo, así como de la transformación de las dinámicas socioculturales y económicas de los departamentos de Casanare y Meta ha llevado al surgimiento de conflictos socio-ambientales relacionados con el acceso a recursos naturales relevantes para los medios de vida de las comunidades llaneras.

La disminución en calidad y cantidad de la fauna silvestre se relaciona con una transición de la cacería de subsistencia a la cacería comercial, como resultado del aumento en la demanda de carne de monte, dado el incremento en el poder adquisitivo de trabajadores en la región. Sin duda, los armadillos son de las especies más utilizadas para el comercio de carne de monte en restaurantes del Meta y del Casanare.

En ese sentido, a partir del análisis de aspectos como el conocimiento ecológico sobre los armadillos, la percepción de abundancia, las normas de uso locales y externas, la priorización de amenazas y posibles soluciones propuestas por las comunidades llaneras, en el presente artículo se propone dar una aproximación a elementos clave que podrán ser de utilidad para establecer acuerdos de conservación como estrategia de manejo para el uso sostenible de estos animales insignia de los Llanos Orientales.

Esta investigación hace parte del componente social del Programa de Conservación y Manejo de los Armadillos de los Llanos Orientales, el cual se viene desarrollando desde 2012 por iniciativa del Oleoducto de los Llanos Orientales y la Fundación Omacha en convenio con Corporinoquia, ODL S.A., Cormacarena, Corpometa y el Bioparque Los Ocarros, en donde a través de componentes de investigación biológica y social, educación ambiental, manejo *ex situ* y fortalecimiento institucional, se busca consolidar esfuerzos para favorecer el estado de conservación de las poblaciones de armadillos y el bienestar de las comunidades llaneras en los departamentos del Meta y Casanare.

**Palabras clave:** conservación, uso sostenible, fauna silvestre, cacería, conflictos socio-ambientales

## Introducción

Los Llanos Orientales son una región diversa y abundante en cuanto a ecosistemas, fuentes hídricas y recursos naturales, sin embargo las modificaciones de paisaje causadas por la mecanización de la agricultura, la ganadería a gran escala y los megaproyectos, principalmente en los departamentos de Casanare y Meta, han tenido fuertes impactos sobre el estado de conservación de la zona, y por lo tanto, sobre especies de fauna silvestre claves para el funcionamiento de los ecosistemas llaneros y sus culturas (Lasso *et ál.*, 2010; Corzo *et ál.*, 2011, Trujillo *et ál.*, 2011).

Los armadillos son un grupo característico de los bosques y sabanas de la Orinoquia colombiana; existen cinco especies de armadillos en esta región: el cachicamo montaño (*Dasyus novemcinctus*), el cachicamo sabanero (*Dasyus sabanicola*), el espuelón (*Dasyus kappleri*), coletrapo (*Cabassous unicinctus*) y el ocarro (*Priodontes maximus*).



Armadillo coletrapo (*Cabassous unicinctus*) Fotografía: Fernando Trujillo



Ocarro (*Priodontes maximus*) Fotografía: Fernando Trujillo



Paisaje transformado en Puerto Gaitán – Meta Fotografía: Daniel Cruz-Antia

Estos animales aportan importantes cantidades de carne para la población llanera dado que su consumo se relaciona con patrones culturales bastante arraigados (Sánchez, 2007; Fundación Omacha – ODL, 2013). El nivel de consumo de armadillos en la Orinoquia hace parte de un contexto global de consumo de carne de monte en donde el uso de la fauna silvestre y las prácticas de cacería son esenciales para las economías y actividades de subsistencia locales. La fauna de caza suple las necesidades de proteína animal de las comunidades, aporta ingresos económicos y resulta clave para su soberanía alimentaria (Fa et ál., 2002; Milner-Gulland y Bennett et ál., 2003; CBD, 2011).

Sin embargo, la transición de la cacería de subsistencia hacia la cacería comercial ha incrementado las tasas de extracción dadas las dinámicas de demanda comercial impulsadas por el aumento demográfico y el incremento del poder adquisitivo por parte de los consumidores en la región (Bennett y Robinson, 2000; Trujillo et ál., 2011; Fundación Omacha – ODL, 2013).

Además de la cacería comercial, Ramírez et ál. (2011) sostienen que el cambio en el uso del suelo y la deforestación como resultado de la instauración de monocultivos agroindustriales y la introducción de pastos mejorados han sido responsables de gran parte de la transformación de la Orinoquia colombiana, a lo cual se unen las quemadas, el cambio en la tenencia de la tierra y la contaminación.

Este contexto de cambio ha llevado al surgimiento de conflictos socio-ambientales en donde la fauna silvestre se ha convertido en un recurso que se reduce en cantidad y calidad -dado que las presas favoritas se han tornado escasas-, de ahí que el entendimiento de las percepciones y necesidades de los usuarios de este valioso recurso, sea clave para explorar elementos útiles para la formulación de planes de manejo que aseguren su conservación y uso sostenible.

Por tal motivo, con el objetivo de explorar posibilidades de gestión sobre los armadillos como especie representativa de la fauna silvestre llanera, en la presente investigación se busca analizar la influencia de aspectos socioculturales y económicos sobre el uso y el estado de conservación de los armadillos, que aporte elementos para estructurar planes de manejo en conjunto con

las comunidades locales y las autoridades ambientales de los departamentos de Casanare y Meta.

## Conocimiento local y amenazas sobre los armadillos

A partir de un diagnóstico desarrollado a lo largo de ocho sectores de muestreo en el municipio de Monterrey (sector Piñalera), municipio de Tauramena (sectores Venecia-variante, La Veremos, El Danubio-Carupana), municipio de Puerto López (sector El Sol) y el municipio de Puerto Gaitán (sector Válvula de Manacacías, La Palma-La India, Hato Rubiales), se logró hacer una síntesis de los conocimientos ecológicos asociados a las cinco especies de armadillos de Casanare y Meta.

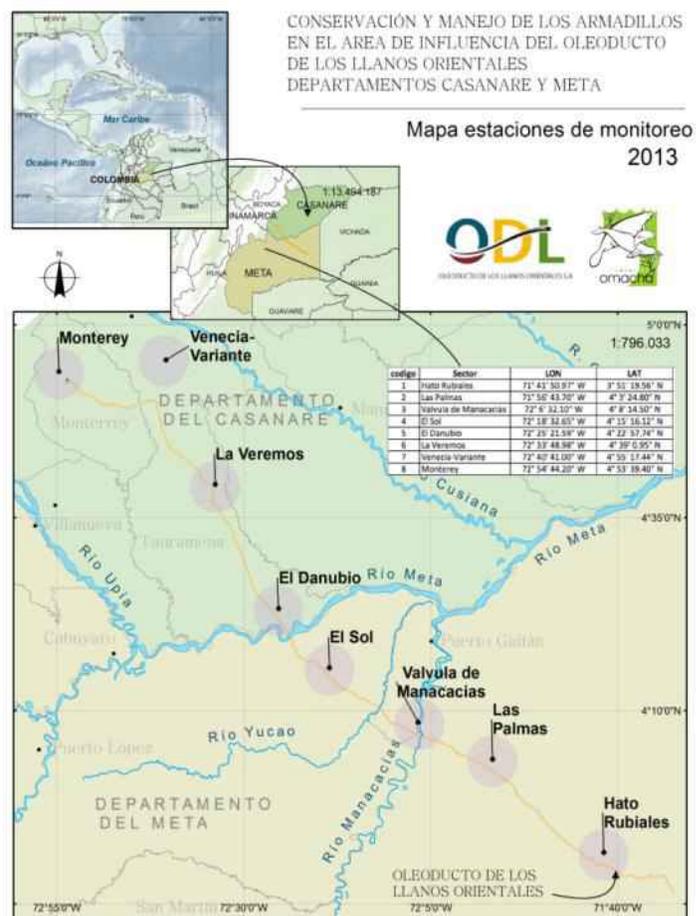


Figura 1. Sectores de muestreo seleccionados para el levantamiento de información del componente social. (Fuente: Fundación Omacha - ODL, 2013)

Como resultado, es evidente cómo los pobladores locales poseen una base de conocimientos ecológicos claros sobre las especies de armadillos que habitan en la región, éste es el resultado de la interacción directa con estos animales y su aprovechamiento constante. Aspectos sobre la biología de los armadillos tales como las diferencias entre especies, hábitos alimenticios y reproductivos son de común entendimiento para los llaneros, así como aspectos ecológicos relacionados con uso de hábitat, comportamiento, épocas y espacios de distribución (Tabla 1).

**Tabla 1.** Consolidación de conocimiento ecológico local sobre los armadillos por parte de las comunidades de Casanare y Meta

<b>Especies</b>	<b>Armadillo sabanero (<i>Dasyus sabanicola</i>)</b>	<b>Armadillo montaño y espuelón (<i>Dasyus novemcinctus</i> y <i>D. kappleri</i>)</b>	<b>Coletrapo (<i>Cabassous unicinctus</i>)</b>	<b>Ocarro (<i>Priodontes maximus</i>)</b>
<b>Hábitat</b>	Sabanas y en las orillas de los morichales y esteros. Pueden estar presentes en cultivos de maíz y palma.	Coberturas boscosas y construyen sus madrigueras en laderas y rastrojeras.	Vegas de los ríos, en coberturas boscosas. Pueden estar presentes en cultivos de maíz y palma.	Borde o interior de las matas de monte o en la sabana cercana al bosque, siempre cerca de cuerpos de agua como lagunas, esteros, morichales, caños, ríos y zurales.
<b>Alimentación</b>	Lombrices, termitas, hormigas, escarabajos, frutos, raíces, gusanos, caracoles y larvas			
<b>Comportamiento y horas de actividad</b>	Tiene hábitos principalmente diurnos siendo las horas de mayor actividad de 5am a 8am y de 3pm a 5:30pm. Se afirma que durante el verano está más activo durante la noche dadas las altas temperaturas del día.	Tienen hábitos nocturnos, presentan mayor actividad entre las 7pm y 5 am. Solitarios		
<b>Estacionalidad (Espacios de uso)</b>	Durante la temporada de lluvias los armadillos buscan las banquetas, o partes altas de la sabana, dado que necesitan lugares secos propicios para construir sus madrigueras. Durante la época de verano, los armadillos frecuentan los bajos en sabanas y morichales con el fin de estar cerca de las fuentes de agua. Están más gordos durante la temporada de verano. Durante la época de invierno los animales están más flacos dado que presentan problemas estomacales como resultado del aumento en la oferta del alimento (se ha observado que en esta época presentan deposiciones líquidas). En verano son más fáciles de capturar, dado que el suelo está compactado y se ven obligados a armar dormideros en la hojarasca por la dificultad para excavar, son más preferidos en esta época porque están más gordos. El fenómeno contrario ocurre durante la temporada de invierno, en donde construyen madrigueras con facilidad.			
<b>Reproducción</b>	En el Meta la época de nacimiento de crías se desarrolla dos veces al año, durante la temporada de invierno, de febrero a abril y de julio a agosto. La época de apareamiento transcurre a lo largo del verano (noviembre y diciembre) y durante el invierno en abril. En Casanare se reporta que el apareamiento se desarrolla en verano en los meses de diciembre y enero. Los nacimientos son en abril durante la época de lluvias. Cuando la madriguera tiene hojas verdes y pasto en la entrada es posible identificar que hay una madre con crías habitándola. Las crías permanecen en la madriguera mientras la madre forrajea.			
	Tienen cuatro crías idénticas, todos machos o hembras en cada parto. Las crías se independizan a los dos o tres meses de nacimiento.	Tienen una a dos crías por parto. Las crías se independizan a los dos o tres meses de nacimiento.		
<b>Predadores</b>	El puma ( <i>Puma concolor</i> ), el zorro perro ( <i>Cerdocyon thous</i> ), el tigrillo o canaguaro ( <i>Leopardus pardalis</i> , <i>L. weidii</i> ), el yaguarundi ( <i>Puma yagouaroundi</i> ), el perro vinagre ( <i>Speothos venaticus</i> ), el güio ( <i>Eunectes murinus</i> ), las boas ( <i>Epicrates maurus</i> ; <i>Boa constrictor</i> ) el águila sabanera ( <i>Buteogallus meridionalis</i> ), el jaguar ( <i>Panthera onca</i> ), el ulamá ( <i>Eira barbara</i> ), el grisón ( <i>Galictis vittata</i> ) y el carraco ( <i>Caracara cheriway</i> ). Seres humanos y perros de cacería			
<b>Importancia</b>	Proveen proteína de subsistencia, construyen madrigueras que sirven como refugio para otros animales, dispersan semillas, oxigenan y ayudan en los ciclos de nutrientes, controlan plagas			
<b>Usos</b>	Cacería de subsistencia, cacería comercial, artesanías, mascotas, usos medicinales populares (antiofídico, curación de enfermedades respiratorias)			



Preparación de Armadillo. Fotografía: Daniel Cruz-Antia

Así mismo, las comunidades reconocen una serie de factores que amenazan el estado de conservación de los ecosistemas llaneros y de los armadillos. A partir de una priorización de problemas sobre el territorio de las comunidades, los pobladores afirmaron cómo la reducción de la calidad del suelo, el agotamiento de especies maderables, la escasez de agua, la deforestación, la cacería y la contaminación del agua son las amenazas que comprenden un mayor impacto sobre los recursos de la zona. La contaminación del agua fue el problema señalado por los pobladores como el de más grave impacto; las causas de este problema residen principalmente en el uso de agroquímicos para cultivos agroindustriales y el polvo proveniente de carreteras y exploraciones (Tabla 2).

**Tabla 2.** Amenazas hacia la biodiversidad identificadas por la gente local

Casanare	Meta
Cambio climático (expresado en incertidumbre en las épocas de lluvia y verano, además de inundaciones o sequías extendidas)	
Aumento demográfico, migración y urbanización	
Deforestación	
Cacería comercial (disminución de la fauna)	
Destrucción de esteros	Perforaciones petroleras que marchitan sabanas (por destrucción de reservorios acuíferos)
	Extracción de arena y material de las sabanas
	Contaminación y escasez de agua
	Pérdida de especies vegetales maderables
	Reducción de la calidad del suelo (por erosión y uso de agroquímicos)

En lo referente a las amenazas sobre los armadillos las comunidades reportan que en orden de importancia, la cacería, la contaminación del agua (por uso de agroquímicos), las plantaciones agroindustriales que fragmentan su hábitat (palma, soya, caucho, arroz, eucalipto, acacia y pino) y, la urbanización son las principales actividades que afectan a la fauna silvestre (Tabla 3).

**Tabla 3.** Amenazas hacia los armadillos identificadas por la gente local

Casanare	Meta
Cambio climático (expresado en incertidumbre en las épocas de lluvia y verano, además de inundaciones o sequías extendidas)	
Cultivos de arroz (destrucción del hábitat de los armadillos y contaminación del suelo por uso de agroquímicos)	
Cacería para consumo y comercio	
Construcción de carreteras (fragmentación de hábitat, atropellamiento, ruido, polvo, maquinaria)	
Perros de cacería	
Quemas	
Contaminación del agua por uso de agroquímicos	Potrerización, uso de pastos mejorados y ganadería tecnificada (destruye hábitat de los armadillos)
Uso de tractores y maquinaria	Cultivos de maíz (destrucción del hábitat de los armadillos y contaminación del suelo por uso de agroquímicos)
	Cultivos de eucalipto y pino (destrucción del hábitat de los armadillos y contaminación del suelo por uso de agroquímicos)
	Cultivos de soya



Impacto del cambio en el uso del suelo sobre los ecosistemas llaneros. Fotografía: Daniel Cruz-Antia

Como resultado de la priorización de problemas, la cacería se reporta como la primera causa de disminución de armadillos en la zona, en donde malas prácticas en la cacería de subsistencia (uso de tramperos, captura de presas durante épocas de reproducción, cacería en los mismos lugares repetidamente, sin selección de rangos de edad o sexos vulnerables y en grandes cantidades) se incrementan en un contexto donde los cazadores se han dedicado al comercio de carne de armadillo (nueve bandas, sabanero y espuelón) y lapa (*Cuniculus paca*), dado el aumento en la demanda de restaurantes a lo largo de las vías principales de Casanare y Meta (vía Puerto Gaitán y vía Yopal), como resultado del desplazamiento y el aumento en el poder adquisitivo de trabajadores que llegan a la región.

## Normas de uso y conflictos socio-ambientales asociados a cacería

En medio de este contexto es interesante analizar qué normas existen para regular el uso de la fauna silvestre, bien sea a nivel comunitario (acuerdos locales) o estatal (legislación ambiental). Respecto a normas locales de uso, es común que los dueños de las fincas restrinjan el ingreso de cazadores a sus predios. Algunos propietarios permiten a los encargados cazar mientras que otros lo prohíben terminantemente. Incluso se reportan casos en donde encargados de finca han sido despedidos a causa de cazar y comercializar animales sin el permiso de los dueños.

En lo relacionado con prácticas individuales, algunos cazadores procuran seleccionar únicamente machos adultos para conservar la especie. En los sectores muestreados de Casanare algunos pobladores protegen las especies de venado, babilla y tortuga dada su disminución recurrente. A su vez, en el sector de Hato Rubiales y La Palma, se evidencia que los cazadores procuran respetar a las hembras preñadas.

Refiriéndose a la normativa ambiental, los pobladores conocen las restricciones legales del comercio de carne de monte, establecidas por las corporaciones autónomas regionales así como las prohibiciones implementadas por hatos ganaderos tecnificados y por las compañías petroleras y agroindustriales en el marco del cumplimiento de sus responsabilidades ambientales.

La prohibición de la cacería y la pesca en estas compañías es bien conocida por los pobladores de la zona y por los trabajadores flotantes que vienen de afuera



Trampa para la captura de armadillos. Fotografía: Daniel Cruz-Antia

de la región, dado que continuamente se organizan charlas y talleres de divulgación de las normas, continuos controles, además de letreros distribuidos en lugares estratégicos de los predios de estas empresas. Esta normativa compensa en parte los efectos que tendría sobre la fauna silvestre la migración de población flotante a los departamentos muestreados.

No obstante, a pesar de la existencia de normas de prohibición de la cacería, bien sea de origen local (control por parte de dueños o encargados de fincas)



Letreros de prohibición de cacería.  
Fotografías: Daniel Cruz-Antía

o externo (autoridades ambientales, empresas, grupos armados), se torna evidente que la captura de armadillos para la subsistencia y el comercio es una actividad recurrente. La interacción entre esta actividad y las regulaciones comunitarias, privadas y gubernamentales se convierte entonces en el factor de inicio de una serie de desacuerdos asociados al uso de los armadillos y la fauna silvestre de la región.

De esta forma se registran conflictos entre diversos actores a lo largo de los sectores muestreados. En los sectores de Monterrey el conflicto se genera entre los dueños de las fincas y cazadores que vienen de otras veredas y del casco urbano de Sabanalarga principalmente. Estos cazadores ingresan a las fincas en las horas de la noche y los sonidos de los disparos y perros alertan a los dueños de finca. Se han presentado casos de amenazas por parte de los cazadores a los encargados de los predios.

En los sectores de Tauramena los actores del conflicto son los dueños de finca y encargados con cazadores de veredas aledañas e incluso con indígenas de los resguardos Achagua que vienen desde el río Meta, principalmente durante la época de invierno, a través del caño Orocucito. En esta zona también se han presentado amenazas y en el caso del sector Venecia-variante los pobladores reconocen cuáles son los principales cazadores y los han amenazado también. En esta zona la policía ha ejercido mayor control dado que a veces los cazadores se confunden con ladrones de ganado, quienes están bajo un mejor seguimiento.

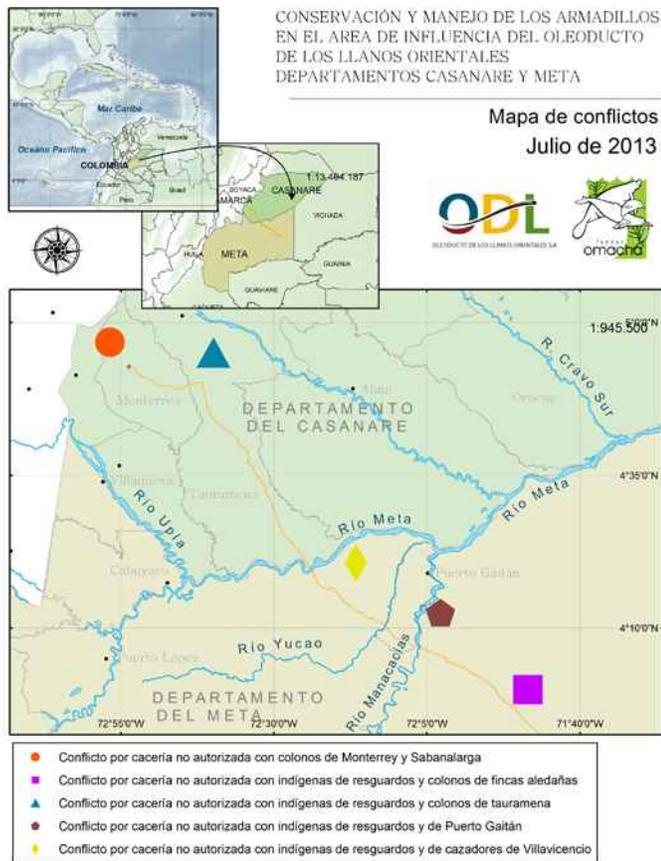
En los sectores de Puerto López la situación de conflicto se presenta principalmente por la cacería por parte de indígenas Achaguas y Sikuanis de los resguardos Umapo-La Victoria y del río Guarrojo en predios privados. Los pobladores tienen la percepción de que los grupos indígenas cazan en exceso y se han presentado varios casos de amenazas de ambas partes. Otro fenómeno que se logra evidenciar es la cacería que

ejercen personas provenientes de Villavicencio e incluso del Tolima con fines deportivos dada la cercanía de Puerto López con el centro del país.

A su vez, en los sectores de Puerto Gaitán se observan conflictos con campesinos cazadores y con indígenas de los resguardos ubicados en la vía al Vichada y en la vía a Campo Rubiales. Es importante resaltar que en los sectores del Meta existe mayor presión de cacería comercial ilegal dada la presencia de un gran número de restaurantes que ofertan carne de monte para los trabajadores de la zona.

Como resultado, los pobladores locales sugieren una serie de medidas que pueden ser tomadas para reducir estos conflictos:

- Desarrollo de reuniones para promover buenas prácticas de cacería (Tabla 4), con el apoyo de los presidentes de juntas de acción veredal y las autoridades ambientales
- Control policivo a través de las Autoridades Ambientales y de Policía
- Control a través de una cadena de información, entre dueños de finca
- Hacer programas radiales hablando de la importancia de la conservación de la fauna silvestre



La percepción del conflicto por parte de los involucrados, sus actitudes y comportamientos son esenciales para iniciar procesos de manejo del conflicto. Fotografía: Daniel Cruz-Antia

## Oportunidades de manejo desde la solución de conflictos socio-ambientales

La situación presente en los municipios de Monterrey, Tauramena, Puerto López y Puerto Gaitán puede catalogarse como un conflicto socio-ambiental en tanto existe una "controversia de información, intereses o valores que se relacionan con el acceso, disponibilidad y calidad de determinados recursos naturales y de las condiciones ambientales que afectan la calidad de vida de las personas" (Maya *et ál.*, 2009). En este caso específico una primera aproximación al conflicto sugiere que el elemento más importante es que existe un desacuerdo respecto a quién tiene el derecho de acceso a la fauna además de carencia de diálogo para entender los intereses de cada uno de los usuarios del recurso.

Basándonos en Maya *et ál.*, (2009) es posible ver cómo este conflicto incorpora dimensiones sociales, culturales, económicas, ambientales e incluso políticas por el recurso de la fauna silvestre por parte de actores locales comunitarios y gubernamentales.

Es bajo este contexto que el apoyo a la formulación de estrategias de manejo comunitarias se torna clave y en donde el diagnóstico de la permanencia de los conocimientos ecológicos sobre especies como los armadillos desarrollado en esta investigación aportan elementos para afirmar que existe el capital para la formulación de normas locales de uso como mecanismo para la solución de los conflictos evidenciados (North, 1993; Jentoft *et ál.*, 1998; Folke *et ál.*, 1998; Ostrom, 2000; Resilience Alliance, 2010). En otras palabras esto quiere decir que los pobladores del área de estudio tienen los conocimientos necesarios para hacer un uso sostenible de los armadillos y en general de la fauna de caza. El paso que necesitan es: ponerse de acuerdo en cuáles son sus intereses, entenderse mutuamente y de ahí iniciar un proceso de conciliación y selección de normas locales de uso de la fauna de cacería, en donde las autoridades ambientales, el sector educativo, ambiental y el privado desempeñen un papel de facilitación.

En ese sentido, aunque los conflictos permanecen, en el estudio se evidenciaron varias fortalezas que sugieren el potencial que existe para la resolución de los conflictos presentes:

- La totalidad de entrevistados afirman haber percibido una disminución en la abundancia de especies de armadillos y fauna silvestre en la región durante los últimos años, lo cual demuestra cómo encargados de finca e incluso cazadores comparten un entendimiento común del problema. Esto es un punto a favor dado que el entendimiento del problema por parte de los actores es el punto inicial para la definición de un propósito común y de ahí a la cooperación (Scheffer *et ál.*, 2002; Armitage *et ál.*, 2007).
- Permanencia de conocimientos ecológicos sobre las especies de armadillos y fauna de cacería como base para la formulación de normas locales de uso (Folke, *et ál.*, 1998).
- Existen algunas normas ya establecidas y respetadas por parte de los pobladores en los ocho sectores de muestreo tales como la cacería selectiva de machos adultos, la protección de rangos de edad-sexo vulnerables, la restricción de lugares específicos y la protección de especies determinadas (Folke, *et ál.*, 1998; Rubio *et ál.*, 2000; Ojasti, 2000).
- Los pobladores proponen las soluciones necesarias para promover acuerdos y estrategias de manejo integrales tales como la protección de hábitats y especies, prohibiciones, figuras de guardabosques y divulgación de buenas prácticas de cacería, entre otras (Tabla 4).
- El conflicto analizado en la vereda la Piñalera en Monterrey se encuentra en un estado de desarrollo medio (escalada), dónde aún es posible desarrollar procesos de facilitación y cooperación para la resolución de los conflictos evidenciados.

En síntesis, estas fortalezas sin duda son puntos de partida que facilitarían procesos para promover buenas relaciones de confianza y reciprocidad entre los usuarios de la fauna de cacería organizados bajo un propósito común (Ostrom, 2000). Además, un manejo sostenible de los armadillos aportaría una experiencia con el potencial de favorecer el manejo de otras especies de cacería.

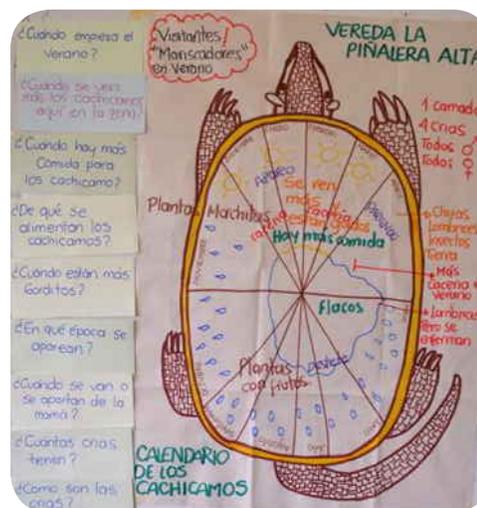
Teniendo en cuenta que este tipo de conflictos micro-sociales se han venido presentando históricamente en Colombia (Páramo, 1998; Fontaine, 2004), estudios como éste plantean consideraciones de manejo en donde las soluciones a la sobre-explotación de fauna silvestre en contextos de crecimiento poblacional y de actividades productivas y extractivas a gran escala deben ser abordadas desde un enfoque integral, teniendo en cuenta diversos contextos socioeconómicos y culturales para favorecer la conservación y uso sostenible

de recursos naturales esenciales como lo es la fauna de cacería, y en donde la consolidación de esfuerzos en conjunto, por parte de las comunidades, el gobierno y el sector privado, juegan un papel esencial.

**Tabla 4.** Soluciones directas e indirectas propuestas por la gente local

Estrategias de manejo para la cacería a nivel local	
<b>Estrategias directas</b>	No matar hembras en época de apareamiento (en verano, meses de noviembre, diciembre y enero)
	Cazar armadillos a finales del invierno, cuando no tienen crías ni se están apareando (septiembre y octubre)
	Establecer vedas temporales por especie
	Buenas prácticas de cacería enseñadas por cazadores expertos
	Procesos de manejo ex situ
<b>Estrategias indirectas</b>	Proteger coberturas claves para los armadillos como matas de monte y bosques de galería asociados a cuerpos de agua
	Prohibición de la cacería a personas ajenas a las fincas
	Conformar un equipo de vigías ambientales que controlen la cacería, la deforestación y las quemas
	Esterilizar a perros cazadores

Finalmente, resulta importante acoger los reportes de las comunidades locales con respecto a las amenazas hacia la biodiversidad en la región, con el fin de adelantar estudios que confirmen los impactos reales de las actividades que afectan a la fauna silvestre y sus ecosistemas, para permitir, desde una argumentación técnica sólida, un mejoramiento de la normativa ambiental que regula las actividades productivas y extractivas a escala local.



Talleres participativos en Casanare. Fotografía: Daniel Cruz-Antia

## Bibliografía

1. Armitage D, F Berkes & Doubleday N. 2007. Adaptive co-management: Colaboration, Learning and Multi-level Governance. UBS press The University of British Columbia, Vancouver, Canada.
2. Armitage D., Marschke M. & Plummer R. 2007. Adaptive co-management and the paradox of learning. Department of Geography and Environmental Studies, Wilfrid Laurier University, Canada.
3. Bennett E. & Robinson J. 2000. Hunting for sustainability; the start of a synthesis 499-519 pp. En: ROBINSON J. & E. BENNETT (Eds.) 2000. Hunting for sustainability in tropical forests. Columbia University Press
4. Corzo, G, M. C. Londoño-Murcia, W. Ramírez, H. García, C. A. Lasso y B. Salamanca. (Editores). 2011. Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A., Bogotá D. C., Colombia. 240p.
5. Fa, J. E., Peres, C. A. y Meeuwig, J. 2002. Bushmeat exploitation in tropical forests: an intercontinental comparison. *Conservation Biology*, 16(1): 232-237.
6. Folke C, Berkes K & J. Colding, 1998. "Ecological practices and social mechanisms for building resilience and sustainability" In: BERKES F, FOLKE C. (eds). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Pp. 414-436. Cambridge University Press.
7. Fontaine, G. 2004. Enfoques Conceptuales y metodológicos para una sociología de los conflictos ambientales. En: Cárdenas M. y Rodríguez M. 2004 *Guerra, Sociedad y Medio Ambiente*. Foro Nacional Ambiental.
8. Fundación Omacha-ODL, 2013. Tercer monitoreo social, componente social Programa de manejo y conservación de los armadillos en el área de influencia del Oleoducto de los Llanos Orientales. Informe técnico.
9. Grundmann G & Stahl J, 2002. Como sal en la sopa: conceptos, métodos y técnicas para profesionalizar el trabajo en organizaciones de desarrollo. Ediciones Abyala. Quito
10. Jentoft S, McCay B & Wilson D. 1998. Social theory and fisheries co-management. *Marine Policy* Vol 19 Number 3. Pp227-246
11. Lasso, C. A. J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. (Editores). 2010. Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación la Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá D.C., Colombia. 609p.
12. Maya, D, Ramos P, Acevedo G, Garrido E, Tobon G & Rojas H. 2009. Conflictos socioambientales y recurso hídrico: una aproximación para su identificación y análisis. Bogotá: Ed Javegraf
13. Milner-Gulland EJ, Bennett EL, 2003, Wild meat: the bigger picture, *Trends in Ecology & Evolution*, Vol:18, ISSN:0169-5347, Pages:351-357
14. North D. 1994. Economic performance through time. *American Economic Review* 84: 359-368
15. Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. Washington D.C.: SIMAB series N° 5. Smithsonian institution/ MAB program
16. Ostrom E. 2000. El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. UNAM. Mexico
17. Páramo G. 1998. Ecosistemas Naturales Colombianos en Conflicto. En: GONZALEZ, J. *La Manzana de la Discordia. Debate sobre la naturaleza en Disputa*. 1998 T.M. Editores. Ecofondo. Segunda edición. Santafé de Bogotá
18. Ramírez W, Matallana, C, Rial A, Lasso C, Corzo G, Diaz-Pulido A & Londoño-Murcia M, 2011. Establecimiento de prioridades para la conservación. Pp 43-61. En: Lasso, C. A. J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. (Editores). 2011. Biodiversidad en la cuenca del Orinoco II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación la Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá D.C., Colombia. 609p.
19. Resilience Alliance. 2010. Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Version 2.0 [online: <http://www.resalliance.org/3871.php>]
20. Rubio H, Ulloa A. & C. Campos. 2000. Manejo de la fauna de caza, una construcción a partir de lo local. Orewa. Fundación Natura. UAESPNN. OEI. ICANH. WWF. 161 p.
21. Sánchez L. 2007. Caracterización de los grupos humanos rurales de la cuenca hidrográfica de la cuenca hidrográfica del Orinoco en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
22. Scheffer, Westley, Brock & Holmgren. 2002. "Dynamic interactions of societies and ecosystems – linking theories from ecology, economy and sociology" In: *Panarchy: understanding transformations in systems of human and nature*. pp 195-239 Island Press. Washington
23. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2011. Livelihood alternatives for the unsustainable use of bushmeat. Report prepared for the CBD Bushmeat Liaison Group. Technical Series No. 60, Montreal, SCBD, 46 pages.
24. Trujillo F, Jiménez-Ramos L, Aldana J, Rodríguez-Maldonado V, Caro A & Rodríguez P. 2011. Uso y manejo de la fauna silvestre en la Orinoquia colombiana: cacería y tráfico de especies. En: Lasso, C. A. J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial. (Editores). 2011. Biodiversidad en la cuenca del Orinoco II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación la Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá D.C., Colombia. 609p.



Talleres participativos en Casanare. Fotografía: Daniel Cruz-Antia



## Grave Enfermedad de los Árboles Urbanos de Bogotá Causada por Fitoplasmas

Liliana Franco-Lara

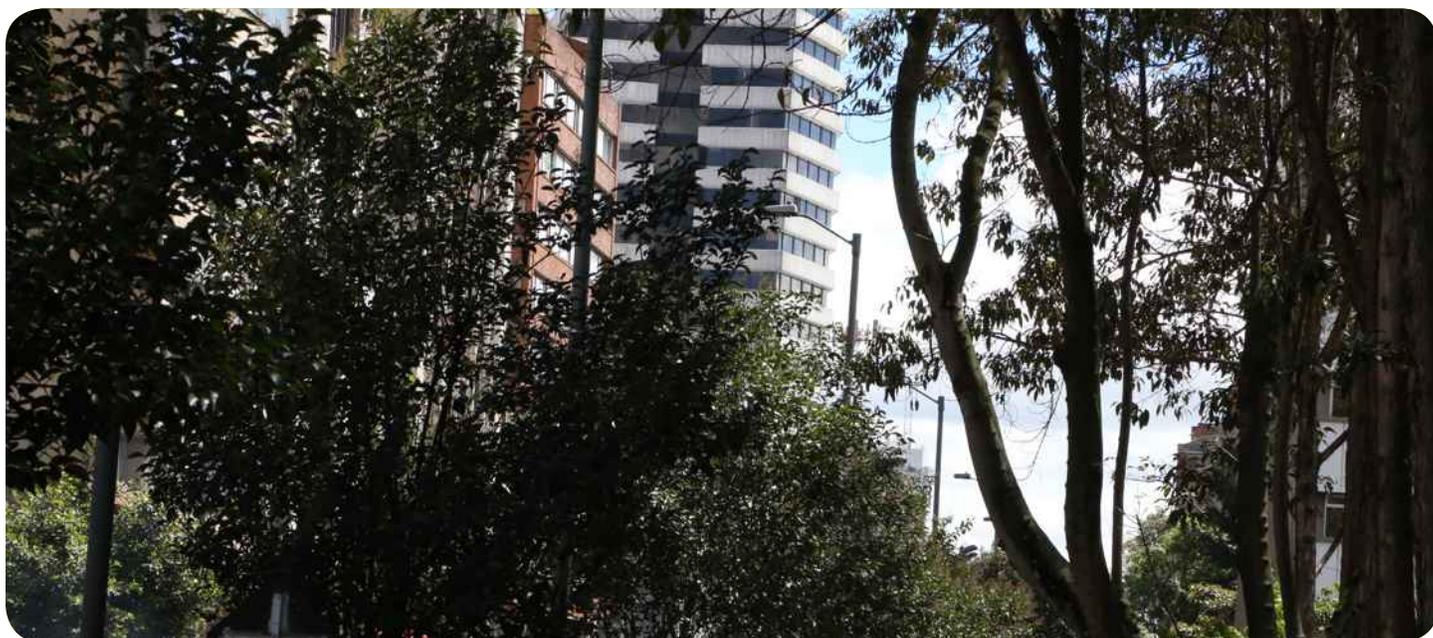
### Situación de los árboles en Bogotá

Los servicios ambientales que prestan los árboles urbanos son innumerables: mejoran la calidad del aire, disminuyen la contaminación, controlan el microclima, amortiguan el efecto de las corrientes de agua, proporcionan hábitat para flora y fauna silvestre y proveen beneficios psicológicos a las personas mejorando su calidad de vida. Según el Observatorio Ambiental de Bogotá, en el año 2012 se reportaba un indicador de 15.757,9 árboles sembrados por cada 100.000 habitantes, lo que equivale a 0.2 árboles por habitante. Un número muy inferior a lo sugerido por la Organización Mundial de la Salud -OMS que recomienda 1 árbol por 0.33 habitantes.

Según el Concejo de Bogotá entre 2007 y 2011, se plantaron alrededor de 96.428 árboles en espacios públicos del perímetro urbano de la ciudad de Bogotá y hasta el 2011 había un total de 1.184.736 árboles registrados en el distrito capital. El costo de este programa de arborización fue de \$5.365'634.243 pesos, con un costo promedio por árbol de \$ 87.575 pesos. Se estima que dadas las condiciones (físicas y sanitarias) en las que se encuentran los árboles en Bogotá, se requiere una inversión aproximada de 3500 millones de pesos al año, de los cuales el Distrito destina el 50% para labores de mantenimiento del arbolado urbano. Entre los años 1998 y 2000 la Alcaldía Mayor de Bogotá estableció un programa para arborizar la ciudad siguiendo los lineamientos del Manual Verde (Anónimo, 2000), el cual provee un marco legal y técnico que reglamenta la arborización en Bogotá. Este marco incluye aspectos en tres ámbitos: 1) la función de la arborización en el medio urbano, 2) el conocimiento de cada especie arbórea, sus exigencias y restricciones, y los factores condicionantes o limitantes para su localización, y 3) el uso de cada una de las especies posibles (Tovar, 2007). Un aspecto brevemente mencionado en el segundo numeral es el riesgo asociado con las enfermedades de los árboles. Sin embargo el problema de fondo es que en general el conocimiento de las enfermedades de los árboles urbanos es escaso y este tema ha sido poco estudiado, no solo en Colombia sino en el mundo, pero es determinante para la permanencia de los árboles en cualquier ciudad.

### Características de los fitoplasmas

Desde el año 2004, el Grupo de Investigación de Fitoplasmas y Virus de la Universidad Militar Nueva Granada ha venido trabajando en la descripción y caracterización de enfermedades de árboles en Bogotá, específicamente las causadas por patógenos llamados fitoplasmas. Los fitoplasmas son bacterias de la clase Mollicutes causantes de enfermedades en plantas, carentes de pared celular, que habitan únicamente las células del floema (tubos muy delgados al interior de las plantas que transportan el alimento de hojas a raíces) y que son difícilmente cultivables en laboratorio. Son transmitidos a plantas sanas por pequeños insectos especializados como *psyllidos* y *cicadélidos* que habitan comúnmente en la vegetación. Los fitoplasmas se encuentran asociados con enfermedades en más de mil especies vegetales, muchas de las cuales son de importancia económica. Los síntomas que causan los fitoplasmas en las plantas son muy particulares porque no generan pudriciones, manchas, chancros o puntos sino que producen cambios en el color del follaje, cambios dramáticos en la forma



de las plantas que resultan de patrones de crecimiento atípicos de hojas y ramas, esterilidad de las flores que se convierten en hojas y cambios en las hojas que se asemejan a pétalos (Lee *et ál.*, 2000; Bertaccini y Duduk, 2009). Las fitoplasmosis son poco conocidas y comúnmente expertos en enfermedades de plantas y botánicos entrenados no reconocen los síntomas porque los asocian a problemas ambientales o genéticos, pero no con enfermedades.

## Las fitoplasmosis de Bogotá

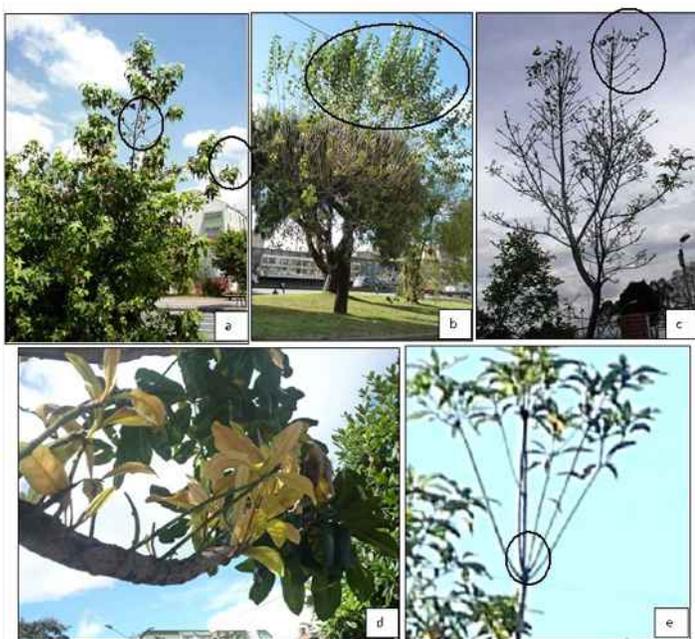
La primera fitoplasmosis que se describió en Bogotá fue en árboles conocidos como Urapán (*Fraxinus uhdei*) a principios de los años 2000. En el año 2001, nuestro Grupo estudió 100 árboles en Bogotá, 100% de los cuales mostraban síntomas como amarillamiento, defoliación, muerte de las ramas desde la punta hacia la parte basal, decaimiento, patrones de ramificación en los cuales se pierde la rama principal, hojas más pequeñas de lo normal que crecen en zonas del tronco que deberían estar desnudas, ramas con hojas apretadas formando copos, brotes que nacen del tronco o de ramas viejas en lugar de crecer en las partes jóvenes de la planta (Franco-Lara y Filgueira, 2005). Posteriormente demostramos que estos árboles estaban afectados con fitoplasmas del grupo **Ash Y** (nombre común que reciben los fitoplasmas del grupo taxonómico 16S VII) (Filgueira *et ál.*, 2004), los cuales se habían reportado infectando otros árboles del género *Fraxinus* en Norte América (Griffiths *et ál.*, 1999).

Por lo que se sabía en esta época, se pensaba que la enfermedad se circunscribiría solamente a árboles de esta especie en Bogotá. Hoy en día 100% de los Urapanes de la ciudad se encuentran afectados, muchos han muerto y han sido gradualmente retirados de las calles, pero un gran número de ellos subsiste en un estado lamentable, que la ciudadanía acepta como un estado natural de los árboles.

Sin embargo, entre los años 2006 y 2007 se comenzaron a observar especies de árboles diferentes a *Fraxinus* con síntomas que sugerían fitoplasmosis. Uno muy notorio es liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) una hermosa especie ornamental original de Norte América, introducida por el Jardín Botánico de Bogotá "José Celestino Mutis", en parte para reemplazar Urapanes que fueron talados por su mal estado sanitario.

El Grupo de Fitoplasmas y Virus de la Universidad Militar Nueva Granada ha estudiado los síntomas y demostrado experimentalmente la presencia de fitoplasmas en algunas especies introducidas como liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*), chopo (*Populus nigra*), acacia (*Acacia melanoxylon*), eugenia (*Eugenia sp.*) y magnolia (*Magnolia grandiflora*) y en algunas nativas como roble (*Quercus humboldtii*) y sangregado (*Croton spp.*) (Franco-Lara *et ál.*, 2010; 2011; Perilla *et ál.*, 2012, Franco-Lara, 2013; Franco-Lara *et ál.*, 2013) (Figura 1). En este último caso, el daño a los árboles ha sido observado también por funcionarios del Jardín Botánico de Bogotá.

En todas estas plantas se observan cambios en los patrones de crecimiento de las ramas que provocan coronas que se alejan de la forma esperada para estas especies, amarillamiento, rebrotes a partir de tallos y ramas, escobas de bruja (generación de muchas ramas a partir de un único punto de crecimiento), agrupamientos de hojas que parecen copos, elongación atípica de las puntas de las ramas, entre otros. Para todas las especies mencionadas, el 98% de los árboles estudiados o más, presentan por lo menos tres síntomas asociados con fitoplasmas (simultáneamente o en diferentes épocas del año) lo que sugiere una altísima prevalencia de las fitoplasmosis en los árboles de Bogotá (Franco-Lara, 2013, Franco-Lara *et ál.*, 2013).

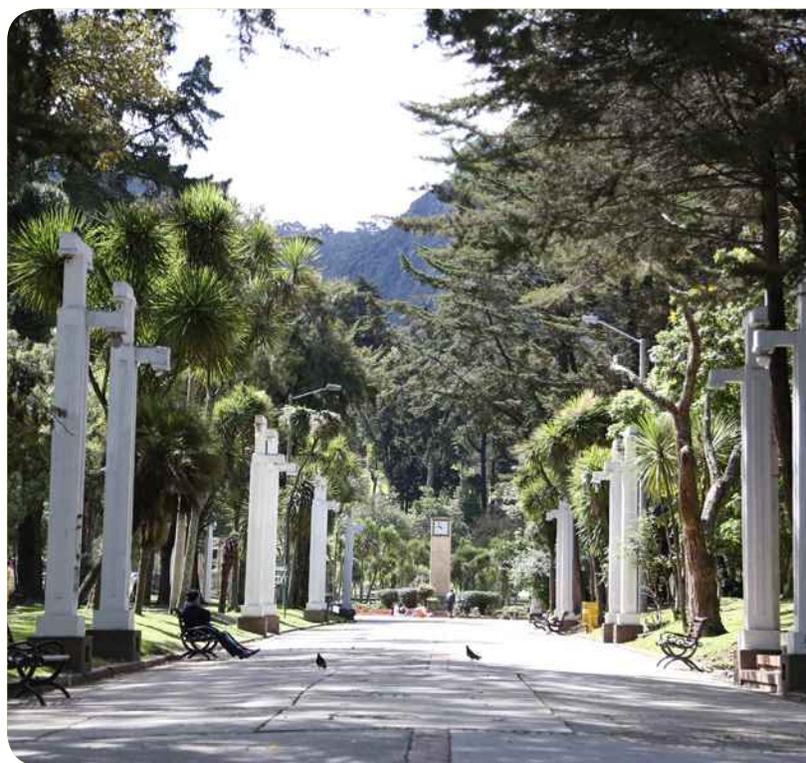


**Figura 1.** Fotografías de síntomas de árboles de Bogotá: a. Ramos en copo y elongación o acortamiento atípico de los entrenudos en liquidámbar; b. Corona anormal debido a elongación atípica de los entrenudos en chopo; c. Patrones de ramificación alterados donde se pierde la rama principal en Urapán; d. Rebrotos de hojas en una rama en Magnolia; e. Escobas de bruja (varias ramas que emergen de una sola yema) en jazmín del cabo.

Es de anotar también, que existen otras especies de árboles tales como pino romerón (*Podocarpus oleifolius*), pino mexicano (*Pinus patula*), sauce (*Salix humboldtiana*), cerezo (*Prunus serotina*), entre otros, que al parecer se encuentran infectados por fitoplasmas, pero que no han sido a la fecha estudiadas por el Grupo Investigador de la Universidad Militar Nueva Granada.

## Evidencia de la presencia de fitoplasmas en Bogotá

A la fecha, estudios experimentales usando técnicas de detección de ADN (moleculares) adelantados por el grupo y confirmados en otros laboratorios como el de la Dra. Assunta Bertaccini de la Universidad de Bologna (Italia) y el Dr. Matthew Dickinson de la Universidad de Nottingham (Reino Unido) han demostrado la presencia mayoritaria de fitoplasmas tipo "Aster Yellows" y "Ash Yellows" (grupos 16SrI y 16SrVII respectivamente) y otros grupos menos frecuentes. Normalmente, para demostrar que un patógeno (por ejemplo una bacteria) es el causante de una enfermedad, deben aplicarse los postulados de Koch, que consisten en tener el patógeno aislado en un cultivo puro, infectar con él una planta sana, generar los síntomas asociados para este patógeno y por último, ser capaz de purificar el patógeno nuevamente a partir de la planta enferma. Sin embargo, sólo hasta finales de 2012 se publicó un método que permite crecer fitoplasmas en cultivos puros, y por esta razón los postulados de Koch no se han aplicado a las fitoplasmosis. El método para cultivar fitoplasmas es costoso, demorado y difícil de conseguir. Pero aún si se lograra cultivar fitoplasmas *in vitro*, habría que superar otro problema para evaluar los postulados de Koch, un método (vector) para infectar las plantas sanas.





En la naturaleza, los psyllidos y cicadélidos se encargan de llevar los fitoplasmas a plantas sanas, tomándolos a través de un complejo proceso del floema de plantas infectadas e inoculándolos específicamente en el floema de las plantas sanas, sin producir daños a la planta. A la fecha, no se ha generado una metodología experimental que permita transferir fitoplasmas desde un cultivo puro al floema de plantas sanas.

Dada la imposibilidad de evaluar los postulados de Koch para fitoplasmas, hemos recurrido a otro tipo de evidencias para asociar la presencia de fitoplasmas en plantas infectadas con los síntomas observados. Las observaciones se hicieron entre 2002 y 2013, en diferentes individuos y localidades de Bogotá. En el caso de las descripciones de los síntomas, los números de árboles estudiados fluctúan entre 50 y 150 por especie. En el caso de las pruebas moleculares, cuya eficiencia ha venido mejorando con el tiempo, los números muestrales varían entre 10 y 100 por especie. La primera evidencia de gran peso biológico, es el estudio de los síntomas como los que se describieron anteriormente, que son consecuencia del taponamiento del floema y de desbalances en los reguladores de crecimiento (hormonas de las plantas) y que se sabe que son causados por los fitoplasmas.

Los síntomas han sido descritos en más de 50 individuos por especie, en diferentes tiempos y localidades de la ciudad. Además, en especies como *F. uhdei*, *A. melanoxyton*, *E. myrtifolia*, *L. styraciflua* y *M. grandiflora* el Grupo hizo seguimientos de síntomas a los mismos árboles por un año, tiempo durante el cual los síntomas se mantuvieron con leves cambios debidos a la evolución fenológica normal de las plantas. Un segundo tipo de demostración es la detección del ADN de los fitoplasmas en plantas sintomáticas mediante ensayos moleculares de laboratorio como PCR (reacción en cadena de la polimerasa), RFLP (patrones de restricción de fragmentos de ADN) y secuenciación de ADN, entre otros. A pesar de que la detección de los fitoplasmas por métodos moleculares ha sido un gran reto técnico por la dificultad de detectar estos patógenos, su presencia ha sido plenamente establecida en plantas sintomáticas, y confirmada por RFLP y secuenciación de todas las especies estudiadas.

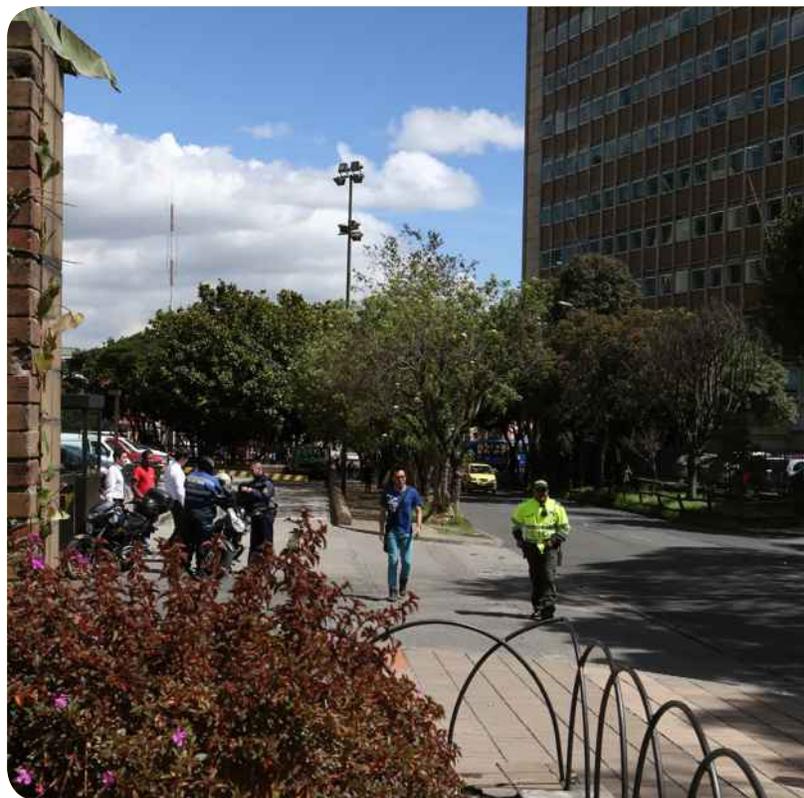
El Grupo de investigación también ha realizado otros ensayos entre los que se incluyen pruebas microscópicas con DAPI, un colorante fluorescente que permite la detección de bacterias carentes de pared celular en el floema de plantas infectadas o la transmisión de fitoplasmas mediante la ectoparásita *Cuscuta*

(una planta no fotosintética que une los floemas de plantas que ella infecta) permitiendo el paso de los fitoplasmas de una planta enferma a una planta sana, en la que se reproducen los síntomas de fitoplasmosis. Otra evidencia importantísima para evidenciar las fitoplasmosis es la demostración de la existencia de insectos vectores capaces de llevar los fitoplasmas entre plantas. Existen patógenos como hongos, por ejemplo, que en algunas especies producen síntomas como escobas de bruja. Sin embargo, sólo los fitoplasmas son específicamente transmitidos por insectos vectores, entonces una evidencia a favor de las fitoplasmosis es que haya insectos cicadélidos o psyllidos involucrados en la propagación de la enfermedad.

En el caso de Bogotá, el desconocimiento acerca de los cicadélidos y psyllidos que habitan en la ciudad es casi total. Sin embargo, un estudio hecho en Bogotá por nuestro Grupo en donde colectamos individuos de nueve especies de cicadélidos (Franco-Lara y Perilla, 2012), demostró que todas ellas eran portadoras de fitoplasmas. Sin embargo, para demostrar que una especie de insecto es vector de fitoplasmas es necesario realizar ensayos de transmisión y demostrar específicamente que el insecto infectado es capaz de transmitir los fitoplasmas a plantas sanas, pues el solo hecho de que los insectos estén infectados no garantiza su capacidad de transmisión. A la fecha, se han evaluado dos especies de cicadélidos y se ha demostrado que ambas son capaces de transmitir fitoplasmas. Los ensayos de transmisión de las otras especies de cicadélidos encontrados, están en proceso (resultados en publicación). Por último, tenemos en el momento evidencia adicional que muestra que hay plantas herbáceas que se infectan con fitoplasmas, entre las que se encuentran algunas especies de malezas o arvenses que comúnmente crecen entre la vegetación tales como diente de león, verbena y plántago (Solórzano y Franco-Lara, 2013).

## Consecuencias de la fitoplasmosis para la Sabana de Bogotá

Como se dijo, los fitoplasmas no son patógenos exclusivos de árboles. Según el Observatorio del Espacio Público adscrito a la Cámara de Comercio de Bogotá, las áreas verdes en Bogotá constituyen aproximadamente 33.420 ha y en los alrededores de la ciudad se encuentran áreas de vocación agrícola y bosques protegidos, los cuales son vulnerables a la infección por fitoplasmas.



Recientemente, el Grupo ha registrado la presencia de árboles de otras especies con síntomas en la Sabana de Bogotá, lo que sugiere dispersión de esta enfermedad hacia los ecosistemas rurales y bosques que rodean a Bogotá. Nuestro Grupo de Investigación ha demostrado, por ejemplo, la fitoplasmosis en cultivos de fresa de la Sabana de Bogotá, y en este momento se adelantan estudios para determinar el insecto vector. Así mismo, se sospecha de la presencia de fitoplasmas en otros cultivos como papa y orégano donde se han observado enfermedades nuevas, pero se requieren más evidencias experimentales para determinar si la causa son fitoplasmas.

Si las fitoplasmosis se comportan como en urapán, es posible que los árboles no mueran inmediatamente, pero observaremos una degeneración gradual de los árboles, que hará que los servicios que estos prestan a la ciudad disminuyan progresivamente. Se prevén consecuencias a tres niveles: i) económico: porque eventualmente será necesario talar y reemplazar casi toda la cubierta arbórea de la ciudad, ii) ambiental: debido al impacto negativo sobre los servicios ambientales que los árboles prestan a la ciudad y iii) porque este altísimo número de plantas infectadas sirve de fuente de inóculo para la infección de especies de interés comercial como flores, hortalizas y frutos que son potencialmente susceptibles a fitoplasmas.



"La Calera". Fotografía: Kreatribu Ltda.

Existe también una pequeña posibilidad de que eventualmente los árboles se recuperen; este fenómeno ha sido observado raramente en otras especies de plantas y podría explicar la remisión de síntomas de los urapanes de Medellín, pero claramente este fenómeno no ha ocurrido en Bogotá.

## Perspectivas

En conclusión, existe una gran cantidad de evidencia experimental que indica que los árboles de Bogotá están afectados por una enfermedad nueva causada por fitoplasmas. Se hace entonces un llamado de atención urgente para que las autoridades involucradas con el manejo de los árboles en Bogotá, comiencen a tomar medidas en el asunto. En la actualidad, a nivel mundial, no existen pesticidas químicos que permitan el manejo de las fitoplasmosis. Los pocos casos en los cuales se ha logrado de forma exitosa la disminución del impacto de las fitoplasmosis en cultivos, como vid y manzana en Europa, han sido el resultado de estudios profundos en los cuales se determinan las relaciones ecológicas de las plantas afectadas, plantas asintomáticas portadoras de fitoplasmas, insectos vectores y grupos de fitoplasmas involucrados, lo cual ha permitido hacer intervenciones para interrumpir la cadena de transmisión de plantas

enfermas a plantas sanas. Es decir, la única solución a este problema es invertir en la investigación de las fitoplasmosis para conocer sus agentes causales, insectos vectores, plantas susceptibles y resistentes, relaciones ecológicas, estrategias de manejo etc., en las condiciones de Bogotá, de forma que la enfermedad se pueda manejar o contener al interior de la ciudad. Esperemos, que cuando esto se logre no sea muy tarde para la Sabana de Bogotá.

Por último, debo mencionar que los resultados que se han resumido aquí, han sido obtenidos por estudiantes de pregrado y maestría de la Universidad Militar Nueva Granada y de la Universidad Nacional de Colombia, a través de proyectos financiados por la Universidad Militar Nueva Granada. Muchos de estos resultados han sido presentados ante la comunidad científica en congresos especializados y ante expertos mundiales en el tema, lo que valida el valor de estos hallazgos. En el momento, los resultados están en proceso de publicación en revistas científicas reconocidas por la comunidad de expertos internacionales, pero debido a que este proceso es bastante lento y que la situación de los árboles no da espera, hemos decidido divulgar estos resultados antes de que aparezcan las publicaciones científicas completas.



## Agradecimientos

A la Universidad Militar Nueva Granada por financiar a través de sus convocatorias internas el trabajo con fitoplasmas de Bogotá (proyectos CIAS 550 y CIAS 710 entre otros). A los estudiantes y jóvenes investigadores que han participado a través de sus PIC, proyectos de grado y maestría en la obtención de estos resultados.

## Bibliografía

1. Bertaccini A. y Duduk B. (2009) Phytoplasma and phytoplasma diseases: a review of recent research. *Phytopathologia Mediterranea*, 48, 355–378.
2. Filgueira J.J., Franco-Lara L., Salcedo J.E. Gaitan S.L. and Boa E.R. (2004) Urapán (*Fraxinus udhei*) dieback a new disease associated with a phytoplasma in Colombia. *New Disease Reports*, 9, 6. URL: <http://www.bspp.org.uk/ndr/july2004/2004-11.asp>
3. Franco-Lara, L. (2013) Identification of phytoplasmas infecting native and introduced tree species in Bogota, Colombia. *Phytopathology* 103, S2.46.
4. Franco-Lara, L. y Filgueira, J.J. (2005) Síntomas de decaimiento del Urapán (*Fraxinus* sp) en Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 29, 32-38.
5. Franco-Lara, L., Contaldo, N., Martínez, C., Calari, A., Paltrinieri, S., Duduk, B. and Bertaccini, A. (2010) Complex phytoplasma infection in declining liquidambar trees in Colombia. Abstract Book 18th Congress International Organization for Mycoplasmaology, Chianciano Terme Italy July 2010.
6. Franco-Lara, L- Martínez, C. y Bertaccini, A. (2011) Detección de fitoplasmas en árboles de Liquidambar de Bogotá, Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 35, 136.
7. Franco-Lara, L., Perilla, L.M. (2012) Detection of phytoplasmas in Cicadellidae morphotypes of Bogotá, Colombia. *Phytopathology*, 102, S4.41.
8. Franco-Lara, L., Perilla, L.M., Escandón, A. y Barrera, J. 2013. Aportes al conocimiento epidemiológico del patosistema fitoplasmas-árboles urbanos en Bogotá. *Fitopatología Colombiana* 37, 11.
9. Griffiths, H.M., Sinclair, W.A., Smart, D.C. y Davis, R.E. (1999) The phytoplasma associated with ash yellows and lilac witches'-broom: 'Candidatus Phytoplasma Fraxini'. *International Journal of Systematic Bacteriology* 49, 1605-1614.
10. Lee I. M., Davis R. E. and Gundersen-Rindal D. E. (2000) Phytoplasma: Phytopathogenic Mollicutes. *Annual Review Microbiology*, 54, 211-55.
11. Perilla L. M., Franco-Lara L. (2012) First report of 'Candidatus Phytoplasma asteris' affecting woody hosts (*Fraxinus udhei*, *Populus nigra*, *Pittosporum undulatum* and *Croton* spp.) in Colombia. *Plant Disease*, 96, 1,372.2 - 1,372.2. [http://www.apsnet.org/publications/plantdisease/2012/September/Pages/96\\_9\\_1372.2.aspx](http://www.apsnet.org/publications/plantdisease/2012/September/Pages/96_9_1372.2.aspx)
12. Solórzano, I.C. y Franco-Lara, L. (2013). Detección de fitoplasmas en arvenses en la sabana de Bogotá. *Fitopatología Colombiana* 37, 71.
13. Weintraub P. G. and Beanland L. (2006) Insect Vectors of Phytoplasmas. *Annual Review of Entomology*, 51, 91–111.
14. Perilla L. M., Gutiérrez C. G., Filgueira J. J. y Franco-Lara. (2010) Inoculación experimental de tres especies hospederas de fitoplasmas en Bogotá, Colombia. *Revista Facultad de Ciencias, Universidad Militar Nueva Granada*, 6, 198-213.
15. Tovar Corzo, G. (2007) Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Territorios* 16-17, 149-174.

# Ecología y Gestión de Cuencas Hidrográficas

Oscar Darío Tosse Luna



**E**n el presente artículo se pretende evidenciar conceptualmente la relación e importancia de la ecología en la práctica de la gestión ambiental, y dentro de esta última, su importancia en la gestión de cuencas hidrográficas.

Se entiende la ecología como disciplina científica que se encarga del estudio de las relaciones entre los componentes biológicos, físicos, sociales, económicos, tecnológicos con su entorno o medio donde se encuentran los seres vivos.

La gestión de cuencas hidrográficas, se entiende como todas las actividades que se realizan o hacen para mejorar las condiciones ambientales de la cuenca, lo que incluye las acciones que permiten una adecuada administración de los recursos naturales presentes en la cuenca, y que tienen como propósito mejorar la calidad de vida de los seres humanos que la habitan. Una efectiva gestión de cuencas, busca que la importancia del bienestar de las comunidades humanas, sea igual a la importancia del "bienestar" o mantenimiento de las comunidades vegetales y animales, los ecosistemas y demás recursos naturales presentes en la cuenca.

En un estudio ecológico se consideran todos los elementos que intervienen en un proceso o fenómeno determinado, por pequeño e insignificante que parezca se tiene en cuenta para el análisis integral respectivo. De la misma forma, las interrelaciones e intra relaciones generadas al interior del área que se estudia, así como las relaciones generadas entre esa área de estudio con las áreas que se encuentran a su alrededor (trans relaciones), son fundamentales para el análisis del proceso o fenómeno a estudiar.



San José del Guaviare. Fotografía: Oscar Darío Tosse Luna

A manera de ejemplo y considerando la cuenca hidrográfica como sistema, las *inter relaciones* son aquellas que se dan entre los elementos de los subsistemas que hacen parte de la cuenca, por ejemplo: en los páramos la vegetación interactúa con el suelo y éste a su vez con el agua, lo que permite captación, almacenamiento y regulación del agua por parte de estos importantes ecosistemas; las *intra relaciones* se dan entre los subsistemas, por ejemplo entre los páramos y los bosques andinos, o entre estos y los humedales. Las *trans relaciones*, se dan entre diferentes sistemas, en nuestro caso entre diferentes cuencas hidrográficas, las cuales pueden llegar a ser de gran impacto a nivel regional o nacional. Como ejemplo de las trans relaciones que deben ser estudiadas y analizadas, está el caso de los trasvases de una cuenca a otra. La modificación del balance hídrico de una cuenca y las afectaciones sobre los ecosistemas (relaciones e interrelaciones) deben ser analizadas detalladamente, basarse en datos y modelaciones hidrológicas específicas, considerando que los mayores efectos ambientales de los trasvases se manifiestan a mediano y largo plazo. En el cuadro 1 se muestran, de forma general, las diferentes relaciones que se presentan al interior y al exterior de una cuenca hidrográfica.

Cuadro 1. Relaciones en una cuenca hidrográfica: *Inter relación, intra relación y trans relación.*

Sistema 1: Cuenca hidrográfica A	
Subsistemas	Relaciones
Páramo	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
Bosque andino	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
Humedales	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
Asentamientos urbanos (ciudad industria)	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
Asentamientos rurales (vivienda, caserío, vereda, industria)	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
Cultivos	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
Extracción de minerales	<b>Inter relaciones:</b> entre sus elementos
<b>Entre subsistemas: Intra relaciones</b>	

Otros Sistemas	Relaciones
<b>Sistema 2:</b> Cuenca hidrográfica B	Entre diferentes Sistemas (Cuencas)  <b>TRANS RELACIONES</b>
<b>Sistema 3:</b> Cuenca hidrográfica C	
<b>Sistema 4:</b> Cuenca hidrográfica D	



Río Guájaro. Meta. Fotografía: Oscar Darío Tosse Luna

Con los elementos presentados, se evidencia la relación, aporte y complemento de la ecología a la gestión de cuencas hidrográficas.

Como se mencionó, la ecología realiza estudios de manera integral para dar respuesta a procesos o fenómenos naturales, para una eficiente gestión de cuencas hidrográficas es necesario realizar un análisis integral de los elementos presentes en una cuenca, así como de las relaciones presentes en la misma.

Uno de los claros ejemplos de la articulación entre la ecología con la gestión de cuencas hidrográficas, se presenta en lo que se conoce como *zonificación ecológica*, que personalmente considero de gran importancia, como insumo para el proceso de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

La zonificación en una cuenca hidrográfica tiene como propósito, brindar elementos para generar alternativas de ocupación del territorio, que busquen un equilibrio entre el uso y la conservación de los recursos naturales presentes en la cuenca. Para lo cual es necesario conocer los diferentes componentes de la cuenca de la forma más real posible.

La *Ecología del Paisaje* nace en estrecha vinculación con la geografía y vive un desarrollo espectacular a partir de la segunda mitad del siglo XX. En la actualidad, es una perspectiva científica transdisciplinaria, consolidada y reconocida, que intenta comprender y ayudar a resolver algunos de los principales retos ambientales contemporáneos en la conservación del patrimonio natural y cultural (Subirós *et ál.*, 2006).

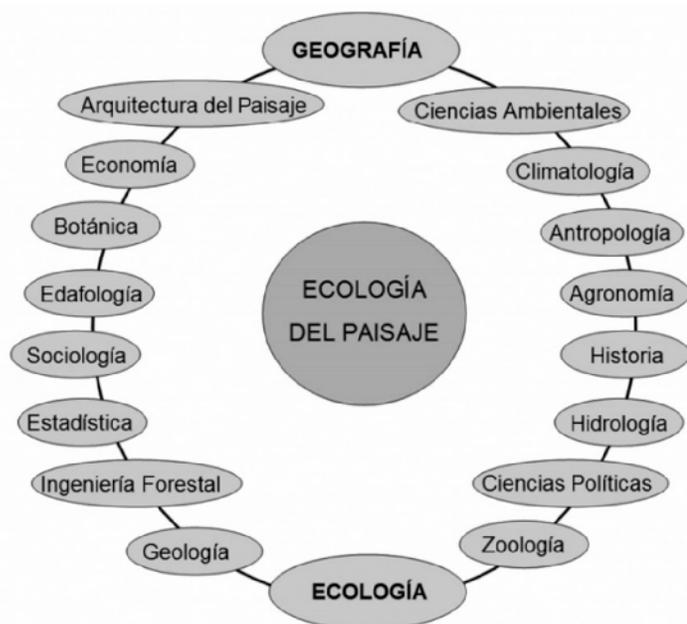
De manera sintética, en estos dos párrafos se presentan el origen y desarrollo histórico de la *ecología*

*del paisaje*. "A finales de la década de 1930, el geógrafo, botánico y ecólogo alemán Carl Troll utilizó por primera vez la expresión *ecología del paisaje (landscape ecology)*, que definió como el estudio de toda la complejidad de relaciones causa-efecto que existen entre las comunidades de seres vivos y sus condiciones ambientales en una sección específica de paisaje (Troll, 1939). Una definición que venía a complementar la de paisaje (*Landschaft-Landscape*) utilizada en el siglo XIX por Alexander von Humboldt (pionero, entre otras materias, de la geografía física y la geobotánica), como «el conjunto de características de una región de la Tierra» (Subirós *et ál.*, 2006).

Este enfoque promovido por Humboldt ha permitido, desde los años 60, el desarrollo de varias metodologías en diferentes países. Entre las metodologías se tienen: La aproximación a los sistemas del paisaje (Australia), sistema de clasificación biofísica del paisaje (Canada) y ecología del paisaje en países europeos.

El mismo Carl Troll empezó a profundizar en esta visión integral del paisaje a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial (Troll, 1950), de tal manera que, a lo largo de la década de 1960, esta nueva disciplina empieza a tomar cuerpo en el conjunto de la Europa central, un proceso que no finalizará hasta prácticamente el año 1980 (Forman, 1995). En este largo camino de consolidación, son especialmente destacables los aportes realizados por la geografía y una ecología de carácter holístico, a lo que debe añadirse todo un conjunto de contribuciones procedentes de disciplinas tan diversas como la Arquitectura del Paisaje, la Sociología, la Economía o la Historia, entre muchas otras, así como las prácticas concretas de gestión y planificación del territorio. (Véase figura 1)

**Figura 1.** La compleja diversidad de disciplinas que ayudan a configurar la ecología del paisaje y su vocación holística. Fuente: Subirós *et ál.*, 2006



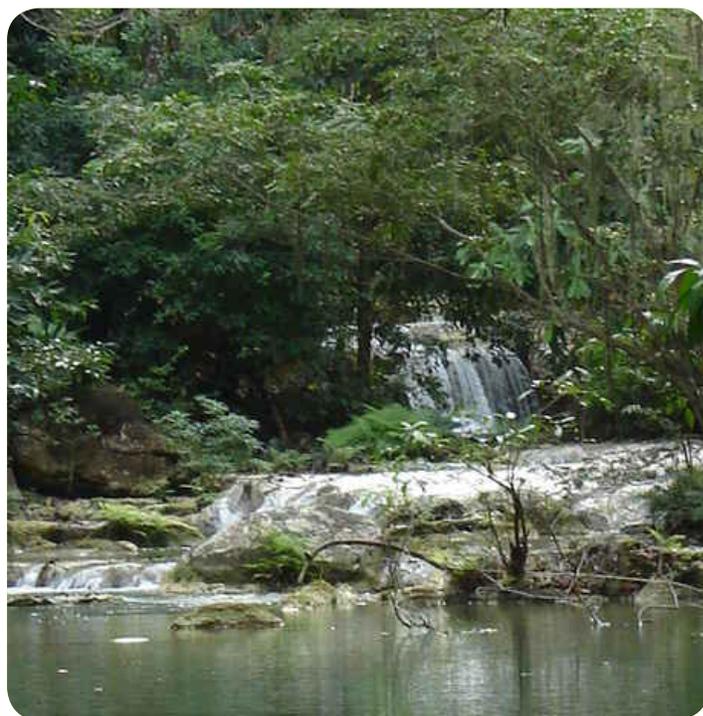
En Colombia, las metodologías aproximadas son las *Guías para el análisis Fisiográfico* desarrolladas entre el Instituto Internacional para Levantamientos Aeroespaciales y Observación de la Tierra -ITC<sup>1</sup> y el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica -CIAF, metodologías que posteriormente se denominaron *Levantamientos ecológicos del paisaje*, realizados por la Unidad de Levantamientos Rurales de la Subdirección de Docencia e Investigación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC- y en el Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo -IDEADE de la Universidad Javeriana (Bogotá).

Los enfoques metodológicos tradicionales para el análisis del territorio se realizaban de manera independiente para cada tema (clima, suelos, geología, geomorfología), los cuales posteriormente se superponían cartográficamente para definir las unidades homogéneas con condiciones biofísicas similares. Esto presentaba dificultades y errores, debido a que cada tema se desarrollaba con objetivos propios, sin una visión de conjunto, haciendo imposible la integración de la información, o generando distorsión de la realidad del territorio estudiado.

La ecología del paisaje aporta elementos para el análisis de la dimensión espacial y temporal en el estudio de las características estructurales y funcionales de los ecosistemas, contribuyendo al entendimiento de la dinámica de los procesos ecológicos. Así mismo, incorpora el resultado de las actividades económicas del hombre sobre el territorio, como uno de los factores que determina la formación del paisaje. El paisaje es el resultado de las relaciones dadas entre sus diferentes componentes, por lo tanto su conocimiento e interpretación adecuada, nos permitirán tomar las decisiones convenientes para el uso y manejo del territorio.

La *unidad de paisaje*, es la unidad fundamental de análisis y se define como: *una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisionomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas* (Etter, 1990. Adaptado de Zonneveld 1979).

Estas unidades de paisaje que define Etter, se pueden asemejar a aquellas que después de un proceso de análisis de información bibliográfica y cartográfica, establecemos como zonas dentro de una cuenca hidrográfica, de allí la utilidad de la ecología del paisaje en los procesos de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.



Río Cravo sur Yopal. Fotografía: Oscar Darío Tosse Luna

<sup>1</sup> ITC. Antes Instituto Internacional para Levantamientos Aeroespaciales y Observación de la Tierra, a partir de 2010 Universidad de Twente, Facultad de Ciencias de la Geo Información y Observación de la Tierra, sede en Holanda.



Río Cravo sur Yopal. Fotografía: Oscar Darío Tosse Luna

El análisis integrado se basa en la posibilidad de identificar y caracterizar las unidades de paisaje con base en indicadores externos de síntesis. Las características externas del paisaje son aquellas que facilitan su reconocimiento y su diferenciación espacial. Están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: *la geoforma y la cobertura*.

La *geoforma* se refiere a todos los aspectos que tienen que ver con la morfología de la superficie del territorio como son: relieve-volumen, forma y longitud de pendientes, tipo y densidad de disección del patrón de drenaje, entre otros.

La *cobertura*, está comprendida por todos aquellos aspectos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sean de origen natural o cultural. Generalmente son de origen biológico o producidos por algún tipo de actividad biológica o antrópica. Estos incluyen: fisionomía y composición de la cobertura vegetal expresada por las formas de vida dominantes y sus formas de asociación; estratificación de biomasa; coberturas naturales no bióticas (hielo, agua, rocas, etc.) y coberturas culturales (infraestructura: edificaciones, puentes, vías, etc.)

El producto final de un levantamiento ecológico es un mapa ecológico o de unidades de paisaje, con una leyenda tabular con la cual se establecen las correlaciones entre los diferentes atributos del paisaje, permitiendo realizar una interpretación integrada del paisaje.

Cada levantamiento ecológico se realiza conforme a unos propósitos, que pueden ser: caracterización del paisaje para el ordenamiento territorial y la planificación, caracterización de la vegetación, estudios de biodiversidad, entre otros.

Para la gestión de cuencas, y de manera específica para la ordenación y manejo, los mapas síntesis o ecológicos, son insumos importantes para generar la información requerida, conforme los objetivos específicos de la ordenación, los que a su vez definen los requerimientos de información.

Por lo expuesto se concluye la importancia de la ecología en la gestión de cuencas hidrográficas, en cuanto a su aplicación para generar conocimientos técnicos a utilizar en los procesos de ordenación y manejo de las cuencas, de manera específica en la zonificación ambiental.

Con el presente artículo, y con mi visión como ecólogo, desde mis labores en la gestión ambiental, espero contribuir con elementos para la zonificación ambiental en cuencas hidrográficas, que como se observa no es un tema nuevo, solo requiere de "adaptación" conforme las particularidades o condiciones de la cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrade A. (1994, mayo). La Zonificación ecológica como base para el estudio integral del paisaje y la planificación del uso de las tierras. SIG-PAFC. Año 1, número 2. Pgs. 28-29.
2. Etter A. 1990. Introducción a la ecología del paisaje. Un marco de integración para los levantamientos rurales. IGAC. Subdirección de Docencia e Investigación. Unidad de Levantamientos Rurales. Bogotá.
3. Josep Vila Subirós, Diego Varga Linde, Albert Llausàs Pascual, Anna Ribas Palom. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. En: Documents d'Anàlisi Geogràfica, No. 48, 2006. Pgs. 151-166 [en línea] <http://ddd.uab.cat/pub/dag/02121573n48p151.pdf>



## Plan de Manejo y Conservación de los Esteros El Salero y Los Patos, Vereda Trompillos, Casanare

G. Alejandro Pachón, Coordinador del Proyecto  
Fundación Omacha

*"Agradecemos a la madre tierra, por brindarnos tan grandiosas maravillas naturales de las cuales nosotros somos espectadores con la capacidad de contemplarlas en su total esplendor"*

### RESUMEN

Este plan de manejo es la materialización de la iniciativa propuesta por la compañía Oleoducto de los Llanos, ODL S.A, en unión con la Fundación Omacha, con el fin establecer líneas de manejo para la conservación, recuperación, investigación y uso sostenible de los esteros El Salero y Los Patos, ubicados en la vereda La Vigía – Trompillos, municipio de Tauramena, Casanare.

Los resultados obtenidos durante el diagnóstico biológico, social y económico fueron la base para identificar las líneas de acción, dentro de las cuales se identificaron las estrategias, planes y proyectos a seguir en los futuros años para todos los actores involucrados directa e indirectamente con los dos esteros.

Las estrategias identificadas fueron: Investigación Participativa y Aplicada; Conservación y, Aprovechamiento Sostenible, que sirven de medios para integrar a los actores del territorio, a la comunidad local, a la región, a los organismos gubernamentales y no gubernamentales para trabajar unidos por un mismo propósito.

El trabajo realizado por el grupo de profesionales de diferentes disciplinas de la Fundación Omacha, se basó en el desarrollo de un diagnóstico biológico de fauna y flora presentes en los esteros y sus inmediaciones en época seca y en época de lluvias, en donde se registraron especies típicas para Orinoquia, como también especies sombrilla, emblemáticas y especies con algún grado de vulnerabilidad. Al mismo tiempo, se realizó una caracterización social, en donde se identificó cómo la comunidad adyacente a los esteros se estableció en la región y cómo ha sido la construcción de la cultura llanera a través de las últimas décadas. Así mismo, se generaron escenarios futuros para el área esteros, en donde confluyen el gran potencial económico del departamento del Casanare, el futuro de la comunidad y el posible uso y estado de las áreas de la vereda.



"Atardecer llanero" Fotografía: Fernando Trujillo. Fundación Omacha



"Paisaje llanero" Fotografía: Fernando Trujillo. Fundación Omacha

En términos económicos, se identificaron los diferentes sistemas productivos de la región. La actividad ganadera ha sido la más influyente en la región, en donde se utilizan las praderas como sitios de pastoreo.

Los cultivos de palma y arroz han venido ganando espacio en la región, siendo otra alternativa productiva en crecimiento en los últimos años.

Esperamos que esta iniciativa, se pueda replicar a lo largo y ancho de los Llanos Orientales, con el fin de generar espacios en donde la integración social y ambiental tenga como objetivo el manejo y conservación de los esteros colombianos.

## **PALABRAS CLAVES**

Estero, Ecosistema, Plan de manejo, Zonificación, Fauna, Flora.

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, Colombia está ubicada dentro los primeros países que albergan una gran cantidad de biodiversidad de flora y fauna, en una amplia gama de ecosistemas a lo largo y ancho del territorio nacional (Usma y Trujillo; 2011).

De esta manera, el área aproximada de humedales o "esteros" (término local usado en los Llanos Orientales colombianos) es de 20.252.500 hectáreas compuestas por lagos, pantanos y turberas, ciénagas, llanuras y bosques inundados. En la Orinoquia colombiana, los humedales cubren aproximadamente 449.481 hectáreas y por último, en el departamento del Casanare

los esteros abarcan un área aproximada de 138,927 hectáreas (Correa *et ál.*, 2005).

Los esteros son ecosistemas de gran importancia para la biodiversidad, ya que en ellos habitan gran cantidad de aves tanto locales como migratorias, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, insectos, además de numerosas especies de plantas y árboles (Nieff 2000).

Este tipo de ecosistema juega un papel importante para las comunidades locales, ya que provee ciertos bienes y servicios, como lo son: suministro de agua, leña, bebederos para el ganado, sitios para pescar, sabanas para el pastoreo, aire puro, alternativas económicas como áreas para la recreación, áreas para el turismo (Galeano 2011), hermosos atardeceres y amaneceres y toda una historia regional conocida como el "Orgullo llanero".

En los últimos 50 años las actividades productivas humanas han venido transformando las condiciones naturales de estos ecosistemas, por lo cual, se han venido produciendo afectaciones ambientales en donde las consecuencias comprenden pérdida de la biodiversidad, alteraciones ecológicas y transformación paisajística de estos entornos (Usma y Trujillo, 2011).

Frente a este panorama, la meta propuesta en el plan de manejo es unificar todos los esfuerzos posibles y vincular a todos los actores involucrados en el área, para iniciar acciones de manejo y conservación para disminuir la pérdida tanto de ecosistemas como de las especies que en ellos habitan; con el objetivo de asegurar la presencia de los mismos para las futuras generaciones, a partir de las estrategias establecidas en el plan de manejo.



"Estero Los Patos" Fotografía: Alejandro Pachón. Fundación Omacha

La importancia de la presencia de estos dos esteros, como integrantes de la gran red de esteros del sur del municipio de Tauramena, comprende tres aspectos claves en los cuales se agrupan la gran variedad de beneficios y servicios prestados, los cuales son:

- Impulso a la estabilidad social
- Beneficios económicos
- Beneficios ambientales

## MISIÓN Y VISIÓN

La misión y visión establecidas en el plan de manejo son:

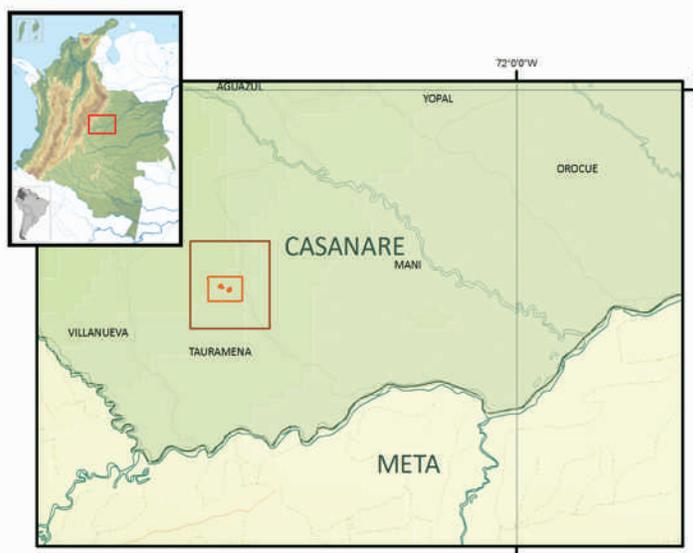
**Misión:** "Conservar las condiciones ecológicas de los humedales El Salero y Los Patos, a través del uso sostenible de los bienes y servicios ambientales que prestan estos ecosistemas como resultado de la interacción de varios esfuerzos institucionales, comunitarios e investigativos apoyados en el marco jurídico nacional e internacional. La comunidad local de estos ecosistemas tiene el derecho a un sustento seguro y justo basado en el uso y manejo adecuado de los recursos".

**Visión:** "Los esteros como ecosistemas claves que albergan diversidad de fauna y flora, significativa tanto para la biodiversidad de la cuenca del Orinoco como para Colombia; se deben conservar y recuperar para garantizar la supervivencia del mismo en el corto, mediano y largo plazo. La articulación de los diferentes

*actores presentes en el área, trabajando de forma unida, facilitará el cumplimiento de las estrategias y líneas de acción propuestas".*

## UBICACIÓN

Los esteros están ubicados en la parte sur del municipio de Tauramena, en límite con el municipio de Maní, entre los caños Tacuya y Güira donde confluyen otros caños más pequeños, como el caño La Tigra, La Chamuscada y arroyos menores.

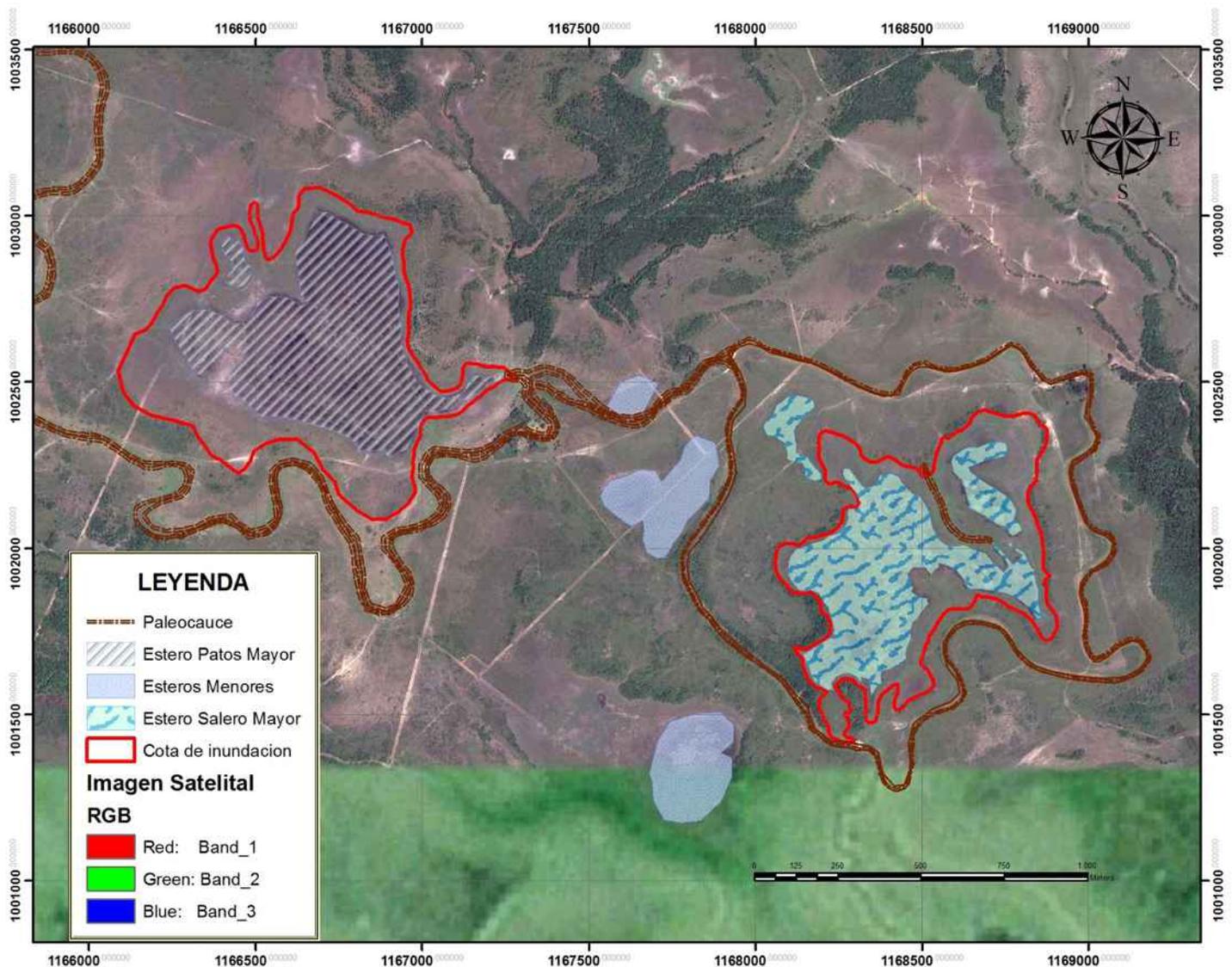


Mapa ubicación de los Esteros. Fernando Sierra. SIG. Fundación Omacha

Los esteros que son parte de los humedales según de la convención de Ramsar se definen como:

**«Un humedal es una zona de la superficie terrestre que está temporal o permanentemente inundada, regulada por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que la habitan»**

El área ocupada por los cuerpos de agua es de 63 hectáreas para el estero El Salero y 90 hectáreas para el estero Los Patos. La red hidrológica está regida por los aportes que hace el río Tacuya, el cual en época de lluvias contribuye a que el área ocupada por ellos aumente y en época seca, el desabastecimiento de aguas generado por el mismo, provoca que el cuerpo de agua se reduzca hasta su mínima expresión.



Red hídrica de los esteros. Sandra Sotomonte. Fundación Omacha.

## PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA REGIÓN

La historia de la región desde los primeros habitantes, se remonta a la formación de los grandes hatos ganaderos, los cuales fueron heredados desde la época de la Colonia, siendo estas sabanas comunales para la ganadería.

Según los registros, el único dueño fue Don Marcelino Barrera, quien tenía distintas estancias como: Trompillos, Manaure, La Palmita, La Esperanza, Texas, El Recreo, Los Lobos, El Matal y Hato Bogotá; y alrededor de unas 50.000 cabezas de ganado.

Para esa época, la propiedad privada no existía, la única propiedad la otorgaba el número de cabezas de ganado que tuviera cada dueño.

Con el tiempo, Don Abraham con permiso de Don Marcelino Barrera se estableció en la región y comenzó a conformar los predios en donde se encuentran los esteros El Salero y Los Patos, siendo sus descendientes los actuales propietarios de los predios en donde se ubican los esteros y sus áreas aledañas.



Chinchorros llaneros Fotografía: Alejandro Pachón. Fundación Omacha



Antigua y nueva casa llanera. Fotografía: Alejandro Pachón. Fundación Omacha

En el contexto actual, a partir de la pacificación de la región en el 2006, se recobró la confianza y el interés por trabajar en el desarrollo económico del departamento del Casanare y en especial del municipio de Tauramena.

Con el descubrimiento de pozos petroleros en Cusiana y Tauramena se inició el famoso "boom" petrolero de Casanare y el departamento comenzó a crecer a pasos agigantados. Este crecimiento fue impulsado por factores como las regalías provenientes de la extracción de hidrocarburos, inversión en el campo social y productivo, carreteras, infraestructura, exportación de ganado a Venezuela, auge del arroz, turismo y crecimiento de ciudades como Yopal y pueblos que de alguna manera están relacionados con los esteros.

En el futuro, en el corto plazo (5-10 años), en el panorama para los ecosistemas de la Orinoquia se pueden identificar cambios notables en el paisaje con procesos avanzados de praderización tecnificada, apertura de nuevas vías y perforación de pozos para la extracción de hidrocarburos y subterráneos para la extracción de aguas profundas y superficiales.

La ampliación de la frontera agrícola e industrial, traerá cambios en la dinámica de uso y conservación de los ecosistemas.

Sobre el área, la presencia de nuevos habitantes, construcción de obras civiles, sistemas de comunicaciones, turismo, entre otros, generaron mayor intervención humana sobre los ecosistemas y en especial sobre los esteros, cercanos a vías y a ciertos poblados.

## BIODIVERSIDAD DE LOS ESTEROS

La biodiversidad encontrada en el diagnóstico biológico es la representación de la fauna característica en los Llanos Orientales. Los individuos registrados se caracterizan por ser especies claves, sombrilla, endémicas, vulnerables, migrantes nacional e internacionalmente, y típicas de la región.

Para el grupo de las aves, se encontró 169 especies pertenecientes a 20 órdenes, 46 familias, 132 géneros y 12 migrantes. Siendo las Passeriformes el orden de aves con mayor número de especies registradas para la época seca y época de lluvias.

Los Llanos orientales siempre se han caracterizado por tener una gama de aves representativas. Se obtuvieron

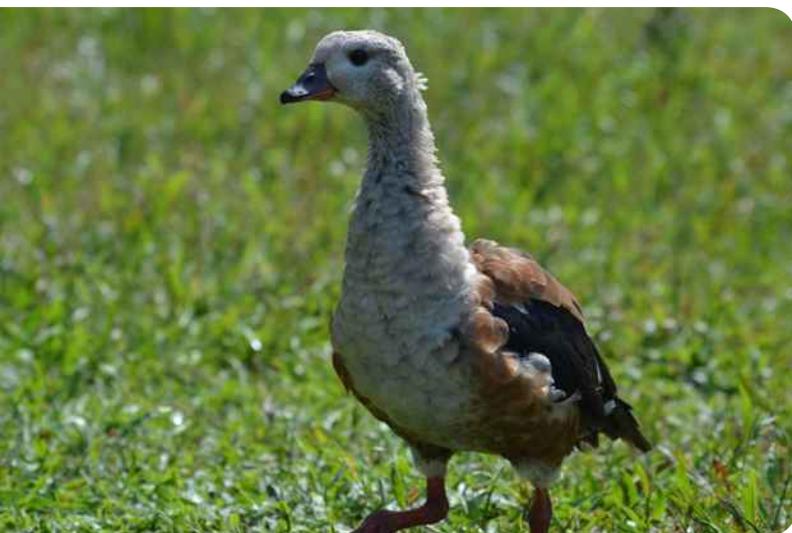
registros de: la garza (*Bubulcus ibis* y *Ardea alba*), loros (*Aratinga pertinax* y *Amazona ochrocephala*), aves rapaces, (*Rupornis magnirostris* y *Busarellus nigricollis*).

Otras especies de aves encontradas que son comunes en el área son: las corocoras (*Eudocimus ruber*), el pigua (*Milvago chimachima*), la tijereta (*Tyrannus savana*), el vaco (*Tigrisoma lineatum*) y el cari sucio (*Aratinga pertinax*).



Corocoras (*Eudocimus ruber*). Fotografía: Fernando Trujillo. Fundación Omacha

Para este grupo, las especies sensibles para el departamento del Casanare son el "*Phacellodomus rufifrons*" o castillerito llanero y la "*Neochen Jubata*" o pato carretero.



Pato carretero (*Neochen jubata*). Fotografía: Fernando Trujillo. Fundación Omacha

En el grupo de los mamíferos, después de realizar 6997 horas entre cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y recorridos de observación directa, se registraron 23 especies de mamíferos pertenecientes a 16 familias y 8 órdenes.

Es importante destacar que se registraron en la zona especies que se encuentran bajo algún grado de amenaza a nivel nacional como: oso palmero (*Myrmecophaga tridactyla*), considerado como vulnerable (VU) y los felinos *Puma concolor* y *Leopardus pardalis* catalogados como casi amenazados (NT).



Puma (*Puma concolor*). Fotografía: Cámara Trampa. Fundación Omacha



Venado (*Odocoileus virginianus*). Fotografía: Santiago Cañón. Fundación Omacha

Para este grupo, los registros obtenidos en relación a la principal amenaza para los mamíferos es el consumo humano, siendo las especies más cazadas el venado (*Odocoileus virginianus*), el cachicamo (*Dasyopus novemcinctus*), la lapa (*Cuniculus paca*) y, el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Otros que también están siendo cazados pero por conflicto con el sistema agropecuario son el puma (*Puma concolor*), el canaguar (*Leopardus pardalis*), el zorro (*Cerdocyon thous*) y la chucha (*Didelphis marsupialis*).



Chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Fotografía: Jairan Sánchez. Fundación Omacha

Para el grupo de anfibios y reptiles se obtuvieron registros de 10 especies de anfibios y 12 especies de reptiles.

Las especies de anfibios registradas se distribuyen en 4 familias, siendo la Leptodactylidae la más representativa. La ranita picuda listada (*Leptodactylus fuscus*) de la familia Leptodactylidae, fue la más común con un total de 13 individuos.

Otras especies de anfibios encontradas son:

Sapo común (*Rhinella marian*), ranita amarilla (*Dendropsophus mathiassoni*), ranita platanera (*Hypsiboas crepitans*), ranita criolla (*Leptodactylus latrans*), rana labiada (*Leptodactylus fragilis*), rana vigilante (*Scarthyla vigilans*) y rana vaquera (*Physalaemus fischeri*).



Ranita amarilla (*Dendropsophus mathiassoni*). Fotografía: Jennifer del Río. Fundación Omacha

Las especies de reptiles registradas se distribuyen en un total de 9 familias, la más representativa la familia Colubridae, en donde se ubica la especie mapana de agua (*Helicops angulatus*).

Adicionalmente, se encontraron otros reptiles como: el cachirre (*Caiman crocodilus fuscus*), la iguana (*Iguana iguana*), la lagartija (*Norops auratus*), el güio de agua (*Eunectes murinus*), la tortuga morrocoy (*Chelonoidis carbonaria*) y el mato (*Tupinambis teguixin*).



Cachirre (*Caiman crocodilus*). Fotografía: Víctor Lizarazo. Fundación Omacha

En términos de diversidad de peces, se registraron 32 especies, en donde la mayor riqueza la proporcionó la familia de los Characiformes con 19 especies. Se encontraron 10 especies carnívoras y 11 omnívoras. Adicionalmente se encontraron 22 especies de uso ornamental y 5 especies de consumo, dentro de las cuales encontramos la guabina (*Hoplias malabaricus*) y el caribe (*Pygocentrus cariba*).



Caribe (*Pygocentrus cariba*). Fotografía: Vicente Preciado. Fundación Omacha

En cuanto a insectos, se obtuvieron 140 individuos pertenecientes a 5 familias, en donde se encontraron mariposas características de la zona como *Hermeuptychia hermes*, *Anartia jatrophae* y *Heliconius erato*.



Mariposa (*Hermeuptychia hermes*). Fotografía: Carlos Gantiva. Fundación Omacha.

En términos de flora, los Llanos Orientales son una extensa llanura de bosques que siguen la dirección de las corrientes de un gran número de ríos y quebradas, que han sido objeto de una larga historia de transformaciones humanas relacionadas con el asentamiento de poblaciones y sus sistemas productivos, en especial la ganadería. Para el área de los esteros y zonas aledañas, se identificaron diferentes tipos de ecosistemas característicos de la cuenca del Orinoco: ecosistema de moriche, ecosistema de sabana, ecosistema de estero, bosque de galería, relicto de bosque primario y bosque secundario.



Palma de moriche (*Mauritia flexuosa*). Fotografía: Astrid Milena Caro. Fundación Omacha.



Palma de vino (*Attalea butyraceae*) . Fotografía: Astrid Milena Caro. Fundación Omacha

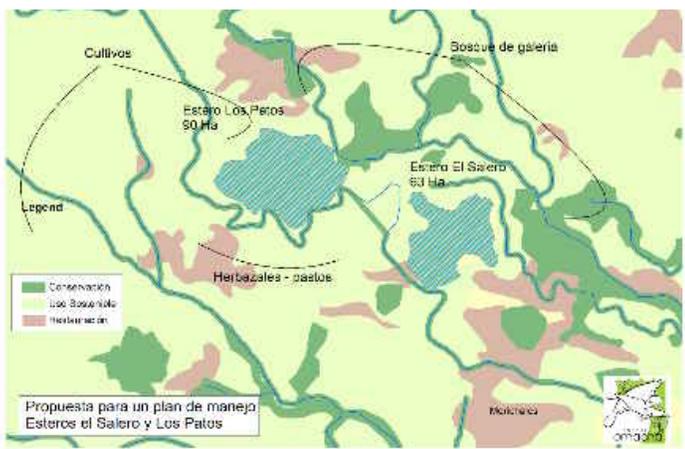
## ZONIFICACIÓN DEL ÁREA

Para el plan de manejo, el área de los esteros se zonificó según los conceptos científicos emitidos por el grupo de profesionales, en donde el proceso de sectorización del área en unidades se dio con el fin de optimizar las condiciones naturales existentes en cada unidad de paisaje a partir de las necesidades, cualidades y potencialidades posibles que cada una requiera.

Por lo cual, después de clarificar las áreas, se identificaron las siguientes zonas:

- Zona de Conservación.
- Zonas de Recreación.
- Zonas de Reforestación.

El siguiente mapa clarifica el área con respecto a las zonas identificadas:



Mapa de zonificación del área de los esteros. SIG: Fernando Sierra. Fundación Omacha.

## LÍNEAS DE MANEJO

A partir de los diferentes diagnósticos realizados y la zonificación del área, las tres líneas estratégicas claves para lograr y asegurar el buen uso y conservación de los esteros, son:

### 1) Estrategias de investigación participativa y aplicada:

En esta línea de manejo se evalúan la presencia, distribución y estado de la fauna y flora de los esteros y áreas cercanas, por medio de monitoreos biológicos, estudios multi-temporales de cobertura vegetal, investigaciones de los impactos por actividades de uso y manejo de los recursos de los ecosistemas, investigaciones de la conectividad ecológica de los dos humedales con otros humedales, investigaciones de la calidad del hábitat de las especies y cadenas tróficas y por último, integración activa de la comunidad, por medio de un proceso participativo de apropiación de los ecosistemas como parte fundamental para el fortalecimiento de la cultura llanera.

### 2) Estrategias para la conservación de los humedales:

La estrategia está orientada a evaluar cómo se recuperan y comportan los ecosistemas, en términos del análisis hídrico, sedimentación, restauración, aumento de la producción de especies nativas y manejo paisajístico.

Adicionalmente, por medio del diseño de mecanismos que faciliten la participación de la comunidad y de diferentes actores en el uso sostenible de los ecosistemas, se pretende la integración de la comunidad por medio de la generación de estrategias enfocadas a: gobernanzas y acuerdos para el manejo de los humedales, estrategias de manejo responsable de bovinos, equinos y porcinos, talleres de educación ambiental, actividades ambientales como la celebración del día de los humedales y fortalecimiento de los proyectos ambientales escolares (PRAES) de las instituciones educativas de la zona.

### 3) Estrategias para el aprovechamiento sostenible de los humedales:

Enfocadas a fomentar el desarrollo amigable con el medio ambiente a partir de planes como: infraestructura ecológica, ecoturismo, turismo científico, buenas prácticas productivas, proyectos alternativos sostenibles, ganadería ecológica, formación y capacitación para madres cabeza de familia para la fabricación de artesanías, cría y levante de cerdos. Por medio de esta línea se pretende fortalecer la economía de la región y en especial de la vereda La Vigía – Trompillos.

## CONCLUSIÓN

La historia y el presente de los esteros y ecosistemas cercanos, han venido de la mano con el establecimiento e historia de las comunidades locales, las cuales hacen presencia en la zona y hacen uso de los recursos que estos ecosistemas ofrecen. Por lo cual, la búsqueda de la armonía y beneficio para las comunidades y el medio ambiente, es un objetivo que se tiene que garantizar y alcanzar por medio de este plan de manejo.

El plan de manejo es el reflejo de la construcción de un proceso multidisciplinario, que busca establecer las medidas correctivas, preventivas y adaptativas orientadas a unificar todos los esfuerzos para encontrar el camino en el cual se garantice el manejo sostenible del área y se promueva la conservación de la riqueza biológica de la zona.

## Equipo de trabajo

El grupo de profesionales involucrados en el desarrollo de cada uno de los pasos del plan de manejo es:

Dalila Caicedo (Directora Ejecutiva de la Fundación Omacha) - Fernando Sierra Vargas (SIG) - Lilie Duque

(Bióloga Marina) Coordinadora de Campo - Jairan Sánchez (Sociólogo) - Nathalia Prada (Ornitóloga) - Astrid Milena Caro (Botánica) - Santiago Cañón (Mastozoólogo) - Carlos Torrente (Mastozoólogo) - Víctor Lizarazo (Herpetólogo) - Jennifer del Río (Herpetóloga) - Carlos Gantiva (Entomólogo) - Andrés Vásquez (Entomólogo) - Vicente Preciado (Ictiólogo) - Jhon Zamudio (Ictiólogo) - Sandra Sotomonte (Hidrologa) - José Camilo Costa (Limnólogo).

## Agradecimientos

Agradecemos a la revista El Arrendajo Escarlata, por la oportunidad de comunicar el Plan de manejo a la comunidad en general. Adicionalmente, agradecemos a la compañía Oleoductos de los Llanos Orientales, ODL S.A por hacer realidad este proyecto. Así mismo agradecemos la ayuda y participación de la comunidad de La Vigía - Trompillos, y a las entidades públicas y privadas que aportaron significativamente en el desarrollo del plan de manejo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Colwell, R. K., A. Chao, N. J. Gotelli, S.-Y. Lin, C. X. Mao, R. L. Chazdon, and J. T. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5:3-21.
2. Correa, H. D, Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M. (eds) 2005. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco – Colombia / 2005 - 2015 – Propuesta Técnica. Bogotá D.C.: Corporinoquia, Cormacarena, I.A.v.H, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ – Colombia. 273 p.
3. Galeano, J. 2011. “El uso del suelo en el caso de los humedales”. *Verbra iuris*. Enero – Junio. 29 p.
4. Nieff, J. 2000. “El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica”. Centro de Ecología aplicada del litoral (CECOAL). Argentina. 50 p.
5. MAVDT. 2010. “Política Nacional para la gestión integral del Recurso hídrico”. Viceministerio del Ambiente. Dirección de ecosistemas, grupo de recurso hídrico. República de Colombia. 124 p.
6. Ministerio del Medio ambiente. 2001. “Política nacional para humedales interiores de Colombia, estrategias para su conservación y uso racional”. Ministerio del Medio ambiente, Consejo nacional ambiental. República de Colombia. Bogotá. 54 p.
7. Ministerio del medio Ambiente. 2002. “Política nacional para humedales interiores de Colombia, estrategias para su conservación y uso sostenible”. Consejo Nacional ambiental. 67 p.
8. MAVDT. 2006 “Resolución 196, 01 de febrero de 2006”. Ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial. República de Colombia. 31 p.
9. Usma, J.S., & F. Trujillo (Editores). 2011. Biodiversidad del Casanare: Ecosistemas Estratégicos del Departamento. Gobernación de Casanare - WWF Colombia. Bogotá D.C. 286 p.

## El Agua, Integración y Conflicto Social

Luis Ovelio Lugo Piravan



**E**l agua ha sido un elemento fundamental para la vida desde el momento de la aparición de la Tierra hace 4.500 millones de años y porque no decirlo del universo; el agua se encuentra en todos los seres vivos, en el ADN, las células, los tejidos, microorganismos, en el aire, en las rocas, en la atmósfera, en la litosfera, en un caramelo, en la comida, en la sangre, en un vehículo, en el avión, en los barcos, en el papel, en el rocío, en los casquetes polares, en los océanos, mares, lagos, ríos, caños, quebradas, lagunas, en las nubes, en las profundidades de la tierra, en los montes, en el llano, el desierto, en las hojas del frailejón, en una lágrima, en un grano de arroz, y hasta en el sudor como elemento regulador de la temperatura corporal.

Mejor dicho el agua es génesis de vida, es enigmática, es espiritual, es amor, es emoción, es poesía, es arte, es diversión, es vital, es desarrollo, es integración pero también puede generar conflictos sociales o desastres naturales por déficit o por exceso de ella, ¡El Agua lo es todo y para todo!...es y será la maravilla de las maravillas de la creación o de la evolución según sea su credo.



Río Orinoco, brazo Mataven. Fotografía: Luis Ovelio Lugo Piravan

El agua cubre el 71% de la superficie de la Tierra, se encuentra en un 96,5% en los océanos como agua salada, en un 1,74 % en los glaciares y casquetes polares como agua dulce, en depósitos subterráneos, permafrost y glaciares continentales en un 1,72%, luego haciendo cuentas nos queda como restante tan solo el 0,04% el cual se distribuye en orden descendente en lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y materia viva.

El agua se presenta en estado sólido, líquido y gaseoso, así mismo la encontramos como agua salada que representa el 97.5% y tan sólo el 2.5% es agua dulce. Pero es importante advertir que al 2,49% no tenemos acceso para consumirla, pues está congelada en los glaciares, la humedad del suelo o permanece en acuíferos subterráneos inaccesibles, o sea nos queda el 0,01% del agua dulce con accesibilidad para el consumo.

Ahora veamos, y sigamos haciendo cuentas de ese 0,01% de agua dulce accesible destinada de la siguiente manera: de ese 0,01% se destina para uso agrícola el 70%, para uso industrial el 22% y para consumo doméstico el 8%, consumo doméstico que incluye lavar la ropa, limpiar la casa, lavar la vajilla, cocinar, ducharse, cepillarse los dientes, riego de jardines, lavado del carro, afeitarse, descargar la cisterna, lavado de manos, y el consumo humano como bebida diaria entre otros usos.

Ahora hagamos un poco de historia de la población humana remontándonos al año 10000 A.C, se calcula que para esa época habitaban la tierra unas 500 mil personas, luego para la época de Cristo se calcula una población de 200 millones de habitantes, para el año 1000 después de Cristo unos 300 millones, para el año 2000 se calculó unos 6.000 mil millones de habitantes, lo cual es un índice de crecimiento bastante significativo, y si analizamos desde el año 2000 al 2010 la población mundial superó los 7.000 mil millones de habitantes, con un incremento de 1.000 millones de habitantes en tan solo 10 años, comparado con el crecimiento del año 1 al 1800 que llegaba a los 1.000 millones de personas, lo que quiere decir que tuvieron que pasar 1800 años para crecer 1.000 millones de habitantes, cifra superada del 2000 al 2010, eso es alarmante y apocalíptico, teniendo en cuenta que es exponencial el crecimiento de habitantes, que desde luego también es directamente proporcional al consumo de agua, generación de residuos, contaminación hídrica, demanda de alimento, energía, ocupación





del territorio destinado para la producción de alimento destinado para nuevas y emergentes ciudades, industrias, fábricas etc.

Pero lo más inaudito es que la humanidad aún no frena el desmedido e inadecuado uso de la oferta natural, confiados aún en que la tierra y sus recursos naturales y el ambiente van a soportar tanta demanda y daño ambiental que le estamos causando, sobre todo si analizamos que ese 0,001% de agua dulce con acceso para el consumo doméstico, es precisamente la que estamos contaminando, desecando sus fuentes y haciendo uso irracional.

Es oportuno recordar el anuncio hecho por el IDEAM en el año 2010, que ya ocho glaciares en Colombia desaparecieron, hoy sólo quedan cuatro nevados: Huila, Ruiz, Santa Isabel y Tolima, y dos sierras nevadas: Cocuy y Santa Marta. ¿Será que hay que esperar más evidencias para cambiar nuestro comportamiento con la Naturaleza?, esto quiere decir que hacia el 2030 en Colombia no contaremos con nieves perpetuas y por ende con nevados, situación que agrava la problemática ambiental por falta de agua, si tenemos en cuenta que los glaciares, nevados y sierras nevadas son proveedores importantes de agua dulce para los ríos, podemos decir que el futuro es realmente claro "sequias y hambre", "problemas y conflictos ambientales", situación que puede coincidir con lo más anhelado por todos "la paz o cese al fuego", que sería como la gran explosión de la paz posconflicto "la guerra por el acceso al agua limpia y a un ambiente sano", tema de moda por los analistas ambientales del país, pero ausente en las mesas de Paz de la Habana.

Ahora miremos el agua desde otro enfoque, el agua como un elemento de integración y de encuentro, de comunicación, de memoria cultural y de valoración de bienes y servicios ecosistémicos. El agua permite la comercialización de productos, la interrelación social, es el soporte básico del crecimiento industrial, es garantía y esperanza alimentaria, es la esencia de la empresa turística y ecoturística, es el atractivo para los asentamientos poblacionales y de las grandes ciudades; pero también por su acceso se han generado y se generan confrontaciones y grandes conflictos sociales en el mundo.

Los problemas y conflictos socio ambientales generados al rededor del agua, no se han hecho esperar, las comunidades manifiestan su inconformidad por los daños ambientales que cada día son más graves y frecuentes, que luego desencadenan en protestas sociales por la pérdida del derecho al acceso al recurso, convirtiéndose en una bomba de tiempo capaz de generar conflictos sociales sin precedentes, incidiendo incluso en la sostenibilidad y permanencia de la biodiversidad del planeta.

Ahora bien, estos conflictos socioambientales se ven agravados especialmente por la contaminación, déficit del recurso, ausencia del derecho de acceso al agua limpia; teniendo en cuenta que se han acrecentado la demanda y los riesgos ambientales sobre este recurso por la proliferación de la agroindustria, la industria de los hidrocarburos (sísmica y contaminación por vertimientos), la minería (en el 2011 los títulos mineros aumentaron el 1.089% lo cual coloca a 5'363.000 campesinos en riesgo de conflicto con la minería,

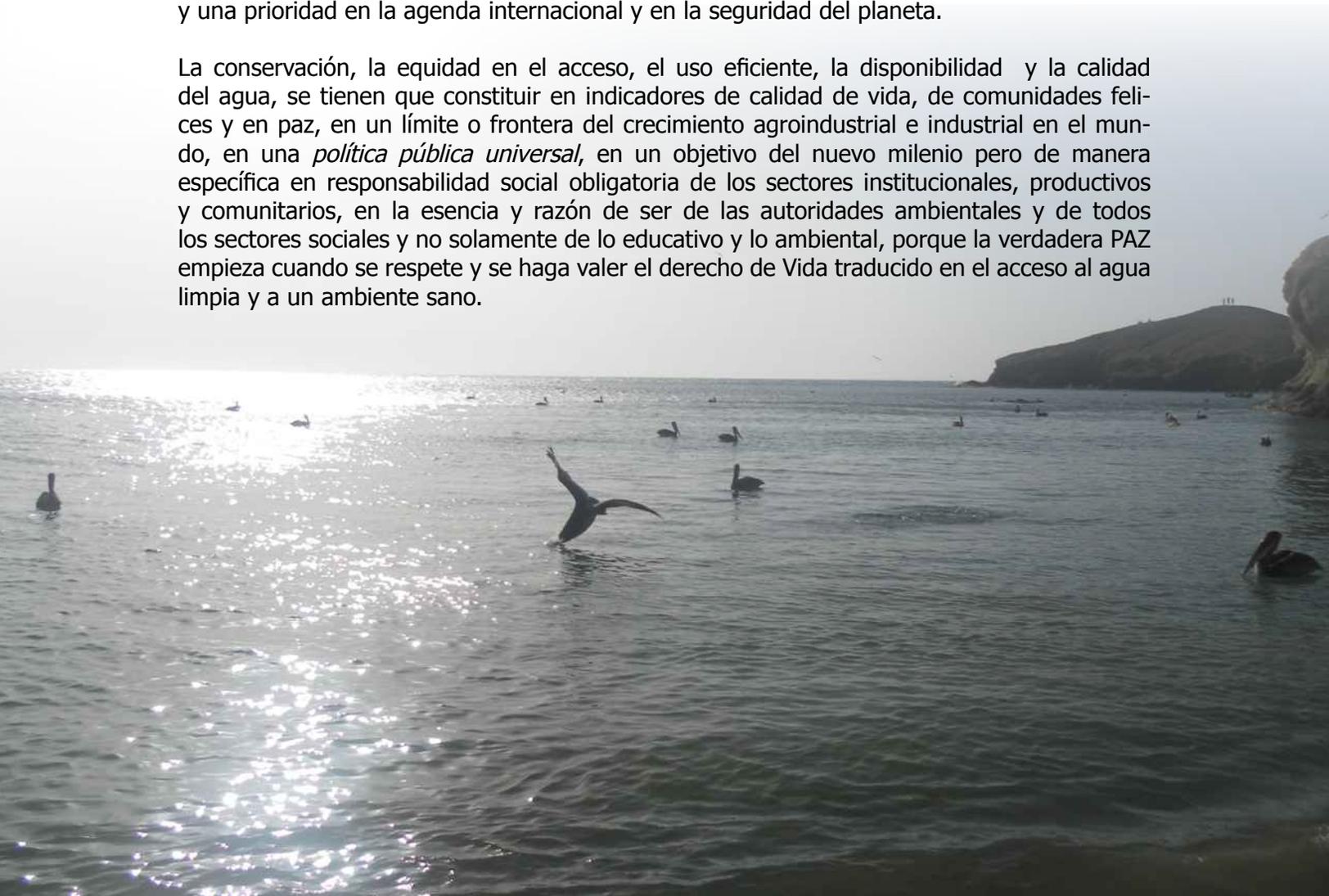
la crisis social en el sector rural va a ser inmanejable), el cambio de uso del suelo por nuevas titulaciones o cambio de propietarios de la tierra (en el año 2010 fueron tituladas 4'774.120 hectáreas), vertimientos, disposición inadecuada de residuos sólidos, deforestación, quemas, cambio climático, privatización en el uso del recurso, y aumento exponencial de la población en el mundo, han hecho que el recurso agua esté en alto riesgo y constituya el *florero de Llorente*, desencadenando grandes y graves protestas ambientales y guerras en el mundo por el dominio al acceso, se convertirá en un recurso máspreciado que el oro, las esmeraldas y el petróleo, pues sin ella es imposible la vida, lo que nos permite reafirmar que el agua es Vida y por vivir damos hasta la vida.

Entendamos finalmente que el agua más que un recurso agotable, es un DERECHO de vida el acceso al agua limpia, que tiene que ser protegido por todos, pero en especial por el ESTADO, porque cuando se deseca o se contamina una fuente hídrica se interrumpe la cadena de la vida y por ende la seguridad alimentaria y pone en grave riesgo la VIDA de todo ser, incluido el ser humano, violándose entonces el derecho fundamental a la Vida y por ende los derechos humanos.

El agua es un bien común y su acceso más que un derecho humano de TERCERA generación (Derechos colectivos y a un Ambiente Sano), se debe constituir en un derecho de PRIMERA generación (Derecho de Vida), inherente, universal, inalienable, indivisible, irrevocable, irrenunciable, intransferible, interrelacionado, interdependiente, equitativo y no discriminatorio.

La crisis del AGUA, es una problemática de gobernabilidad y gobernanza que tiene alcances y dimensiones internacionales, por tanto debe ser una responsabilidad compartida y una prioridad en la agenda internacional y en la seguridad del planeta.

La conservación, la equidad en el acceso, el uso eficiente, la disponibilidad y la calidad del agua, se tienen que constituir en indicadores de calidad de vida, de comunidades felices y en paz, en un límite o frontera del crecimiento agroindustrial e industrial en el mundo, en una *política pública universal*, en un objetivo del nuevo milenio pero de manera específica en responsabilidad social obligatoria de los sectores institucionales, productivos y comunitarios, en la esencia y razón de ser de las autoridades ambientales y de todos los sectores sociales y no solamente de lo educativo y lo ambiental, porque la verdadera PAZ empieza cuando se respete y se haga valer el derecho de Vida traducido en el acceso al agua limpia y a un ambiente sano.



# Pedagogía Ambiental ante el Cambio Climático

María Eugenia Rinaudo



## RESUMEN

El cambio climático es considerado como uno de los principales desafíos globales para la sociedad del Siglo XXI. Cambiar nuestro actual modelo de desarrollo, es la única vía concreta para hacer frente a esta crisis. La educación ambiental representa una forma de sensibilización eficiente para este nuevo cambio de paradigma socio-ambiental. La inclusión de valores ecológicos y la puesta en marcha de acciones equitativas y eficientes para preparar a las sociedades a los futuros impactos climáticos, serán las formas de adaptación más viables para la humanidad.

Palabras claves: cambio climático, ambiente, educación, desarrollo

## ABSTRACT

Climate change is considered one of the major global challenges for the twenty-first century society. Changing our current development model is the only practical way to deal with this crisis. Environmental education is an efficient way to raise awareness for this new socio-environmental paradigm shift. The inclusion of ecological values and implementation of equitable and efficient actions to prepare societies to future climate impacts, adaptation will be the most viable ways for humanity.

Key words: climate change, environment, education, development

### 1. Perspectivas socio-ambientales:

A lo largo de las últimas décadas hemos podido presenciar directamente los efectos negativos de la presión humana ejercida hacia el entorno, haciendo desencadenar numerosos conflictos ecológicos, sociales y económicos. Graves amenazas antrópicas han puesto en "jaque mate" el equilibrio de los recursos naturales y los ecosistemas. La deforestación, la contaminación, la agricultura y ganadería intensiva, la acidificación de océanos, el debilitamiento de la capa de ozono, entre otros, han sido las principales causas de generación de alarmas para la petición de una transformación global, más en contacto con el entorno y regida por medio de un desarrollo eficiente, equilibrado y sostenible.

El cambio climático, ha representado en los últimos años, una preocupación internacional debido a las graves consecuencias holísticas que implica este fenómeno socio-ambiental. Si bien desde los años 50 la contaminación ambiental comenzaba a ser evidente, es solo hasta los años 70, cuando se tienden sobre la mesa, estudios e investigaciones de gran envergadura con el fin de generar cambios para una evolución social en todas las áreas del sistema planetario.

"*La Primavera Silenciosa*" (escrito por Rachel Carson y publicado en el año 1962) es un libro que generó gran expectativa entre las sociedades científicas, economistas y comunidades en general, ya que hacía referencia a la necesidad de un cambio de conducta urgente del ser humano, debido a las crecientes problemáticas ambientales que se comenzaban a generar desde esa época. Este libro, fue considerado en años más recientes, como una de las publicaciones más influyentes del mundo.

Sin embargo, posterior a esto, muchas son las luces de alerta que se van encendiendo a lo largo de los años, que van poniendo en evidencia la necesidad de poner fin a la presión irracional hacia el sistema ecológico, tales como: "*Los límites del crecimiento*", *Informe Brundtland* (mejor conocido como "*Nuestro futuro común*"), Declaración Río 92, entre otros.

Con el paso del tiempo hemos podido analizar y comprender indiscutiblemente, que nuestras acciones generan cambios a nuestro entorno, los cuales pueden ser positivos o negativos. Tristemente, los efectos negativos de nuestra conducta son más visibles y feroces, lo cual implica urgentemente, cambiar los paradigmas socio-ambientales.

Es importante destacar, que ninguna nación del planeta (desarrollada o en vías de desarrollo) es inmune

a los desafíos sociales y ambientales presentados en la actualidad. Existe una alta vulnerabilidad de los países menos capacitados económicamente, sin embargo, los efectos colaterales del aumento de la temperatura, la pérdida de cosechas agrícolas, el surgimiento de nuevas enfermedades, entre otros, serán consecuencias globales con incidencias locales.

Los datos mundiales sobre el estatus actual de la contaminación ambiental son realmente alarmantes, y en general, muestran que se están superando cada vez más los niveles permitidos por organizaciones internacionales, generando así, graves efectos a la salud humana.

La pobreza, el cambio climático, la inseguridad alimentaria, el desempleo, la inestabilidad energética, entre otros, son los principales desafíos del mundo actual, muchos de los cuales solo podrán ser resueltos a través de la unificación de criterios de los casi 200 países del planeta.

Dicho de esta forma, pareciera prácticamente imposible pensar que existe oportunidad alguna para enfrentar estos retos, sin embargo, experiencias de carácter local, han demostrado que estamos presenciando el inicio de la transformación social que tanto necesita nuestro planeta.





Y es que la única alternativa viable para enfrentar estas crisis globales, es mediante la eficacia de políticas ambientales, planes sociales y de gestión empresarial, para conformar lineamientos equitativos que comprendan factores ecológicos y humanos, mejorando así, la calidad de vida de los habitantes y generando una mayor protección ambiental.

## 2. Cambio climático, necesidad de transformación

Las problemáticas ecológicas que se han presentado a lo largo de los últimos decenios, han sido originadas por nuestra incompetencia como sociedad de no ver más allá de nuestra propia naturaleza humana, conducta que nos ha llevado a evolucionar de una forma distante al ambiente.

Esta degradación ambiental ha sido el resultado de una pérdida de conocimiento holístico sobre cómo percibimos nuestro mundo y a todos los que hacen vida dentro de él. El hombre ha ido ganando espacios a la Tierra para su beneficio propio, sin percibir la posibilidad de poder generar un daño irreparable a los ecosistemas; muchos de ellos ya desaparecidos, por nuestro afán de conquistar terrenos.

La población mundial crece sin parar y la fuente de energía es altamente contaminante ya que proviene principalmente de hidrocarburos, que al quemarse y trasladarse, liberan gases de efecto invernadero, responsables de provocar el cambio climático.

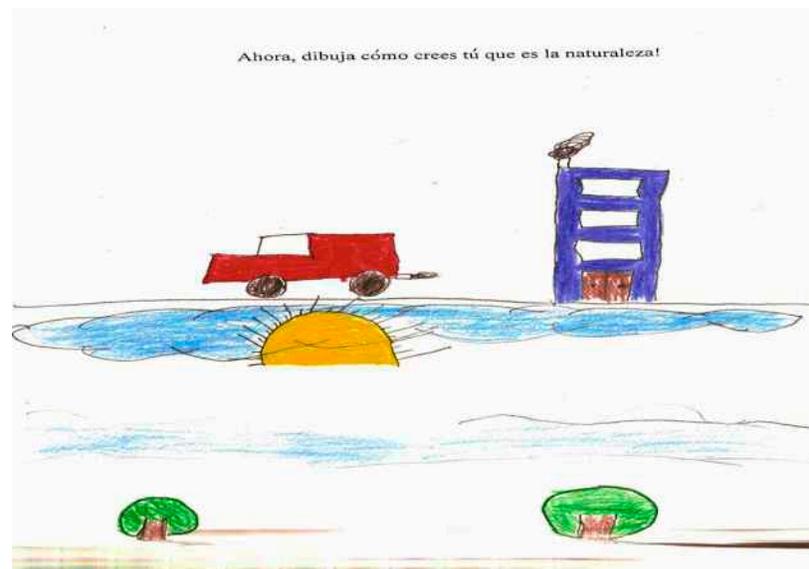
En un planeta cada vez más conflictivo, con un crecimiento demográfico en aumento (no acorde para equilibrar los recursos naturales de manera sostenible) y con escasos acuerdos económicos y políticos de las grandes naciones contaminantes; es necesario de una u otra manera, asegurar un modelo de desarrollo acorde, que permita poder adaptarnos a los cambios ambientales venideros, utilizando estrategias tecnológicas, educativas y científicas.

Garantizar la sustentabilidad de los recursos naturales, es un reto mundial. Debemos ser capaces de enfrentar los retos que vendrán y esto, solo podremos alcanzarlo con planes de desarrollo acordes a las necesidades locales, regionales y nacionales de cada país y continente.

De acuerdo al *Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (2007)*, el cambio climático actual que enfrentamos es de origen antrópico, es decir, causado por las actividades del hombre, las cuales son "desgastantes" para el entorno.

Las consecuencias del cambio climático serían graves para la humanidad, de eso no queda ninguna duda. Los alarmismos a nivel mundial sobre la rapidez con que el deshielo polar se ha acelerado y por consiguiente, el nivel del mar ha aumentado, son veraces y preocupantes.

Estos cambios globales, modifican los patrones ecológicos de los ecosistemas y las relaciones ambientales entre los recursos naturales, fuentes de energía, entre otros. La biodiversidad ha sido y es, una de las áreas más vulnerables. Los ecosistemas de por sí, son espacios naturales vulnerables a cambios de temperatura y demás características climatológicas.





En este orden de ideas, la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992)*, define al cambio climático como: “*un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables*”.

En los últimos años, se ha podido confirmar el aumento en la frecuencia e intensidad de algunos sucesos extremos ligados estrechamente con el cambio climático, tales como el retroceso de los glaciares y el aumento del nivel del mar, con lo cual se ha constatado que existen cambios que afectan a todas las geósferas del planeta. Hoy en día, algunos efectos derivados del cambio climático global, están sucediendo cada vez con más rapidez que lo anteriormente estudiado y evaluado.

La temperatura media de todo el planeta aumentó 0.74 grados centígrados entre 1906 y 2005 (“*La transición hacia el desarrollo sustentable*”, 2002). El aumento de la temperatura del planeta podría provocar la desaparición de los glaciares, disminuir la disponibilidad de agua potable para 70 millones de personas, intensificar las tormentas tropicales y los huracanes, y amenazar a las poblaciones costeras.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (2007), ratifica que a largo plazo, y en ausencia de medidas de mitigación, es probable que el cambio climático desborde la capacidad de adaptación de los sistemas naturales, gestionados y humanos. De dependerse únicamente de la adaptación, la magnitud del cambio climático podría llegar a un punto en que no fuera ya posible una adaptación efectiva, o lo sería con un costo social, ambiental y económico muy alto.

Queda indiscutiblemente entendido, que tenemos frente a nosotros un gran reto por delante. Por un lado, conseguir bajar las emisiones de gases de efecto invernadero y por el otro, conseguir un estilo de vida que se adapte a las nuevas condiciones de la Tierra y que permita tener procesos sostenibles para con nuestro entorno.

La formulación de políticas gubernamentales en torno a la justicia climática y conservación del ambiente, deben ser prioridad en las naciones. Es necesario que la política, la economía y la cultura, encuentren armonía entre sí y se enmarquen dentro de lineamientos estratégicos ante la adaptación y mitigación del cambio climático.



### 3. La educación ambiental como el medio de cambio

La humanidad del Siglo XXI debe afrontar muchos retos para poder asegurar la supervivencia de la propia especie humana, así como también del planeta tal y como lo conocemos hoy día.

En la actualidad, la mayoría de los problemas ambientales, están directamente relacionados al cambio climático, y han sido el resultado de pautas de producción y consumo totalmente exagerados y fuera de control. Tomar medidas urgentes de adaptación y mitigación, será la única vía de escape para poder enfrentar los cambios venideros.

Una de las medidas de adaptación más importantes para la lucha contra el cambio climático, ha sido la *educación ambiental*, la cual está comprometida a orientar al ciudadano, no solo en cambiar el paradigma que muchas veces se presenta en la sociedad hacia el tema ambiental, sino también a contribuir con acciones concretas para la resolución de un problema local de visión global.

Se calcula que más de un billón de niños y jóvenes de todo el mundo, se encuentran actualmente estudiando niveles de primaria y secundaria, muchas veces, en situaciones conflictivas o de pobreza extrema,

las cuales, complican el avance y desarrollo normal de sus estudios, trayendo como consecuencia enfermedades, insalubridad, mal estado de infraestructuras, entre otros (UNICEF, 2012).

Por esta razón, una de las prioridades a nivel mundial (indicadas inclusive en los Objetivos del Desarrollo del Milenio) es proveer la educación de calidad en todos los niveles a fin de poder desarrollar nuevas perspectivas de crecimiento, mejoras y avances en las condiciones sociales y ambientales. El equilibrio entre el contexto social y la situación ambiental, vienen a ser dos características fundamentales para un impacto educativo positivo.

De igual forma, los centros educativos juegan un papel prioritario en el desenvolvimiento de valores socio-ambientales y prácticas sustentables orientadas a la adaptación del cambio climático. De esta forma, a nivel mundial, se han establecido parámetros pedagógicos para enfocar acciones ante este desafío que afecta a la humanidad, promoviendo cambios de conducta y modificaciones en los hábitos para la consolidación de la lucha contra el cambio climático.

Estudios actuales como "La ciudadanía ambiental global" (2005) y "Educación para el desarrollo sostenible" (2011), sugieren que la educación ambiental debe encaminarse sobre los parámetros del desarrollo

sustentable para poder hacer frente a los actuales desafíos presentes en el contexto del cambio climático. Por esta misma razón, en el año 2000, se plantea esta metodología educativa dentro de los Objetivos del Desarrollo del Milenio, desarrollados por la Organización de las Naciones Unidas, quienes realizan en el mismo, una alianza entre la Agenda 21, los gobiernos locales y la sociedad civil, para llevar a cabo todas las acciones necesarias encaminadas hacia una educación comprometida con el ambiente.

Estudios recientes han identificado que la población más vulnerable ante el cambio climático, son niños, jóvenes y mujeres, por lo cual la sensibilización y el emprendimiento social, por medio de la educación y el empleo digno, representan lazos de equidad viables para el fortalecimiento de un desarrollo endógeno para mitigar los efectos de la pobreza y del cambio climático.

#### 4. Enfoque local de la educación ante el cambio climático (estudio de caso venezolano)

El cambio climático amenaza en general, pero en particular a los países en vías de desarrollo. Venezuela, al igual que la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, no escapa de esta realidad, ya que estas naciones son muy vulnerables a los cambios de temperatura.

Como el cambio climático es un problema de desarrollo, la principal vía de adaptación, es la educación ambiental y la sensibilización colectiva. Debido a esta preocupación, surge en el año 2007, el Programa Educativo orientado al estudio del cambio climático en Venezuela llamado "Nuestro clima, nuestro futuro", concentrando los esfuerzos en educar a niños, jóvenes y comunidades en general, sobre las condiciones ambientales del país y la región latinoamericana, haciendo especial énfasis en los impactos climáticos.

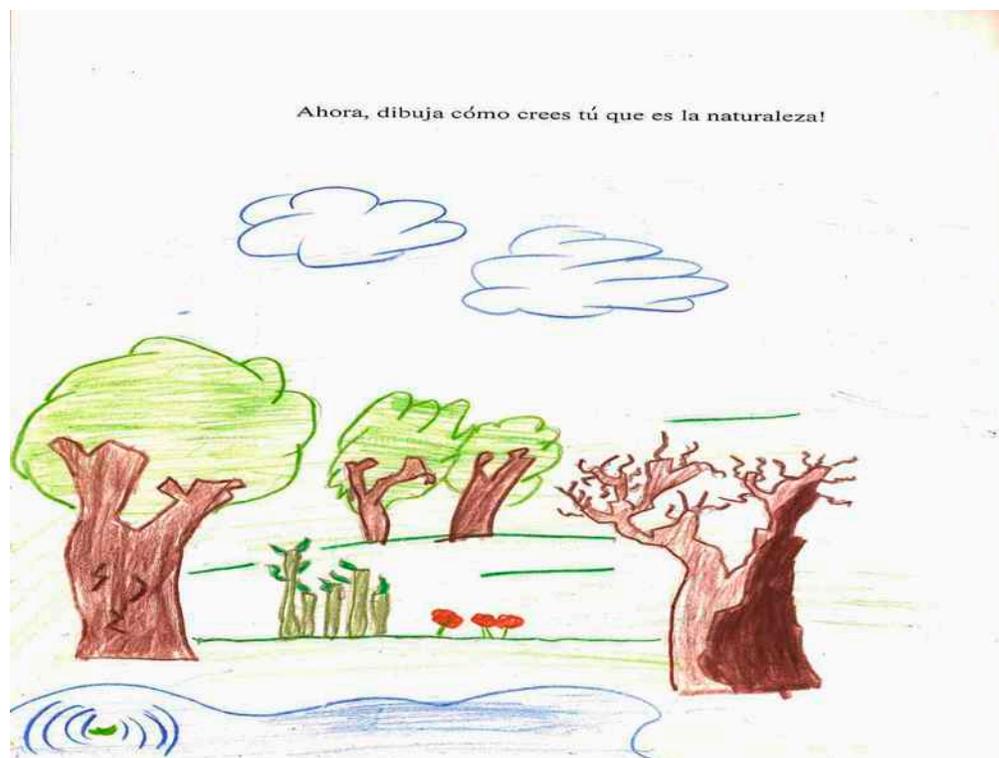
Esta herramienta pedagógica se ha convertido a lo largo de los años, en una clave educativa ambiental importante a nivel regional y nacional ya que se ha desarrollado a lo largo de comunidades y centros educativos en zonas urbanas y rurales, para que todos

puedan ser protagonistas del cambio por medio de planes de acción viables y concretos enfocados en la adaptación y mitigación del cambio climático.

Entre los objetivos principales del programa destacan: *la concientización* (donde se impulsa la creación de una conciencia ambientalista en la población, tomando como base fundamental el estudio del cambio climático), *la participación* (donde se programan y desarrollan actividades junto a la sociedad civil, institutos educativos, investigativos, universidades y ONG, para fomentar la inclusión de todos en la toma de decisiones y fortalecer la participación colectiva) y *la toma de acciones* (donde se diseñan planes de acción orientados a estrategias concretas enfocadas a los sectores principales de la sociedad: agricultura, transporte, turismo, comercio, cultura, economía, salud, entre otros).

Hasta la fecha, han sido capacitados en temas de cambio climático y emprendimiento más de 7450 niños y jóvenes, la mayor parte de ellos estudiantes de centros educativos urbanos y rurales; así como también a más de 540 docentes y ciudadanos en general.

De igual forma, el programa "Nuestro clima, nuestro futuro", presenta dos maneras educativas de consolidar el acceso a la información del cambio climático. La primera de ellas (y la más utilizada) es la educación no formal, impulsada por la elaboración de talleres, charlas y eventos nacionales e internacionales.





## Nuestro clima, nuestro futuro

Logotipo del programa educativo venezolano orientado al estudio del cambio climático.

La segunda manera, es por medio de la educación formal, la cual, contempla la inclusión de todos los aspectos del tema climático dentro del eje ambiental transversal en el currículo académico.

Por otra parte, y como alternativa dinámica para el desarrollo del programa educativo, existe un *Kit Ambiental*, el cual se define como un apoyo pedagógico sobre el ambiente y el cambio climático por medio de videos, afiches, folletos, juegos ecológicos y demás para apoyar a la formación de los ciudadanos y a la interpretación del valor ecológico dentro del entorno social.

Otro de los puntos importantes dentro del desarrollo del programa, ha sido el contacto directo entre el hombre y su entorno, ya que por medio de vivencias reales y directas, los niños y jóvenes pueden comprender mejor, la importancia que tienen los factores ambientales dentro de las sociedades, así como también aprender a dilucidar los problemas ambientales de las comunidades.

Asimismo, el programa se reinventa con una formulación hacia la sensibilización acerca del cambio climático en jóvenes y adultos, ayudándolos a emprender proyectos ecológicos en sus comunidades, fortaleciendo sus capacidades de adaptación y mejora en la calidad ambiental y de vida.

### 5. Conclusiones generales

La humanidad es altamente vulnerable a las variaciones del entorno, y dependemos totalmente de los recursos naturales para satisfacer nuestras necesidades. El cambio climático, representa en todo el planeta una gran amenaza para la sobrevivencia de la especie humana. Ninguna nación del planeta, se encuentra inmune a esto y se debe resaltar de forma contundente, que el cambio climático se traduce en pérdidas de vidas humanas.

De seguir aumentando la presión que ejerce la humanidad hacia el entorno, podrían desencadenarse cambios extensos, acelerados e irreversibles sobre el sistema social y ecológico del planeta (por ahora, nuestro único hogar).

El sistema ambiental ha sido por siempre, esencial para la vida. El Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (2002), indica que las preocupaciones acerca el equilibrio entre la vida humana y el ambiente alcanzaron dimensiones internacionales recién en la década de 1950, lo cual quiere decir que aún nos queda mucho camino por recorrer, a pesar de los grandes avances mundiales que se han puesto en marcha en los últimos años.

Los seres humanos debemos comprender que jugamos un papel protagónico dentro del planeta, puesto que nosotros formamos parte del sistema holístico del mismo. Por esta razón, es nuestra responsabilidad, transformar nuestra actitud hacia el entorno y ser capaces de reflexionar, para mejorar las condiciones del planeta y del futuro de la humanidad.

Nuestra capacidad como sociedad, de enfrentarnos al cambio climático, estará condicionada por nuestra capacidad para reaccionar ante el mismo. Por esta razón, la *sensibilización ecológica* juega un papel fundamental en la búsqueda de la armonía hombre-ambiente, generando cambios en los patrones de conducta social.

Para lograr esto, la unificación de planes de acciones internacionales, nacionales y regionales son imprescindibles en la inclusión de todos los sectores. Los riesgos del cambio climático no pueden ni podrán ser revertidos, pero si podemos preparar a nuestras sociedades para enfrentar estas consecuencias de una mejor manera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cambio climático y educación ambiental (2012). "Climate Change and Environmental Education". División de Comunicación de UNICEF. Nueva York, Estados Unidos.
2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992). Nueva York, Estados Unidos.
3. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Rio de Janeiro, Brasil.
4. Educación para el Desarrollo Sostenible (2011). Examen por los expertos del proceso y el aprendizaje. Daniella Tilbury. UNESCO. Paris, Francia.
5. La ciudadanía ambiental global (2005). Manual para docentes de educación básica de América Latina y el Caribe. Programa de Ciudadanía Ambiental Global. UICN y PNUMA. México D.F., México.
6. La Primavera Silenciosa (1962). "Silent Spring". Rachel Carson. Editorial Houghton Mifflin. Massachusetts, Estados Unidos.
7. La Transición hacia el desarrollo sustentable (2002). Perspectivas de América Latina y el Caribe. Enrique Leff y otros. Universidad Autónoma Metropolitana y SEMARNAT. México D.F., México.
8. Los límites del crecimiento (1972). "The Limits to Growth". Donella Meadows. Ediciones del Instituto Tecnológico de Massachusetts. Nueva York, Estados Unidos.
9. Nuestro clima, nuestro futuro (2007). Programa educativo ambiental sobre cambio climático. Maria Eugenia Rinaudo. Barquisimeto, Venezuela.
10. Nuestro futuro común (1987). Informe Brundtland. Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo. Nueva York, Estados Unidos.
11. Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (2007). Cambio climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza.
12. Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (2002). Perspectivas del ambiente global, GEO-3. Ediciones Mundi-Empresa. Nairobi, Kenya.





## Sistema de Humedales Artificiales “H2O + Receptor C” para Tratamiento y Aprovechamiento de Aguas Grises

Erika Liliana Franco Fábrega,  
Diana Yissel Figueroa Cubillos,  
Elizabeth Abril Pulido  
Asociación Akuaippa ONG -Grupo de Participación,  
Divulgación e Investigación Biológica y Ambiental

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar la viabilidad de tratar las aguas residuales provenientes de la ducha, lavamanos y lavadora (aguas grises) generadas al interior de una vivienda. El sistema de tratamiento se realizó por medio de humedales artificiales que constan de un tanque de almacenamiento de agua gris, que a su vez funciona como sedimentador y trampa de grasas, seguido de la configuración requerida de humedales y un tanque de almacenamiento para el agua del efluente. El agua recolectada al final del tratamiento se empleó en la siembra de cultivos orgánicos urbanos. El sistema se encuentra en fase experimental cuenta con dos humedales de flujo subsuperficial que emplean grava de diferentes tamaños (gruesa, mediana y pequeña) y macrófitas emergentes de las especies *Polygonum hydropiper* (pimienta de agua), *Typha latifolia* (enea) y *Bambucea arundinacea* (bambú). Para la hidráulica del sistema, se aprovechó la gravedad con la finalidad de permitir el paso de agua desde el tanque sedimentador hacia el humedal 1, luego hacia el humedal 2 y, finalmente, hacia el cultivo orgánico.

### Palabras clave

Tratamiento de aguas grises, humedales artificiales, cultivos orgánicos, macrófitas emergentes, macrófitas flotantes.

### Introducción

El agua, además de ser un recurso imprescindible para la vida y para el funcionamiento de los ecosistemas (Ruiz y Rodríguez, 2013), constituye un tema de relevancia mundial, dada su importancia vital, económica, social y ambiental.

La presión ejercida sobre este recurso, en zonas urbanas y en el área de influencia de las mismas, ha sido consecuencia del crecimiento poblacional elevado, la industrialización y la urbanización acelerada, que han afectado su disponibilidad y calidad, por lo cual es necesaria la optimización de su uso, manejo y tratamiento. Como lo afirma la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente [CIAMA] (1992), al ser el agua indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere de un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales.

Como mecanismo de acción para la problemática identificada, se requieren cambios en los hábitos de consumo y articulación de estrategias para la reutilización del agua consumida en los hogares (Villamizar, 2008), al igual que para su tratamiento y disposición; entendiendo que las aguas grises son aquellas que salen por los desagües de duchas, lavamanos y lavadoras (Rodríguez, 2002), se ha identificado que estas contienen baja cantidad de materia orgánica en comparación con las aguas negras, lo que hace pensar que son potencialmente reutilizables (Lamine, 2007). Además se ha estimado que aproximadamente el 60% de las aguas residuales domésticas, son aguas grises (World Health Organization - WHO, 2006).

El proyecto y prueba piloto que se describen en este artículo, se llevaron a cabo en la ciudad de Bogotá, de acuerdo con la necesidad de plantear alternativas para el tratamiento de aguas residuales domésticas y evitando principalmente su vertimiento en algunos humedales naturales de la ciudad, que se realiza de manera ilegal. Uno de los principales propósitos de este estudio es la disminución del consumo de agua potable, que actualmente corresponde a un promedio de 76,32<sup>1</sup> litros diarios por habitante, del cual el 55% se consume en duchas e inodoros (Casa Editorial El Tiempo, 2013).

Existen varios sistemas de tratamiento para este tipo de vertimientos, en su mayoría basados en filtros y procesos biológicos. Se ha demostrado que los humedales artificiales arrojan altos porcentajes de remoción de contaminantes como DBO, DQO, SST (70

– 90%) (Franco y Villamizar, 2010) pero bajos porcentajes en remoción de nitrógeno (30-50%) (Guangzhi, 2006) y fósforo (40%) (EPA, 1993). Generalmente proporcionan 90-99% de remoción en coliformes totales y fecales cuando el agua residual ha tenido algún tipo de pre-tratamiento (Ghermandi *et ál.*, 2006).

Los humedales artificiales de flujo subsuperficial son una buena alternativa de tratamiento de aguas residuales ya que mejoran su calidad en la medida en que reducen su velocidad, retienen sedimentos, toman nutrientes y funcionan como un medio para favorecer la vida de los microorganismos (Ray e Inouye, 2006). Debido a que el nivel del agua se encuentra por debajo del lecho, no hay olores desagradables, no hay proliferación de mosquitos y, por lo tanto, no hay riesgo de exposición de las personas con el agua residual.

La tendencia mundial por mejorar la calidad de vida, ha incentivado la agricultura orgánica, en la cual se utilizan métodos que respetan el medio ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación y procesamiento [FAO], (2003), lo que ha motivado el desarrollo de cultivos de este tipo conocidos como cultivos urbanos orgánicos, los cuales con su mecanismo de producción limpia, permiten cuidar la salud y contribuir a disminuir el impacto ambiental de la actividad agrícola.

En razón de lo anterior, este proyecto vincula, en su etapa final, un cultivo orgánico urbano como alternativa para el uso del agua tratada.

<sup>1</sup>Es importante tener en cuenta que la dotación es más alta. Según la Contraloría General de la República, en Bogotá, ésta es de 126 L.hab-1.día-1. Por lo tanto, el ahorro de agua promedio por usuario es de cerca del 40%.



## Antecedentes

En el trabajo de tesis de Villamizar (2007), se experimentó con un prototipo de humedal artificial de flujo subsuperficial donde se utilizaba un tanque con capacidad de 80 litros que contenía grava de tamaño mediano, plantas emergentes de la especie *Biden laevis* (botoncillo de agua) y el agua se transportaba por medio de una bomba peristáltica. El humedal se alimentó semanalmente con aguas grises provenientes de la ducha, la lavadora y el lavamanos. Se tuvo en cuenta un volumen constante de 35 L/semana y los porcentajes de mezcla se calcularon de acuerdo al trabajo de estimación de la cantidad de agua utilizada en una casa realizado por la ingeniera Pilar Ochoa en el año 2007<sup>2</sup> y a un experimento en la residencia donde se llevó a cabo el trabajo. Se realizó esa estimación debido a que los patrones de uso de agua potable varían de acuerdo con el estrato socioeconómico y, teniendo en cuenta que ambos trabajos se hicieron en una residencia de estrato 4, se pudo determinar que los consumos también varían de una residencia a otra.

Posteriormente, Franco (2008), retomó parte del experimento elaborado con anterioridad y realizó algunas modificaciones: en el primer humedal de flujo subsuperficial (figura 1a) se sembraron macrófitas emergentes de las especies *Rumex conglomeratus* (lengua de vaca) y *Polygonum hydropiper* (pimienta de agua). Anexo a este humedal, se ubicó un segundo humedal de flujo superficial, cuya base era un tanque con capacidad para 83 litros de agua (figura 1b) donde se sembraron macrófitas flotantes de la especie *Lemna minor* (lenteja de agua). El agua con la que se alimentó el humedal fue a disponibilidad, es decir, no todo el tiempo se utilizaron las mismas cantidades para los diferentes tipos de agua. Esto variaba de acuerdo con los usos del agua (ducha, ciclo de lavado y ciclo de enjuague de la lavadora) y los días de la semana, ya que, de acuerdo a las observaciones durante el tiempo del experimento, los gastos de agua son diferentes en días hábiles y en fines de semana. En este sistema de humedales el transporte del agua se realizó por gravedad.

Tanto en el trabajo de Villamizar (2007) como en el de Franco (2008), el agua gris a la entrada de los humedales se almacenó en un tanque de 50 litros de capacidad, y el agua de salida (tratada) se almacenó en un tanque de dimensiones iguales.



A



B

Figura 1. Prototipo de humedal artificial realizado por Franco (2008). a) Humedal de flujo subsuperficial; b) humedal de flujo superficial.

A partir de estos dos experimentos se llegó a la conclusión de que los humedales artificiales son eficientes removiendo turbiedad, DQO, SST, Coliformes totales, fecales, nitrógeno y sustancias activas al azul de metileno (SAAM) en aguas grises. En cuanto a los nutrientes, la remoción por medio de macrófitas emergentes no es muy alta. El fósforo puede sedimentarse al adherirse a los sólidos, pero las plantas emergentes no lo requieren en grandes cantidades; el nitrógeno, que entra al agua en forma orgánica, no es utilizado por las plantas de esta forma. Ellas lo toman como nitratos ( $\text{NO}_3$ ), pero debido a las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, el nitrógeno no llega hasta la forma de nitratos. Adicionalmente, para lograr un mejor tratamiento y extender la vida útil del sistema es necesario el uso de un tratamiento preliminar, como un sedimentador, y un tratamiento posterior, como sistemas de cascada para aireación o uso de minerales como la zeolita para remover más contaminantes y eliminar olores desagradables que se presentan debido al desarrollo de condiciones anaerobias.

<sup>2</sup> En ese trabajo se determinó que para el caso específico de la vivienda de estudio, se genera un 26% de aguas grises distribuidos así: 21% ducha, 4% lavadora y 1% lavamanos.



Con respecto a la hidráulica del sistema, el método de alimentación por bombeo es mucho más efectivo, dado que se puede controlar el caudal de entrada y mantenerlo constante durante la operación; la desventaja de este método es que requiere de un gasto energético importante. Por otro lado, el sistema por gravedad, que aprovecha la diferencia de altura entre el tanque sedimentador y el primer humedal, no requiere del uso de energía; la desventaja que presenta se relaciona con la disminución de presión al bajar el nivel del agua, pues el caudal de salida disminuye y no es constante.

## Materiales y métodos

Partiendo de los dos sistemas antes descritos, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se diseñó un sistema similar utilizando varios contenedores de plástico.

Para hacer llegar el agua gris a los humedales se utilizó la gravedad, el tanque sedimentador se dejó 20 centímetros por encima del primer humedal y el segundo humedal se dejó 10 centímetros por debajo del primero.

Se utilizó un tanque reciclado de agua, con capacidad de 20 litros, que funciona como sedimentador. Posteriormente se ubicaron dos tanques pequeños de 22 litros en los que se arregló grava de diferentes tamaños (fina, mediana y gruesa, con porosidad "n" de 35%, 40% y 45%, respectivamente) y se sembraron macrófitas emergentes de la especie *Polygonum hydropiper* (pimienta de agua), *Typha latifolia* (enea) y *Bambucea arundinacea* (bambú). El caudal de entrada al sistema es de 1.2 L/día y el tiempo de retención hidráulico (TRH) es de 18 días (ver tabla 1). A la salida se instaló un sistema de cultivos urbanos orgánicos<sup>3</sup>, (Hermi, 2011) con el cual, se aprovecha el agua tratada.

**Tabla 1. Diferencias de diseño y operación durante los tres experimentos**

Parámetro	Experimento I	Experimento II	Experimento Actual
<b>Macrófitas</b>	<i>Biden laevis</i> Botoncillo de agua	<i>Rumex conglomeratus</i> Lengua de vaca  <i>Polygonum hydropiper</i> Pimienta de agua  <i>Lemna minor</i> Lenteja de agua	<i>Polygonum hydropiper</i> Pimienta de agua  <i>Cyperus Papyrus</i> Papiro
<b>Agua utilizada</b>	Lavadora Lavamanos Ducha	Lavadora - Lavado Lavadora - Enjuague Ducha	Lavadora - Enjuague
Caudal de agua	35 L/Semana	Aprox. 11 L/día	1.21 L/día
Proporción de agua (%)	30,16/5,77/64,07	A disposición	A disposición
Método de alimentación	Bombeo	Gravedad	Gravedad
TRH Promedio	6,44 días	5,76 días	18 días
Uso del agua tratada	Ninguno	Ninguno	Cultivos Urbanos

<sup>3</sup>Se refieren a superficies reducidas situadas en el perímetro urbano que se destinan al cultivo intensivo. Esta producción se realiza principalmente en solares vacíos, patios y terrazas que se transforman en huertos comunitarios y familiares, y es practicada exclusivamente por personas que viven y trabajan en las ciudades.

Para el desarrollo del experimento de los cultivos se emplearon plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L) y de manzanilla (*Matricaria chamomilla*), se seleccionaron estas dos especies por la adaptabilidad, fácil crecimiento y alelopatía<sup>4</sup> (Kim y Shin, 2013). En una segunda prueba se sembraron fresas comunes (*Fragaria vesca*) y posteriormente se sembraron plántulas de guayaba (*Psidium guajava*) que fueron trasplantadas a un lugar más apropiado para su tamaño.



Figura 2. Sistema de humedales artificiales y cultivos orgánicos<sup>5</sup>

## Resultados

Los tres sistemas experimentales descritos en este artículo, corresponden a un proceso de prueba y evaluación de las diferentes etapas del sistema, el último experimento realizado permite describir los siguientes resultados:

Durante los primeros días de operación, las macrófitas se estaban marchitando. Luego de ocho meses crecieron hasta 1 metro, especialmente el barbasco. El crecimiento del bambú se ve reflejado en las nuevas hojas que aparecen a diario. Adicionalmente, en las zonas donde se encuentra la grava gruesa, en especial del primer humedal, han crecido musgo y algas. Hasta el momento, no se ha detectado generación de olores ni proliferación de mosquitos.

En la etapa de aprovechamiento, las plantas de los cultivos crecieron satisfactoriamente. Primero hubo plántulas de lechuga que crecieron hasta ser consumidas, posteriormente se sembraron semillas de guayaba que germinaron y en la actualidad tienen una longitud de 10 cm.

## Discusión

Teniendo en cuenta que este experimento se realizó con el objeto de estudiar la viabilidad de tratamiento las aguas grises domésticas empleando un sistema de humedal artificial, se evidenciaron situaciones que permiten evaluar la eficiencia y eficacia de la investigación llevada a cabo.

<sup>4</sup> La alelopatía es definida como la influencia directa de un compuesto químico liberado por una planta sobre el desarrollo y crecimiento de otra planta.

<sup>5</sup> Fuente: Foto tomada por Elizabeth Abril Pulido.



Se plantea como una posibilidad, que las macrófitas hayan presenciado una alteración en su comportamiento, al ser trasladadas de su entorno natural<sup>6</sup> al humedal artificial. Esto se puede determinar debido a que, durante los primeros días de estar en el humedal artificial, se estaban marchitando. Adicionalmente, al comienzo presentaron un color amarillento en las hojas debido a la falta de fósforo y nitrógeno que, es probable<sup>7</sup>, se encuentre en pocas cantidades en el agua. La falta de fósforo se debe a que el detergente utilizado en la lavadora es ecológico y no contiene fosfatos ( $PO_4$ ), principal componente de los detergentes tradicionales. Sin embargo, después se agregó agua del ciclo de enjuague cuyo suavizante sí contiene fósforo, lo que mejoró la apariencia de las hojas. Por otro lado, el crecimiento de las algas y el musgo se debe, en parte, a la presencia de fósforo en el agua (García, 2012).

Dado que no se cuenta con un análisis fisicoquímico de aguas residuales, no hay certeza de que el tratamiento esté funcionando correctamente. Sin embargo, ya que el tiempo de retención hidráulico - TRH es elevado comparado con el de los experimentos anteriores, se puede intuir que el tratamiento se ha optimizado. Generalmente, el TRH no supera 7 días (ver tabla 1) (EPA, 1993).

Las macrófitas emergentes crecieron más en el primer humedal. Lo que hace pensar que la mayor parte de la materia orgánica y los nutrientes se están eliminando en esta zona. En el caso del segundo experimento el mayor crecimiento de macrófitas, se dio en el primer humedal, mientras que en el segundo humedal, donde estaban las macrófitas flotantes no mostraron mayor crecimiento.

La etapa de la siembra de los cultivos orgánicos está sujeta a cambios y resultados de la caracterización de agua, que permitan indicar si es apta para el riego de cultivos, cuyo objeto final es el consumo humano, en caso contrario podrá ser empleada para riego de plantas ornamentales, las plantas sembradas fueron consumidas durante dos días por las personas que habitan el lugar donde se instaló el sistema.

## Conclusiones

El proyecto realizado constituye una alternativa como respuesta a la necesidad de tratamiento y uso de aguas grises domésticas, con el cual se ha permitido dar continuidad a la investigación y consolidación de una solución más eficaz del proyecto "**H2O+ Receptor C para Tratar y Aprovechar las Aguas Grises**". La divulgación informativa del sistema retroalimenta a la comunidad sobre la importancia de los humedales naturales y artificiales para el tratamiento del agua contaminada. Como alternativa de aprovechamiento del recurso hídrico recuperado por el sistema, se fomenta el consumo de alimentos orgánicos urbanos para contribuir al fortalecimiento de la economía doméstica y local.

La continuidad en el desarrollo e investigación del proyecto planteado, pretende optimizar la funcionalidad del sistema, así ampliar su divulgación y aplicabilidad. En razón de lo anterior, el grupo de investigación continúa la labor experimental, además del desarrollo de mecanismos de control de parámetros, mediante un dispositivo *Open Source* para la recopilación y procesamiento de datos que permitan establecer indicadores para conocer el estado de funcionamiento del sistema y la calidad del agua antes y después del ciclo de tratamiento.

<sup>6</sup> En los tres casos las plantas fueron obtenidas de humedales naturales de la ciudad, humedal Córdoba, humedal Jaboque y humedal Salitre, respectivamente.

<sup>7</sup> No se puede determinar la concentración de nitrógeno total, dado que no se ha realizado análisis de aguas.



## Referencias Bibliográficas

1. Casa Editorial El Tiempo (2013). 4 años para salvar el agua de Bogotá. Recuperado el 21 de marzo de 2013, de [http://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/salvar\\_agua\\_bogota/](http://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/salvar_agua_bogota/)
2. Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente [CIAMA] (1992). Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible. Dublín, Enero 20 - 31 de 1992. Recuperado el 10 de Octubre de 2013, de [http://www.xeologosdelmundo.org/files/declaracion\\_dublin.pdf](http://www.xeologosdelmundo.org/files/declaracion_dublin.pdf)
3. Food and Agriculture Organization [FAO]. (2003). Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. Recuperado el 15 de noviembre de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s00.htm>.
4. Franco, E. (2008). Tratamiento de aguas grises con humedales de flujo subsuperficial y superficial. Tesis de pregrado no publicada, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
5. Franco, E. & Villamizar, L. (2010). Tratamiento de aguas grises con humedales de flujo subsuperficial y superficial. Ponencia presentada en el Primer Simposio Universitario de Problemáticas y Soluciones Ambientales. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 11 y 12 de Mayo de 2010. Bogotá, Colombia.
6. Garcia, Z. M. (2012). Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Tesis de pregrado no publicada, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
7. Ghermandi, A., Bixio, D., Taverso, P., Cersosimo, I. & Thoeue, C. (2006). The removal of pathogens in constructed wetlands and its implications for water reuse. *Water Science & Technology*, 56 (3), 207 – 216.
8. Kim, K., & Shin, D. (2000). La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares.. Recuperado el 10 de marzo de 2013, de <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s0f.htm>
9. Lamine, M., Bousselmi, L., & Ghrabi, A. (2007). Biological treatment of grey water using sequencing batch reactor. *Desalination*, 215 (1), 127 - 132.
10. Ochoa, M. D. (2007). Estudio preliminar de caracterización y cuantificación de las aguas grises en una residencia de Bogotá. Tesis de Pregrado no publicada, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
11. Ray, A., & Inouye, R. (2006). Development of vegetation in a constructed wetland receiving irrigation in return flows. *Agriculture, ecosystems & environment*, 121 (4), 401-406.
12. Reed, S. C. (1993). Subsurface Flow Constructed Wetlands For Wastewater Treatment. A Technology Assessment. Recuperado el 29 de noviembre de 2013, de [http://water.epa.gov/type/wetlands/restore/upload/2003\\_07\\_01\\_wetlands\\_pdf\\_sub.pdf](http://water.epa.gov/type/wetlands/restore/upload/2003_07_01_wetlands_pdf_sub.pdf)
13. Rodriguez, J. (2002). Reutilizar el agua. Recuperado el 15 de noviembre de 2013, de [http://www.magrama.gob.es/es/ce-neam/recursos/documentos/agua02reutilizar\\_tcm7-13506.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ce-neam/recursos/documentos/agua02reutilizar_tcm7-13506.pdf)
14. Ruiz, A., & Rodriguez, I. (2013). La importancia del manejo sustentable del agua. Recuperado el 10 de Octubre de 2013, de <http://www.unicen.edu.ar/content/la-importancia-del-manejo-sustentable-del-agua>
15. Sun, G. & Austin, D. (2007). Completely autotrophic nitrogen-removal over nitrite in lab-scale constructed wetlands: evidence from a mass balance study. *Chemosphere*, 68 (6), 1120 – 8.
16. Villamizar, L. (2007). Tratamiento de aguas grises a partir de un humedal de flujo subsuperficial. Tesis de pregrado no publicada, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
17. World Health Organization (WHO). (2006). Overview of grey-water management Health considerations. Amman, Jordan: Eco Design Ideal.
18. Zaar, M. H. (2011). Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual. *Biblio 3w revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*. 16 (944).

# NUESTROS AUTORES

## **Grave Enfermedad de los Árboles Urbanos de Bogotá Causada por Fitoplasmas**

**Liliana Franco Lara**, Bióloga, MSc en Bioquímica, PhD University of Dundee, Escocia, Reino Unido. Docente de los programas de Biología Aplicada y Maestría en Biología Aplicada de la Universidad Militar Nueva Granada. Dedicada durante los últimos 15 años a la investigación de enfermedades de plantas causadas por patógenos de vegetales no cultivables, como fitoplasmas y virus.

## **Ecología y gestión de Cuencas Hidrográficas**

**Oscar Darío Tosse Luna**, Ecólogo Magister Gestión Ambiental. Profesional Especializado. Dirección Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Catedrático USTA (Bogotá), en la especialización de Ordenación y Manejo Sostenible de Cuencas Hidrográficas.

Coautor de documentos de política ambiental. Política Nacional de Gestión Integral de Recurso hídrico, Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (1997), Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana Páramos (2002).

## **Plan de Manejo y Conservación de los Esteros El Salero y Los Patos, Vereda Trompillos, Casanare**

**G. Alejandro Pachón**, Coordinador del Proyecto. Fundación Omacha. Ecólogo egresado de la Pontificia Universidad Javeriana y Master en Medio Ambiente de la Universidad de Griffith - Australia. Trabaja en temas relacionados con cambio climático mundial, salud pública en relación con el ambiente, manglares y todo el componente social en relación con el medio ambiente.

alejandro@omacha.org





## **El Agua, Integración y Conflicto Social**

**Luis Ovelio Lugo Piravan**, Químico-Biólogo, profesional Especializado del área de Educación ambiental de Corporinoquia, miembro activo de la organización internacional Waterkeeper Alliance de los EE.UU y de la red nacional de educadores ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

## **Pedagogía Ambiental ante el Cambio Climático**

Maria Eugenia Rinaudo, Licenciada en Estudios Ambientales. Desde el 2005 trabaja con la educación ambiental en Venezuela, orientada principalmente al estudio del cambio climático y sus consecuencias en el país y el mundo. Ha participado en actividades y eventos relacionados con el medio ambiente, como el Joven Enviado Ambiental Bayer en Venezuela y la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP-16) en México.

[rinaudomannucci@gmail.com](mailto:rinaudomannucci@gmail.com). @OoClimateChange

## **Sistema de Humedales Artificiales "H2O + Receptor C" para Tratamiento y Aprovechamiento de Aguas Grises**

**Asociación Akuaippa ONG.** Fundada en 2009, enfocada en promover una mejor relación entre la comunidad y su entorno natural, ayudando al desarrollo sostenible de las sociedades a través de la elaboración y gestión de proyectos a partir de una perspectiva integral, innovadora y de trabajo interdisciplinario.

<http://www.akuaippa.org/> @AkuaippaONG



**Erika Liliana Franco Fábrega**, Ingeniera Ambiental. Se ha especializado en el diseño de humedales artificiales como tratamiento de aguas residuales. Docente de cátedra de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA y es investigadora en la Asociación Akuaippa ONG. [erika.franco@akuaippa.org](mailto:erika.franco@akuaippa.org)

**Diana Yissel Figueroa Cubillos**, Ingeniera Ambiental, auditora interna ISO 14001. Se ha especializado en la gestión de aguas residuales y residuos, ha realizado proyectos de consultoría ambiental. Actualmente asesora en gestión ambiental empresarial e investigadora en la Asociación Akuaippa ONG. [ing.figueroacubillos@gmail.com](mailto:ing.figueroacubillos@gmail.com)

**Elizabeth Abril Pulido**, Bióloga Marina, investigadora de la Asociación Akuaippa ONG. Experiencia en investigación de áreas de conservación, biodiversidad y comportamiento de aves en humedales de Colombia. Se ha desempeñado en biorremediación y educación ambiental.

### **Armadillos de Casanare y Meta: Conocimiento Local y Conflictos Socio-Ambientales como Oportunidades de Conservación**

**Fundación Omacha.** Organización No Gubernamental (ONG), de carácter ambiental, sin ánimo de lucro,

creada con el fin de estudiar, investigar y conservar la fauna y los ecosistemas acuáticos y terrestres en Colombia.

[recepcion@omacha.org](mailto:recepcion@omacha.org). <http://www.omacha.org>

- **Daniel Cruz-Antia.** – coordinador del proyecto. Fundación Omacha. Ecólogo, de la P. U. Javeriana, con experiencia en proyectos de investigación relacionados con el uso de biodiversidad, manejo de fauna silvestre, educación ambiental y cambio cultural en comunidades rurales de la Amazonía y la Orinoquia Colombiana. Ha participado en proyectos de manejo de recursos naturales con base comunitaria en Namibia y Sudáfrica apoyando instituciones como IRDNC y el PNUD. En el 2011, la Fundación Alejandro Ángel Escobar le otorgó la mención de honor a su investigación: "Cambio cultural, economía e instituciones: análisis de la sostenibilidad de la cacería en la comunidad de La Ceiba, río Inírida (Guainía-Colombia)" en la categoría "Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de los Premios Ciencias y Solidaridad".
- **Luis Gabriel Amado.** - Ecólogo - P. U. Javeriana; Maestría en Geografía (en curso), Universidad de los Andes.
- **Laura Arango.** – Universidad Javeriana.



- **Paola Rodríguez.** – Bióloga egresada de la Pontificia Universidad Javeriana con énfasis en la conservación de medianos y grandes mamíferos en especial felinos, a partir de la metodología de fototrampeo. Se encuentra vinculada a la fundación desde el año 2009, en donde trabajó como bióloga principal en el proceso de rehabilitación, liberación y seguimiento de un jaguar (*Panthera onca*) hembra en la Reserva de Biosfera de El Tuparro. También coordinó el proyecto Evaluación de presencia de felinos y sus presas en la Serranía de La Lindosa, y actualmente se encuentra coordinando el componente biológico del proyecto Conservación y Manejo de los Armadillos en los Llanos Orientales, así como el proyecto Evaluación de Poblaciones de Fauna Silvestre catalogada en algún grado de amenaza -felinos y nutrias- y en la formulación del plan de manejo para su conservación, en los departamentos de Guainía y Vaupés.

- **Fernando Trujillo** . – Director científico y Socio fundador de la Fundación Omacha, es biólogo marino de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Realizó una Maestría en Ciencias Ambientales en la Universidad de Greenwich (Londres, Reino Unido) y un Doctorado en Zoología en la Universidad de Aberdeen (Escocia). Investigador principal de la mayoría de los proyectos que se llevan a cabo en la Orinoquia y en la Amazonia. Tiene amplia experiencia en investigación y conservación de especies amenazadas, con énfasis en mamíferos acuáticos, y en el manejo de ecosistemas prioritarios. Hace parte del grupo de especialistas de pequeños cetáceos de la IUCN, es presidente de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos (Solamac) 2006 – 2008, y hace parte del grupo editorial de Latin American Journal of Aquatic Mammals (LAJAM). El 10 de mayo de 2007, recibió el Whitley Gold Award por su trabajo en favor de la conservación de los delfines de río, en la Real Sociedad Geográfica de Londres (Inglaterra), ceremonia presidida por la Princesa Ana y el naturalista inglés David Attenborough. Este premio es uno de los más prestigiosos reconocimientos ambientales en el ámbito internacional.

# Cómo publicar en El arrendajo escarlata

La revista El Arrendajo Escarlata es un medio de divulgación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, seriado y de publicación electrónica, cuyo objetivo es la divulgación del conocimiento en las temáticas misionales del Ministerio.

La línea editorial da cabida tanto a artículos del orden de ensayos monográficos analíticos de actividad técnica y científica como a artículos cortos, reseñas, reflexiones sobre temas específicos, aspectos técnicos y tecnológicos vinculados a la producción de tecnologías e innovaciones asociadas, acontecer nacional y mundial, experiencias significativas, entre otros tipos de contribuciones, que a juicio del comité editorial sean susceptibles de ser publicados por su aporte, innovación, creatividad y avance en relación con el conocimiento y la investigación en temas de ambiente y desarrollo sostenible.

Los artículos, ensayos, fotografías e ilustraciones que se publican se enmarcan en los conceptos de medio ambiente y de desarrollo sostenible. De manera general se entiende que, sin limitarse a ellos, los siguientes temas abarcan esos grandes conceptos:

Biodiversidad	Ordenamiento ambiental territorial
Recursos hídricos	Mares y costas
Cambio climático	Desarrollo sectorial sostenible
Medio ambiente y comercio	Medio ambiente global
Educación ambiental	Cultura y patrimonio ambiental
Participación social y conocimiento tradicional	Áreas protegidas

La publicación puede incluir artículos que describen resultados de proyectos de investigación científica inéditos acerca de temas referentes a los diversos campos de interés del Ministerio, los cuales en las etapas iniciales de la revista no serán arbitrados, de lo cual se hará la salvedad correspondiente cuando sean publicados.

El autor se debe comprometer a seguir estas indicaciones antes de presentar cualquier texto para su publicación en esta revista y debe comprometerse a revisar o a complementar la información que haga falta una vez el artículo sea evaluado para su publicación. En caso de tratarse de una obra colectiva este compromiso debe ser conocido y asumido por todos los autores.





1. El artículo debe ser inédito original y el autor garantiza que no ha sido publicado por ningún medio y que no se encuentra en proceso de publicación en otra revista. Todo autor debe acompañar su propuesta con una Autorización de Publicación cuyo formato le será remitido una vez sea aprobada la publicación.
  2. El cuerpo principal del texto debe estar completo y la versión debe ser la definitiva. Por tanto, no debe incluir ni anotaciones a mano, ni tachaduras, ni anotaciones sobre posibles textos o figuras adicionales que lo complementarán. Esta indicación no excluye las correcciones y ajustes que se presenten durante el proceso editorial.
  3. El texto se presentará en una versión impresa y una versión digital.
- Pagine usando numeración arábica desde la primera hasta la última página de manera consecutiva en el margen superior derecho.
  - Presente los párrafos separados por una línea en blanco entre ellos
  - No incluya sangría al iniciar párrafos ni tabulaciones o espacios extra entre párrafos.
  - No inserte saltos de página.
  - La extensión máxima del texto en el formato aquí indicado será de 12 páginas sin contar el resumen, las imágenes, cuadros, fotografías, ilustraciones, referencias y bibliografía.

El texto impreso se enviará al Centro de Documentación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se presentará a doble cara, así:

- Use interlineado de 1.5 (inclusive las referencias), con márgenes laterales de 3 cm, con espacios inferior y superior de 3 cm.
- Utilice el tipo de letra tahoma a 12 puntos. Si por necesidad disciplinar el texto requiere de otra fuente tipográfica, el autor deberá indicarlo en la presentación inicial del texto y, en tal caso, la indicación aquí dada no se aplica.

El texto en versión digital se presentará en disco compacto adjunto a la versión impresa o en una carpeta y archivos remitidos al correo electrónico [centrodoc@minambiente.gov.co](mailto:centrodoc@minambiente.gov.co) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La copia digital se acompañará por un documento que indique el orden en que deben arreglarse los archivos que conforman el artículo: preliminares; cada parte o subtítulo por separado; páginas finales; etc., el nombre del archivo correspondiente incluida su extensión (formato) y el formato o los formatos de archivo utilizados, tanto para texto como para imágenes.

Las imágenes, en la copia digital, deben presentarse adicionalmente por separado en una carpeta llamada

“imágenes” y todas ellas deben estar en formato .jpg o .tiff a 300 dpi y peso mínimo de 1.5 MB. En esta carpeta debe incluirse también un documento donde se relacionen una a una las imágenes aportadas indicando: nombre del archivo de imagen, su descripción o título de la imagen y el autor o fuente autorizada. Si las imágenes no han sido insertadas en el texto del artículo, en este documento debe indicarse con claridad el lugar del texto del artículo donde deben ser insertadas (página, párrafo, etc.)

Es responsabilidad del autor conseguir los permisos y derechos para anexar materiales o ilustraciones provenientes de otras fuentes.

La información en la copia digital se organizará en una carpeta nombrada nemotécnicamente como el título del artículo y su autor, de hasta 30 caracteres (p.ej.: títuloresumidoartículo-inicialdelnombre-primera-pellidoautor). Dentro de esta carpeta las partes (documentos) se arreglarán con indicación literal y numérica consecutivas y nombres nemotécnicos de archivo que expresen claramente su orden como partes del artículo (p.ej.: a1-preámbulo; b1-subtítulo1; b2-subtítulo2; c1-subtítulo...).

El texto, en la copia digital, debe ser presentado en un formato tal que contenga la mínima cantidad de macros o de cálculos u otras operaciones automáticas y, en caso de ser utilizados, deberá señalarse lo correspondiente en el documento explicativo que acompaña esta versión.

El texto, tanto en la versión impresa como en la copia digital, no debe estar diagramado, ni utilizar tipos de fuente distintos, salvo los estrictamente necesarios.

4. El artículo deberá estar escrito en español. El texto debe ceñirse a la ortografía y gramática del español, en especial, se debe respetar el uso convencional de mayúsculas y de minúsculas, así como el de tildes y de signos de puntuación.

5. El lenguaje debe ser claro y de fácil comprensión para el lector no especializado. Siempre que sea posible incluya una definición sencilla de aquellos términos que puedan resultar incomprensibles para el lector no especializado.

6. El criterio de titulación, escogido por el autor, debe aplicarse de forma sistemática y uniforme a lo largo del artículo.

7. Las citas, referencias y bibliografías deben estructurarse de acuerdo a las normas de American Psychological Association (APA). Tanto las referencias bibliográficas como las bibliografías deben incluirse al final del texto.

8. No utilice como forma diacrítica las letras mayúsculas sostenidas.

9. Utilice itálicas:

- Para términos extranjeros.

- Para expresiones y frases latinas.

- Para referirse a títulos de libros o títulos de partes de un libro o documento.

- Para citas textuales de más de cuatro líneas. Para estas citas debe utilizar sangrado por ambos lados y de manera continua. Si aplica, use el signo de omisión [...] al inicio y al final de la cita según corresponda.

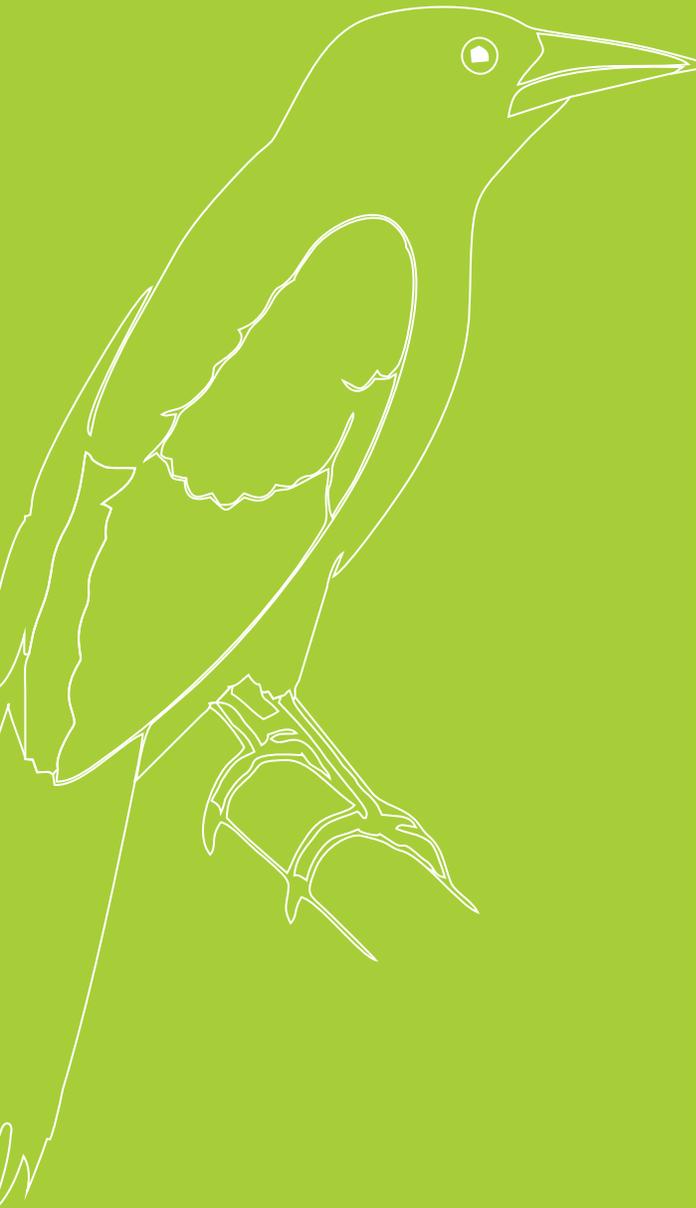
- Para resaltar expresiones, como énfasis, pero sin abusar de este recurso.

10. Utilice de manera preferente notas de pie de página a cambio de notas finales, siempre y cuando las notas de pie de página no se conviertan en textos paralelos al texto principal. Debe hacerse un uso racional en su extensión y función.

11. A criterio del autor, basado en la profundidad científica o técnica del artículo, incluya al inicio del texto un resumen acompañado de cómo máximo ocho descriptores (palabras clave) tomados en primer lugar del Tesoro Ambiental para Colombia y si se requiere de otros tesauros: Macrotesauro Cepal, Agrovoc, Tesoro Unesco de Educación, entre otros.

Si requiere consultar respecto de estas indicaciones o cualquier otro aspecto de la revista El Arrendajo Escarlata comuníquese con el editor a la dirección:

centrodoc@minambiente.gov.co.



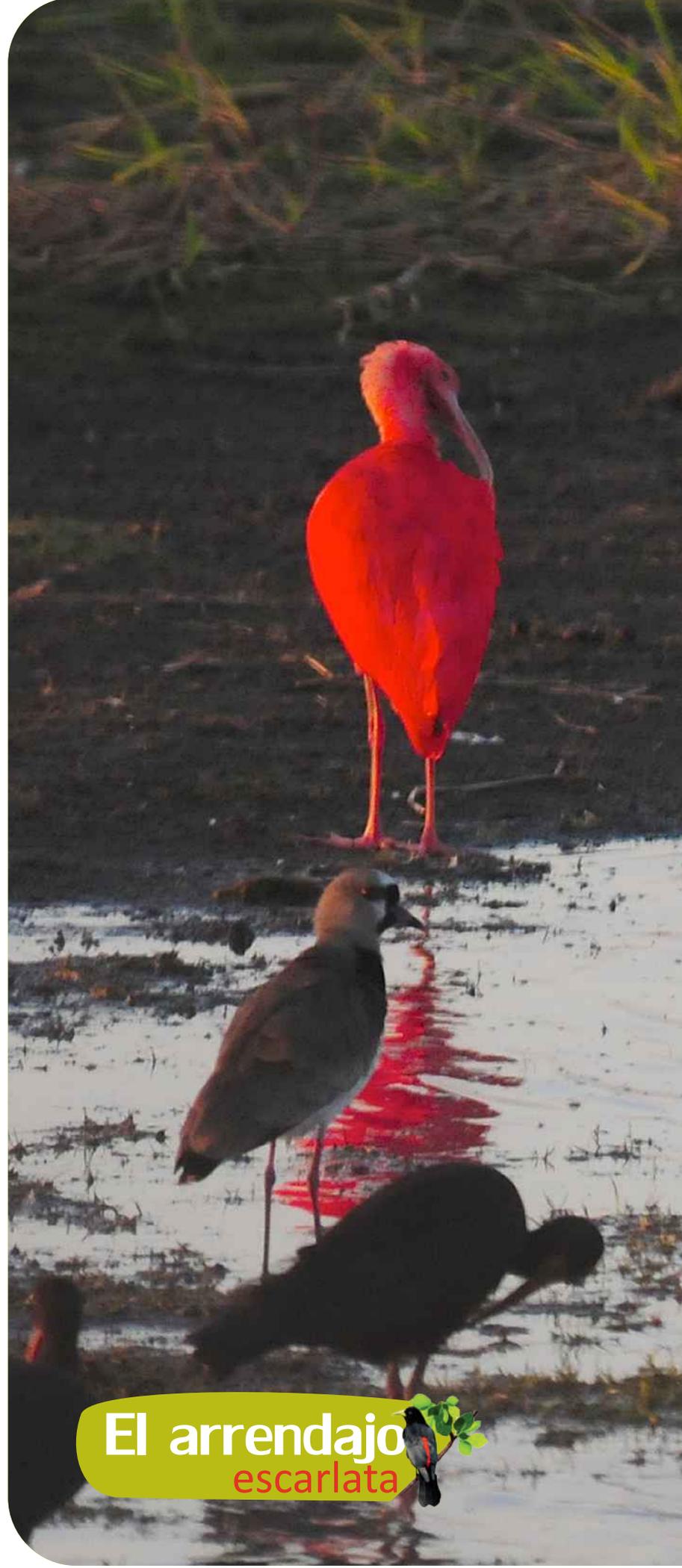
Grupo de Divulgación de Conocimiento  
y Cultura Ambiental  
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

[centrodoc@minambiente.gov.co](mailto:centrodoc@minambiente.gov.co)



**MinAmbiente**  
Ministerio de Ambiente  
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**



**El arrendajo**  
escarlata

