

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Soluciones basadas en la naturaleza: acciones para la generación de bienestar humano (Parte I)



Editorial

La cooperación, el financiamiento y la inversión serán clave para desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza

Biodiver_City: Fortaleciendo ecosistemas y personas para crear ciudades verdes

Sabrina Geppert, Gloriana Chavarría Solís

Soluciones basadas en la naturaleza dentro la política pública en el sector ambiente

Carlos Cordero Vega

Corredores biológicos de Costa Rica: estrategia de conservación participativa

Jairo Sancho Rodríguez

Áreas públicas al servicio de las soluciones basadas en la naturaleza: el caso de la arborización urbana

Ronald Camacho Esquivel, Ingrid Sandoval Villalobos

Guía y catálogo de soluciones basadas en la naturaleza: una herramienta para alcanzar ciudades verdes

Natalia Romero Mora, Ana Gabriela Alfaro Hernández

Atlas Verde: planificación territorial basada en datos de observación de la Tierra

Christian Brenes Pérez, Rebeca Brenes Roldán

Avifauna del Corredor Biológico Interurbano Río Torres Reserva de la Biosfera: estrategia basada en la naturaleza para traer la calidad del bosque a la ciudad

Danny Valle-Hidalgo

Soluciones basadas en la naturaleza para la restauración de ríos en áreas metropolitanas: El proyecto Visión Urbana del Agua en la cuenca Quebrada Seca-Río Burio, Costa Rica

Jochen Hack

Humedales: elementos clave de las soluciones basadas en naturaleza

Jacklyn Rivera Won

Otros temas

Efecto del lombricompost en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) para favorecer la producción sostenible bajo condiciones de invernadero en Barva, Heredia

Jhonson Mora Mata, Julián Rojas Vargas, Mairon Madriz Martínez

Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

AMBIENTICO

Revista trimestral sobre la actualidad ambiental

Soluciones basadas en la naturaleza: acciones para la generación de bienestar humano (Parte I)



Editor en Jefe: Sergio A. Molina-Murillo
Consejo editor: Manuel Argüello, Wilberth Jiménez, Luis Poveda
Asistencia y administración: Nancy Centeno Espinoza.
Diseño, diagramación e impresión: Programa de Publicaciones, UNA
Fotografía de portada: Jardín colgante en Curridabat, Costa Rica. Fotografía: GIZ.
Apartado postal: 86-3000, Costa Rica
Correo electrónico: ambientico@una.ac.cr
Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

La revista *Ambientico* es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. Aunque la mayoría de los artículos de la revista *Ambientico* son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas.



Sumario

Editorial La cooperación, el financiamiento y la inversión serán clave para desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza	2
Biodiver_City: Fortaleciendo ecosistemas y personas para crear ciudades verdes Sabrina Geppert, Gloriana Chavarría Solís	4
Soluciones basadas en la naturaleza dentro la política pública en el sector ambiente Carlos Cordero Vega	9
Corredores biológicos de Costa Rica: estrategia de conservación participativa Jairo Sancho Rodríguez	14
Áreas públicas al servicio de las soluciones basadas en la naturaleza: el caso de la arborización urbana Ronald Camacho Esquivel, Ingrid Sandoval Villalobos	18
Guía y catálogo de soluciones basadas en la naturaleza: una herramienta para alcanzar ciudades verdes Natalia Romero Mora, Ana Gabriela Alfaro Hernández	24
Atlas Verde: planificación territorial basada en datos de observación de la Tierra Christian Brenes Pérez, Rebeca Brenes Roldán	29
Avifauna del Corredor Biológico Interurbano Río Torres Reserva de la Biosfera: estrategia basada en la naturaleza para traer la calidad del bosque a la ciudad Danny Valle-Hidalgo	33
Soluciones basadas en la naturaleza para la restauración de ríos en áreas metropolitanas: El proyecto Visión Urbana del Agua en la cuenca Quebrada Seca-Río Burio, Costa Rica Jochen Hack	42
Humedales: elementos clave de las soluciones basadas en naturaleza Jacklyn Rivera Wong	50
Otros temas	
Efecto del lombricompost en el cultivo de rábano (Raphanus sativus L.) para favorecer la producción sostenible bajo condiciones de invernadero en Barva, Heredia Jonhson Mora Mata, Julián Rojas Vargas, Mairon Madriz Martínez	59
Normas mínimas para la presentación de artículos a Ambientico	67

La cooperación, el financiamiento y la inversión serán clave para desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza

Costa Rica es una potencia de biodiversidad, que alberga cerca del 5 % de la biodiversidad del mundo. Se nos ha reconocido mundialmente por nuestros esfuerzos de conservación y uso sustentable de los recursos naturales, lo cual ha sido un reconocimiento a múltiples actores institucionales, privados, ONG, la academia, la cooperación internacional y la ciudadanía. A pesar de estos avances, ineludiblemente nos enfrentamos a mejorar la protección y gestión de los ecosistemas del territorio, especialmente frente tendencias en población, consumo, y cambio climático. Debido a que nuestra economía se basa en gran medida en los recursos naturales para el turismo, producción de energía y alimentos, estas tendencias ponen en riesgo el crecimiento económico del país y el bienestar de su población.

Tal y como lo muestran las personas autoras en este número y otros que han publicado en la Revista Ambientico, nuestro país está en una posición privilegiada para desarrollar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) que permitan forjar una salida a las crisis económica, social y ambiental. Si bien la inversión en infraestructura es fundamental y es el foco de muchos esfuerzos para la reactivación económica, la protección, restauración u uso sustentable del capital natural no ha recibido aún el suficiente compromiso político y financiero. Por tanto, la identificación de SbN viables y de alto valor deben ser prioridad en los procesos de planificación del país y de los territorios.



Pared verde ubicada en San José, Costa Rica, crea espacios paisajísticos agradables y atractivos dentro de la ciudad y aporta varios beneficios ambientales. Fotografía: GIZ.

Existe evidencia que las SbN suelen ser más resilientes y menos costosas, al tiempo que contribuyen al ambiente. Específicamente, las SbN pueden proteger la infraestructura de los impactos climáticos, evitando los costos incrementales que ya se pronostican. En otros casos, también las SbN pueden mejorar el rendimiento de la infraestructura no natural; por ejemplo, reduciendo los sedimentos en embalses para la producción de hidroenergía. SbN implementadas a lo largo de todo el proyecto Arenal-Denago-Sandillal del ICE, han permitido generar ingresos y atraer otras fuentes de financiamiento en turismo, y por medio del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT), la posibilidad de irrigar y hacer productivas miles de hectáreas.

Si bien muchos proyectos de SbN se están implementando en Costa Rica, el alto potencial requerirá de importante cooperación y financiamiento. Así, el gobierno central, los gobiernos locales, las ONG, y otros múltiples actores, deben apoyar más profundamente el desarrollo de SbN para lograr un desarrollo sostenible y resiliente de nuestro país.

Específicamente, con este número nos permitimos compartir la primera entrega de la estrategia y resultados del Proyecto Biodiver_City: Establecimiento de corredores biológicos interurbanos, el cual es una importante iniciativa implementada por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) que considera de manera central las SbN.



Proyecto Biodiver_City:
Establecimiento de
corredores biológicos
interurbanos. Cooperación
Alemana para el
desarrollo (GIZ) ([sabrina.
geppert@giz.de](mailto:sabrina.geppert@giz.de))

Biodiver_City: Fortaleciendo ecosistemas y personas para crear ciudades verdes

Sabrina Geppert
Gloriana Chavarría Solís



Proyecto Biodiver_City:
Establecimiento de
corredores biológicos
interurbanos. Cooperación
Alemana para el
desarrollo (GIZ) ([gloriana.
chavarriasolis@giz.de](mailto:gloriana.chavarriasolis@giz.de))

Cada vez más personas viven en o migran hacia las ciudades. En el 2019 se calculaba que, en promedio, América Latina presentaba una tasa de urbanización anual del 1.4 % y que la población urbana en esta región alcanzaba alrededor del 70 % (BID, 2019). Por su parte, Costa Rica ha presentado un crecimiento anual en la población urbana de hasta un 2.5 %, siendo una de las más altas en Centroamérica (BM, 2018). Esta tendencia no se originó con la vida moderna. Ya en la segunda mitad del siglo XVIII durante la revolución industrial, con la creación y mejoramiento de tecnologías de producción, mecanización, y de construcción, las ciudades se convirtieron en centros de trabajo, comercio, industria, pero también en núcleos de residencia, convivencia y disfrute de la sociedad, atrayendo siempre más y más personas, acelerando el crecimiento de la urbe en lo horizontal y lo vertical. Esta realidad hace necesario un ordenamiento que permita regular los distintos usos del espacio y de recursos naturales disponibles in situ, sin el cual las ciudades caen en una serie de problemáticas ambientales, sociales, y económicas. Desde aquella época,

pocas ciudades han tenido la consciencia, capacidad o los medios técnicos y tecnológicos para afrontar el crecimiento urbano acelerado, y hoy se ven afectadas severamente de una u otra manera.

Lo anterior se puede ver reflejado en las consecuencias de fenómenos naturales, donde viviendas construidas en zonas de riesgo se ven afectadas por inundaciones, deslizamientos o inclusive erupciones volcánicas, como nos muestra el ejemplo más reciente del volcán en La Palma, en la isla española de Mallorca. Las zonas urbanas son especialmente vulnerables a inundaciones, ya que la impermeabilización del suelo, sumado a un manejo inadecuado de cuencas hidrográficas y alcantarillados deficientes aumentan la vulnerabilidad de las ciudades. La Ciudad de Villahermosa en México fue afectada por inundaciones en el 2007, ocasionando daños en dos terceras partes del territorio y alcanzando un impacto económico del 30 % de su PIB, afectando principalmente los asentamientos informales ubicados en las laderas del río. Se atribuye como causa a esta inundación un manejo inadecuado del caudal por parte de plantas hidroeléctricas ubicadas aguas arriba (Aragón-Durán, 2014). Por lo que, no solamente se trata de la visualización de la ciudad y su planificación urbana, sino también, de los ecosistemas que la rodean y su gestión adecuada.

Costa Rica no se escapa de esta realidad. En la Gran Área Metropolitana (GAM) aproximadamente 2.6 millones de personas comparten un área de 2 044

km². Esto se resume en aproximadamente la mitad de la población total compartiendo un espacio y consumiendo recursos disponibles del 4 % del territorio nacional. Al mismo tiempo la GAM concentra las actividades económicas, los servicios a la población, la infraestructura e instalaciones más importantes del país (carreteras, escuelas, universidades, hospitales, etc.). Los problemas ambientales causados por la expansión urbana descontrolada, por el sellado del suelo, la pérdida de espacios verdes, la contaminación del aire, suelo, y de los cuerpos de agua y acuíferos, son evidentes desde hace décadas, pero la población urbana percibe más y más el costo económico y social asociado a la degradación ambiental.

Los ejemplos anteriores nos muestran que el bienestar de la población depende significativamente de la existencia de espacios verdes funcionales que brindan áreas de recreación, regulan el microclima de las ciudades, mantienen los suelos permeables para disminuir inundaciones y contrarrestar deslizamientos, proveen hábitats saludables para hospedar flora y fauna, los cuales a su vez aseguran la polinización, la producción de alimentos y materiales, y son la base para las actividades económicas y sociales de la población. Los ecosistemas urbanos son claves para lograr los objetivos de desarrollo del país y de la Agenda 2030 –y ahora, en el contexto de la pandemia– son más importantes que nunca, cuando la necesidad por soluciones sostenibles es aún más alta.

Necesitamos ciudades más verdes en el país, pero ¿cómo lograrlo? Las instituciones responsables por el desarrollo urbano en el país comienzan a comprender la estrecha relación entre los ecosistemas naturales o seminaturales en las ciudades con el bienestar de las personas que las habitan. No obstante, todavía carecen de capacidades técnicas, instrumentos y estrategias para integrar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (“infraestructura verde”) en los procesos de planificación del territorio y en la toma de decisiones en el desarrollo urbano.

El proyecto Biodiver_City–Establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos nació a partir de un acuerdo entre los Gobiernos de Costa Rica y la República Federal de Alemania, con el objetivo de fortalecer a todas aquellas personas, instituciones y organizaciones con un mandato y un rol en la transformación de las ciudades del país a ciudades más verdes, más sostenibles, a ciudades que brindan a sus habitantes una mejor calidad de vida. Con un período de implementación de 4 años (noviembre 2018 a octubre 2022), construye e institucionaliza una serie de herramientas que orientan a responsables y tomadores de decisión y –utilizadas de forma integral– permiten construir una ruta hacia el “enverdecimiento” de las ciudades del país:

El **concepto Ciudad Verde**, el **¿por qué?**: el proyecto acompaña a sus contrapartes, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Sistema Nacional

de Áreas de Conservación a construir en un amplio diálogo multi-actor, multisectorial y multi-nivel la visión conjunta de cómo debe ser la ciudad del futuro: “*Una ciudad verde es aquella ciudad accesible e inclusiva que se gestiona con participación de sus habitantes donde abundan los espacios naturales y la biodiversidad, que impactan de manera directa en su capacidad de resiliencia. Su fin último es maximizar el bienestar humano, resultando en bajos niveles de contaminación, mejora en la apropiación del espacio urbano, propicias interacciones positivas para la recreación, salud física y mental, con un enfoque ecosistémico.*” (MINAE & SINAC, 2020). A partir de un marco conceptual establecido, líneas estratégicas y metas aspiracionales, este concepto establece una serie de indicadores que orientan la planificación, la implementación y el monitoreo de ciudades verdes en el país.

La **Guía de Oportunidades de los Servicios Ecosistémicos en la GAM**, el **¿para qué?**: Basado en la metodología del mismo nombre, el proyecto convocó a sus contrapartes e importantes socios a construir conjuntamente esta guía práctica diseñada para funcionarios del sector municipal. La secuencia de pasos metodológicos, apoyados por ejemplos concretos de la realidad urbana de Costa Rica, permiten identificar y desarrollar oportunidades para lograr un cambio de comportamiento de los actores hacia una producción sostenible y la conservación de los ecosistemas urbanos. Los resultados de la aplicación de esta guía apoyan



Figura 1. Uso de espacios urbanos verdes para la recreación © GIZ.

la gestión adecuada de aquellos servicios ecosistémicos necesarios para atender las necesidades del territorio desde el quehacer de una municipalidad o cualquier otra entidad. Por lo anterior, esta herramienta también apoya y fortalece la gestión de los corredores biológicos interurbanos (CBI) y las ciudades verdes.

El **Atlas Verde de la GAM**, el **¿dónde?**: esta herramienta fue desarrollada por los socios del proyecto con el fin de apoyar la toma de decisiones. Se dirige a una amplia gama de audiencias, en donde se incluyen ministerios, entidades públicas, tomadores de decisiones, gobiernos locales, comités de gestión de corredores biológicos interurbanos, investigadores y la sociedad civil en general. Único en el país, el atlas permite identificar sitios en la GAM donde la presencia de naturaleza ha generado variados beneficios para los habitantes, tales como:

espacios de recreación y producción de alimentos, un microclima más agradable, hábitat para especies de flora y fauna, entre otros. Conociendo estos espacios importantes, el atlas posibilita determinar estrategias para conservarlos en el largo plazo. Por otro lado, facilita la identificación de regiones con poca vinculación con los servicios ecosistémicos para la futura búsqueda de soluciones de infraestructura verde, impulsando de esta forma la creación de ciudades verdes y la gestión de corredores biológicos interurbanos.

La **Guía y el Catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza**, el **¿cómo?**: Con este instrumento, el proyecto Biodiver_City creó una herramienta que lleva la estrategia a la realidad. Al definir los servicios ecosistémicos que se desea recuperar o potenciar, la guía orienta la selección de medidas adecuadas para el contexto dado. El catálogo recoge 24 medidas muy concretas implementables en las ciudades del país, con el fin de poner en valor los ecosistemas urbanos y los beneficios que la población percibe de ellos. Cada medida presenta de forma sintetizada la información que se requiere para ser ejecutadas en el campo.

La ruta está trazada, ¿Caminamos juntos? La creación de estas herramientas, y el ponerlas a disposición de quienes las necesitan es únicamente el primer paso. Para un cambio real se requiere que éstas sean adoptadas y utilizadas. Es por

esto por lo que el proyecto busca espacios para difundir los resultados, promover el uso por medio de pilotajes, generar un diálogo abierto y un intercambio político-estratégico y técnico sobre las experiencias. Los artículos de esta edición de la revista *Ambientico* son una oportunidad muy valiosa para poner sobre la mesa los avances realizados en materia de las Soluciones basadas en la Naturaleza, e invitar a todas aquellas personas involucradas no solamente en el ámbito urbano, sino en todo el país, a participar en la discusión y en los pilotajes, en la generación e implementación de nuevas ideas, en la consolidación de estrategias existentes, en la creación y difusión de las lecciones aprendidas y de ser parte del cambio – un cambio a pasos firmes hacia la creación de ciudades verdes en Costa Rica.

Queremos agradecer a la Universidad Nacional (UNA) por brindar al proyecto *Biodiver_City* la oportunidad de presentar su estrategia, sus resultados y además por abrir espacio para que socios, contrapartes, amigas y amigos del proyecto puedan presentar sus experiencias. Nuestro agradecimiento también a todas las personas que colaboraron con su tiempo, dedicación y conocimiento al contenido de esta edición de *Ambientico*, dedicada a un tema que no solamente está en la agenda internacional, sino es una necesidad para los habitantes de ciudades, pueblos y comunidades en todo el país.

El proyecto *Biodiver_City*–Establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos es implementado por el Ministerio

de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) por encargo del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) y enmarcado en la Iniciativa Climática Internacional (IKI, por sus siglas en alemán).

Referencias

- MINAE, SINAC. (2020). Desarrollo del concepto de ciudad verde. Versión 5.0.
- BID. (2019). Promover ciudades sostenibles. Perspectivas regionales. Banco Interamericano para el desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Promover-ciudades-sostenibles-Perspectivas-regionales.pdf>
- BM. (2018). Estudio de la urbanización en Centroamérica: Oportunidades de una Centroamérica urbana. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/26271/9781464812200.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Aragón-Duran, F. (2014). Inundaciones en zonas urbanas de cuencas en América Latina. Soluciones prácticas. Lima, Perú. https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/19850/InundacionesCuencasUrbanasLATAM%28Aragon_2014%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y



Sistema Nacional de
Áreas de Conservación
(SINAC), Ministerio
de Ambiente y Energía
(MINAE) ([ccordero@
minae.go.cr](mailto:ccordero@minae.go.cr))

Soluciones basadas en la naturaleza dentro la política pública en el sector ambiente

..... || **Carlos Cordero Vega**



Los complejos sistemas biológicos que nos interrelacionan y hacen posible la biodiversidad y el enriquecimiento biogenético de nuestro entorno, han sido claves para mantener el equilibrio entre el consumo y la regeneración de los recursos naturales que necesitamos para perpetuar nuestra existencia como especie. Históricamente el concepto de “Recursos Naturales” al igual que el de “Naturaleza” han ido evolucionando su entendimiento, debido a que no son dados de manera objetiva, si no que se relacionan con necesidades sociales específicas (Mastrangelo, 2009). Es decir, concebimos y consumimos la naturaleza, dependiendo del patrón social vigente.

Durante siglos, la riqueza natural y energética de nuestro planeta parecía imposible de acabar, sin embargo, hoy sabemos que muchas culturas ancestrales fueron colapsadas debido a modelos insostenibles de extracción y consumo de recursos naturales. Existen registros de la capacidad de los seres humanos para cambiar las condiciones ecológicas de la tierra desde hace tres mil años¹.

1 ¿Y si los problemas ambientales no fueran un fenómeno tan moderno? Los seres humanos han tenido un gran potencial para cambiar las condiciones ecológicas de la Tierra desde al menos hace 3 000 años (Rodríguez, 2019).

En la sociedad moderna, la Revolución Industrial intensificó los procesos de extracción de recursos naturales y energéticos. La relación sociedad-naturaleza-territorio siempre conlleva transformaciones que implican la explotación del trabajo y la naturaleza². Los recursos minerales, forestales e hídricos, han sido extraídos para la producción de nuevos insumos que modificaron el estilo de vida y las necesidades tecnológicas de la sociedad. Provocando consecuencias ambientales como la degradación del aire, agua, tierras y la escases de recursos naturales. Conllevando a grandes desigualdades de desarrollo económico entre países³.

La región latinoamericana, rica en recursos naturales y energéticos y con una población creciente, durante muchos años centró sus esfuerzos de desarrollo en industrializar la extracción de sus enormes recursos naturales para elevar el nivel de vida de sus habitantes (Dominguez et al. 2019). Y en el ámbito nacional se generaron patrones insostenibles de extracción de recursos naturales y severos

cambios de uso de la tierra, que lanzaron las primeras alertas sobre la necesidad de un cambio profundo en las políticas públicas nacionales, hacia un modelo de desarrollo económico sostenible.

Según datos del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para mediados de la década del ochenta, Costa Rica poseía menos de 21 % de su territorio nacional con cobertura boscosa. Quizás una de las variables relacionadas a la extracción y degradación insostenible de los recursos naturales más notorias. Y es que, la deforestación conlleva un sinnúmero de consecuencias ambientales negativas sobre otros recursos naturales como suelo, agua y aire; y sobre otras condiciones de vulnerabilidad como desastres naturales y cambio climático.

Recientemente, el sexto informe sobre el Estado de la Región 2021 del programa Estado de la Nación, reveló que nuestro país recuperó su cobertura forestal en un 59 % del territorio, logrando un impresionante revés en la tasa de deforestación. El mayor avance en esta materia de entre los países de la región, producto de importantes ajustes reglamentarios y de política pública en los últimos treinta años. Enfocados en la conservación, pero a la vez generando ingresos económicos, como el exitoso sistema de Pagos Por Servicios Ambientales (PSA)⁴ y ecoturismo. Evidenciando que nuestro país enfocó parte de su política pública a la sostenibilidad

2 Para percibir y entender toda la complejidad del proceso de relación sociedad-naturaleza-territorio es necesario tomar el proceso extractivo, como integrante de un complejo entramado de relaciones, operaciones y procesos que adoptan las formaciones sociales en tanto estrategia de producción, distribución y reproducción de los recursos naturales y humanos (Pascual, 2018).

3 El desarrollo de un territorio de renta baja debe ser por necesidad sostenible, si este país no desea liquidar sus posibilidades de desarrollo. Se señala la dificultad que tienen los países subdesarrollados para abandonar un equilibrio de bajo nivel, y lo que esto implica en su riqueza (en concreto su capital ambiental), que es la que en última instancia determina su capacidad de generar renta en el futuro. Se requiere por tanto una comprensión profunda de la dinámica del subdesarrollo para frenar el deterioro ambiental (Pérez, 2012).

4 El programa de PSA consiste en un reconocimiento financiero por parte del Estado, a través del FONAFIFO, a los (las) propietarios(as) y poseedores(as) de bosque y plantaciones forestales por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente, de conformidad a la Ley Forestal N°. 7575.



Restauración del paisaje en zonas de protección de ríos. Fotografía: GIZ.

en respeto a la naturaleza y generando bienestar social, incluso cuando entonces, no se utilizaba aún el término como tal: “soluciones basadas en la naturaleza”.

No fue hasta después del 2000, que se empezaron a desarrollar con más fuerza dentro de las políticas públicas sectoriales nacionales conceptos como: economía circular, servicios ecosistémicos, cambio climático y más recientemente “soluciones basadas en la naturaleza”. Un concepto desarrollado dentro de las negociaciones 2006 de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC) e introducido dentro de los programas mundiales de diferentes entidades no gubernamentales como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

La importancia del concepto “Soluciones basadas en la naturaleza” yace en que engloba el abanico completo y

diverso en las temáticas de las políticas públicas ambientales y de otros sectores, debido a que su fin último es abordar las brechas sociales y lograr el bienestar humano de manera sostenible. Conteniendo dentro de su definición variables socioeconómicas y ambientales como: cadenas socio-productivas, tecnología, innovación, adaptación y mitigación al cambio climático, desarrollo económico, bienestar humano, entre otras.

La UICN (2016) define las Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) como: las “*acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad*”.

Actualmente, nuestro país cuenta con un marco político vigente que enmarca algunas soluciones basadas en la naturaleza, muy enfocado al sector Ambiente. Cabe resaltar la Política nacional de biodiversidad 2015 -2030 (<https://www.conagebio.go.cr/Conagebio/public/documentos/POLITICA-NACIONAL-DE-BIODIVERSIDAD-2015.pdf>) y su correspondiente Estrategia, en donde se busca gestionar de manera sostenible la biodiversidad, pero a la vez generando bienestar humano. Define claramente dos ejes con enfoque de Soluciones basadas en la naturaleza, como lo son el eje 2: *“Promover el desarrollo económico, socialmente inclusivo y ambientalmente sostenible, potenciando oportunidades y reduciendo los efectos negativos sobre la biodiversidad”* y el eje 4: *“Fortalecer la participación social en la gestión de la biodiversidad y la distribución justa y equitativa de sus beneficios y reducir la vulnerabilidad de poblaciones menos favorecidas, donde hay ecosistemas esenciales, amenazados y de alto valor ecológico”*.

La Política nacional de adaptación al cambio climático 2018-2030 (<https://cambioclimatico.go.cr/politica-nacional-de-adaptacion/>), es otro instrumento que plantea aparte de la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, el aprovechamiento de los beneficios sociales que esta acción pueda conllevar, conteniendo el principio de *“Innovación y competitividad como el surgimiento de nuevos productos, técnicas o servicios útiles, mediante una mayor inversión en investigación en ciencia y tecnología orientada al desarrollo de alternativas novedosas y creativas, que contribuyan a*

la adaptación, la economía social y la eco-competitividad bajo un enfoque de continuidad de negocios”. Definiéndose el eje 5 como: *“Sistemas productivos adaptados y eco-competitivos”*.

La Política nacional de producción y consumo sostenible 2018-2030 (<http://www.digeca.go.cr/areas/politica-nacional-de-produccion-y-consumo-sostenibles>), define cuatro ejes de Soluciones basadas en la naturaleza: turismo sostenible, edificios y construcción sostenibles, sistemas agroalimentarios sostenibles y estilos de vida sostenibles con educación. Directamente relacionados al Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: *“Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”*.

La Estrategia nacional de bioeconomía 2020-2030 (https://www.micit.go.cr/sites/default/files/estrategia_nacional_bioeconomia_cr_corregido.pdf), cuyos principios se encuentran cobijados en la sombra de las Soluciones basadas en la naturaleza, tales como: *“Inclusión social (género, juventud, población indígena) y desarrollo territorial balanceado.; agregación de valor, diversificación, sofisticación productiva y creación de empleos “verdes” de calidad y Desarrollo sostenible y acción climática”*. Además, define ejes como: bioeconomía para el desarrollo rural, biodiversidad y desarrollo y bioeconomía urbana y ciudades verdes.

Existen otros planes, programas, estrategias y reglamentos futuros también enfocados en SbN. Se puede mencionar la transformación de los PSA de Pagos por Servicios Ambientales a Pagos por Servicios Ecosistémicos, ampliando su rango

de acción territorial a todo tipo de restauración del paisaje (FONAFIFO, 2021). Sin embargo, tanto para este ejemplo futuro como para el marco político vigente existen varios retos país.

Las SbN son una sombrilla temática que envuelve varios instrumentos políticos ya vigentes, pero que también puede representar un paradigma integrador de muchos ámbitos que actualmente requieren mayor unión. Todavía es un reto la transformación de varios sectores económicos que puedan contabilizar mayores beneficios socioeconómicos en el aprovechamiento de la naturaleza de manera sostenible. Aún existen visiones desagregadas en cuanto a la conceptualización de las SbN. Actualmente, el concepto se encuentra muy sesgado hacia el sector Ambiente o con participación intersectorial pero siempre de manera parcializada a lo atinente en materia ambiental.

Dentro del concepto de las SbN, la principal característica es la generación de bienestar humano y el cierre de las brechas sociales que se nos presentan como restos país, dentro de un modelo sostenible en donde salgamos beneficiados todos, incluyendo la biodiversidad.

Esta tarea será imposible de abordar únicamente por el sector Ambiente, requiere interiorizar el concepto dentro del modelo económico nacional, todas las cadenas socio-productivas y calcular los reales beneficios sociales. Además de un intenso diálogo e intercambio sectorial público-privado, con el fin de enfocar la totalidad de los sectores en el modelo de desarrollo sostenible, planteando nuevas Soluciones basadas en la naturaleza, que urgen asumir de manera integral.

Referencias

- CONARE (2021). Sexto informe Estado de la región. Programa Estado de la Nación, Consejo Nacional de Rectores. <http://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/8115>
- Domínguez, R. León, M. Samaniego, J. Sunkel, O (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL*, Chile: CEPAL, N° 158 (LC/PUB.2019/18-P) Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf
- FONAFIFO (2021). Informe Visión de futuro para el desarrollo del sector ambiental forestal costarricense. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal.
- Mastrangelo, A. (2009). Análisis del concepto de recursos naturales en dos estudios de caso en Argentina. *Revista Ambiente e Sociedade*, 12 (2). <https://www.scielo.br/j/asoc/a/XgNdtP7KdZ3mRGMzyPyWz4M/?lang=es>
- Pascual, G. R., L. (2018), Una lectura crítica sobre el concepto de “extractivismo” en el marco de los procesos de acumulación. *Revista Trama*, 7 (2), 108 -117. <file:///C:/Users/Administrator/Downloads/10348.pdf>
- Rodríguez, H. (2019). Las civilizaciones antiguas ya arruinaban el planeta desde hace miles de años. *Nat Geo*. https://www.nationalgeographic.com/es/ciencia/civilizaciones-antiguas-ya-estaban-arruinando-planeta_14636
- UICN. (2016). Definición de soluciones basadas en la naturaleza, WCC-2016-Res-069-SP. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf



Coordinador Programa Nacional de Corredores Biológicos Sistema Nacional de Áreas de Conservación (jairo.sancho@sinac.go.cr)

Corredores biológicos de Costa Rica: estrategia de conservación participativa

Jairo Sancho Rodríguez



Costa Rica impulsa dos estrategias de conservación, la primera corresponde a las áreas silvestres protegidas que son administradas por el estado, que son patrimonio de todos los costarricenses y que representan cerca del 25 % de nuestro territorio. La segunda estrategia son los corredores biológicos, estrategia de conservación participativa, que incluye reservas privadas, paisajes productivos y ciudades, en donde la tenencia de la tierra está casi en su totalidad en manos privadas.

Es en estos paisajes donde se dan la mayor presión a la naturaleza y en las ciudades los espacios donde los conflictos entre las actividades humanas y la biodiversidad se han acentuado en los últimos años. Es así como desde los Corredores Biológicos y específicamente desde los CB interurbanos se contribuye a consolidar un modelo de Ciudad Verde, una que busca reducir la contaminación, promover la conservación mediante espacios naturales y parques urbanos para el disfrute de sus habitantes, la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Una Ciudad Verde donde los ciudadanos participen



Figura 1. Mapa de Corredores Biológicos y Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica (Fuente: SINAC, 2019).

del desarrollo de sus ciudades, de los Corredores Biológicos de las soluciones a los principales problemas urbanos.

Justamente por esto es por lo que la gestión de los Corredores Biológicos es realizada por los Comités Locales de Corredores Biológicos (CLCB), conformados por los actores locales interesados en mejorar las condiciones ambientales de sus territorios, de sus ciudades, comunidades y de sus hogares. Los corredores biológicos representan más del 38 % del territorio continental de nuestro país que junto al 25 % de las áreas protegidas representan más de un 60 % de nuestro país bajo estas dos estrategias de conservación.

Los CLCB son espacios de participación privados y multisectorial, que son establecidos para la gestión y consolidación de los Corredores Biológicos. Para garantizar la participación y representatividad, se fomenta la participación de actores claves como instituciones de gobierno, organizaciones de base, organizaciones no Gubernamentales, academia, gobiernos locales y

el sector privado, pero están abiertos a la participación de otros actores interesados presentes en el corredor biológicos.

Estos Comités Locales de Corredores Biológicos planifican y definen las actividades a desarrollar en sus Planes de Gestión para alcanzar los objetivos de conservación de su corredor biológico, fomentando la producción y el desarrollo económico bajo un modelo que permita la conectividad de las ASP, la conservación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Pero al tratar de explicar el impacto de los Corredores Biológicos sobre la conservación y el desarrollo del país y sus habitantes es necesario contestar a la siguiente pregunta: ¿Qué es un Corredor Biológico? Para dar respuesta a esta pregunta se necesita salir de la teoría, entender y reconocer el legado y tradición conservacionista de nuestro país y entender la forma costarricense de hacer las cosas, siendo así: *Un Corredor Biológicos es conservación*, es conectar áreas silvestres protegidas, es permitir el paso de fauna a través de paisajes productivos



Figura 2. Lapa Roja en el Corredor Biológico Paso de las Lapas. Fotografía: Jairo Sancho.



Figura 3. Arbolado urbano en el cantón de San José. Fotografía: GIZ, Costa Rica.

y ciudades. Es reconocer los esfuerzos y contribución de la conservación privada, la producción sostenible y las ciudades a la conservación de la biodiversidad. Es identificar y valorar los servicios de los ecosistemas, es la protección y conservación del agua y la riqueza étnica y cultural de nuestro país. Es realizar esfuerzos de restauración y rehabilitación de áreas degradadas, áreas de protección, paisajes productivos y ciudades, para conservar la biodiversidad y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Un Corredor Biológicos es Ciudad, es la trama verde que recorre las avenidas y parques de nuestras Ciudades, es un río urbano, un bosque urbano, es un refugio y descanso para especies migratorias, y hogar permanente para otras. Es un espacio donde el ser humano desarrolla sus principales actividades, donde vive y trabaja, donde se desplaza y recrea. Pero también lo hace la naturaleza en paredes verdes, en avenidas arboladas y en parques urbanos. Es donde se encuentra refugio en un día caluroso, o calma después de un

día difícil. Es detenerse a ver árbol, una flor, una mariposa en medio de la ciudad y olvidarse del ruido, de la gente, de la ciudad. Un Corredor Biológico es paz y calidad de vida, es una Ciudad Verde.

Un Corredor Biológico es participación, es permitir a los ciudadanos definir y dirigir las acciones de conservación en su comunidad. Es poder sentarse en una misma mesa con el SINAC, con la municipalidad y otros actores relevantes del corredor. Es defender sus opiniones e inquietudes sobre lo que consideran lo mejor, sobre los proyectos que se desarrollan en el corredor y poder estar de acuerdo o no. Es tener el espacio para ser escuchado y participar de la conservación y del desarrollo de su comunidad. Es saber que, desde sus jardines, sus huertos y casas pueden apoyar a la conservación de la biodiversidad y los servicios que nos brindan los ecosistemas.

Un Corredor Biológicos es educación ambiental, es trabajar con niños, jóvenes



Figura 4. Miembros de la comunidad ayudando en una actividad de liberación de tortugas marinas. Fotografía: Jairo Sancho.



Figura 5. Niños disfrutando de una actividad sobre fauna silvestre. Fotografía: Jairo Sancho.

y adultos, para cambiar percepciones y actitudes con respecto a su entorno. Es entender que se puede coexistir con una mariposa, con una abeja, con una serpiente, o con un mapache. Es salir de las aulas a los parques, de los libros al bosque. Es saber que un río evita inundaciones y no es un botadero y que la fauna silvestre también vive en las ciudades. Es entender que todos tenemos derecho de existir, de disfrutar de nuestros parques y jardines, de caminar y alimentarse en las zonas verdes, de saber que podemos vivir sin temor y con una actitud diferente hacia la naturaleza y la biodiversidad.

Un Corredor Biológico es producción, es generar oportunidades para el desarrollo de emprendimientos, es poder producir de forma diferente, incorporando la biodiversidad en sus fincas, es tratar de forma adecuada los residuos y ser más eficientes al producir, más económicos, es utilizar fuentes de energía alternativas, reduciendo emisiones y el impacto que estos tienen sobre los ecosistemas y la biodiversidad, es utilizar cercas vivas en lugar de postes y alambres, es utilizar el agua de lluvia, el



Figura 6. Parque eólico en el corredor biológico Lago Arenal Tenorio. Fotografía: Jairo Sancho.

viento, el sol, la biodiversidad para producir de forma diferente, de forma sostenible mediante negocios verdes.

Los Corredores Biológicos y su gestión contribuyen a la conservación y el desarrollo de nuestro país buscan soluciones para los principales problemas ambientales a los que nos enfrentamos como sociedad de una forma integral y desde las mismas comunidades. Son una solución basada en la naturaleza para la gestión integral del territorio, uniendo las voluntades de todos, no importa desde qué rol, función o sector mediante la participación en la gestión de CB siempre es una manera eficaz de contribuir con una Ciudad Verde.

Referencias

SINAC. (2019). *Mapa de Corredores Biológicos y Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica.*



Coordinador,
Departamento de
Catastro, Municipalidad
de Tibás (rcamacho@munitibas.go.cr)

Áreas públicas al servicio de las soluciones basadas en la naturaleza: el caso de la arborización urbana

Ronald Camacho Esquivel
Ingrid Sandoval Villalobos



Coordinadora,
Departamento de Gestión
Ambiental, Municipalidad
de Tibás (isandoval@munitibas.go.cr)



Los problemas ambientales que actualmente vive nuestra sociedad están estrechamente relacionados al crecimiento exponencial de las ciudades, el aumento de la temperatura, la urbanización descontrolada que se suma a inundaciones incluso con pequeñas lluvias que afectan a los centros urbanos, son complicaciones asociadas en su mayoría por la impermeabilización del suelo.

Estas problemáticas impulsan a los gobiernos locales hacia la búsqueda de respuestas efectivas y eficientes con el fin de solventarlas y mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Las soluciones basadas en la naturaleza (*SbN*) son aquellas que brindan mayores beneficios ambientales y menores impactos negativos para la resolución de problemáticas que perturben alguna comunidad particular, pudiendo tener alcances locales, regionales e incluso globales.

En el caso particular de la arborización urbana, que implica el establecimiento de árboles, arbustos o plantas en la ciudad, áreas intervenidas, habitadas, transitadas y que normalmente no se encuentran en su estado natural, es una de las *SbN* más conocidas y que ha tenido

repercusiones positivas en nuestras ciudades costarricenses.

Dentro del mundo de la arboricultura se dice que no existen árboles malos, sino mal ubicados. Evidente es que la instalación masiva de algunas especies de árboles en las orillas de carreteras, vías nacionales, cantonales e incluso parques, no se ha desarrollado bajo la mejor selección de especies, y lamentablemente algunas de las áreas no contaban con las características que los árboles requerían para su correcto desarrollo, provocando problemas de infraestructura,



Figura 1. Árbol ubicado al costado sur de la iglesia de Tibás, cerca de una caja de registro de aguas, raíces levantan adoquines y rompen cordón del caño, además limita paso por acera. Fotografía: Ingrid Sandoval Villalobos (2019).

funcionamiento de los espacios y de seguridad.

Es por lo dicho que las soluciones basadas en la naturaleza requieren de ciencia y técnica, es decir: precisan de criterios que ayuden a la toma de decisiones que garanticen posibilidades de éxito para las especies vegetales y su entorno, alejándose así, de decisiones basadas solamente en la velocidad de crecimiento de las especies o en elementos estéticos.

En Costa Rica, la arborización urbana es una disciplina aún incipiente. Hasta ahora, la práctica empírica, la prueba y el error, han venido orientando algunas de las respuestas que se requieren para la toma de estas decisiones. Sin embargo, organizaciones internacionales y algunas instituciones y profesionales costarricenses encargadas de estos procesos han realizado esfuerzos por cuidar la calidad, permanencia y el impacto de los proyectos urbanos de establecimiento de especies forestales. En nuestro país, la creación de la Asociación Costarricense de Arboricultura (ACRA), que viene a visibilizar la importancia de tecnificar la materia, es ejemplo de ello.

El establecimiento de los árboles no solamente requiere ciencia, sino también de entornos urbanos dispuestos para recibirlos, con las condiciones —no mínimas, sino idóneas— para que aquellos individuos establecidos puedan desarrollarse de la mejor forma y con esto conseguir los beneficios que la arborización pueda aportar a una ciudad. En esto es relevante el

rol que juegan los gobiernos locales, como principales administradores del territorio y de los espacios públicos.

Caso concreto es la Municipalidad de Tibás, que hace unos 5 años ha profesionalizado y mejorado las actividades de arborización en su mayoría bajo procesos de contratación administrativa y más recientemente con el apoyo del Fondo Ciudad Verde. En el cantón se han instalado más de 1 000 árboles, los cuales en su mayoría se han georreferenciado para su debido seguimiento.



Figura 2. Árbol establecido bajo contrato por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) para la Municipalidad de Tibás en el Barrio González Truque de Tibás en el año 2021. Fotografía: Ingrid Sandoval Villalobos (2021).

Estos procesos de contratación típicamente se realizan bajo la ejecución por contrato, siendo adjudicada la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), quien en conjunto con el gobierno local han intervenido más de 20 espacios públicos en la búsqueda de obtener beneficios ambientales. Entre estos beneficios destaca: la mejora de la conectividad verde, la cual crea puentes que permiten el tránsito de especies de avifauna, insectos y mamíferos pequeños dentro de las zonas verdes intervenidas y conectando con aquellas protegidas por la Ley Forestal No. 7575, así como con pequeños remanentes de otras áreas verdes no intervenidas en la ciudad; esto permite y facilita procesos de polinización, proveyendo de alimento para las especies polinizadoras. Otro beneficio es el aumento de sombra, que ofrece un descanso de las altas temperaturas producto del efecto albedo. También, la urbanización embellece las ciudades y aumenta la plusvalía de las propiedades, ofreciendo beneficios económicos, emocionales y psicológicos, al convertir estos espacios en áreas más confortables y agradables, dando pie al disfrute por parte de la población.

Durante el 2019-2021, se sumaron a las áreas intervenidas en los procesos de arborización urbana en el cantón de Tibás, las siguientes áreas públicas: Parques la Conguita, los Almendros, Jardines, Cuatro Reinas, Jerónimo, Villa Franca, Garabito, Llorente, y áreas públicas como el perímetro del Estadio Municipal, Perímetro del Cementerio Municipal de Tibás,

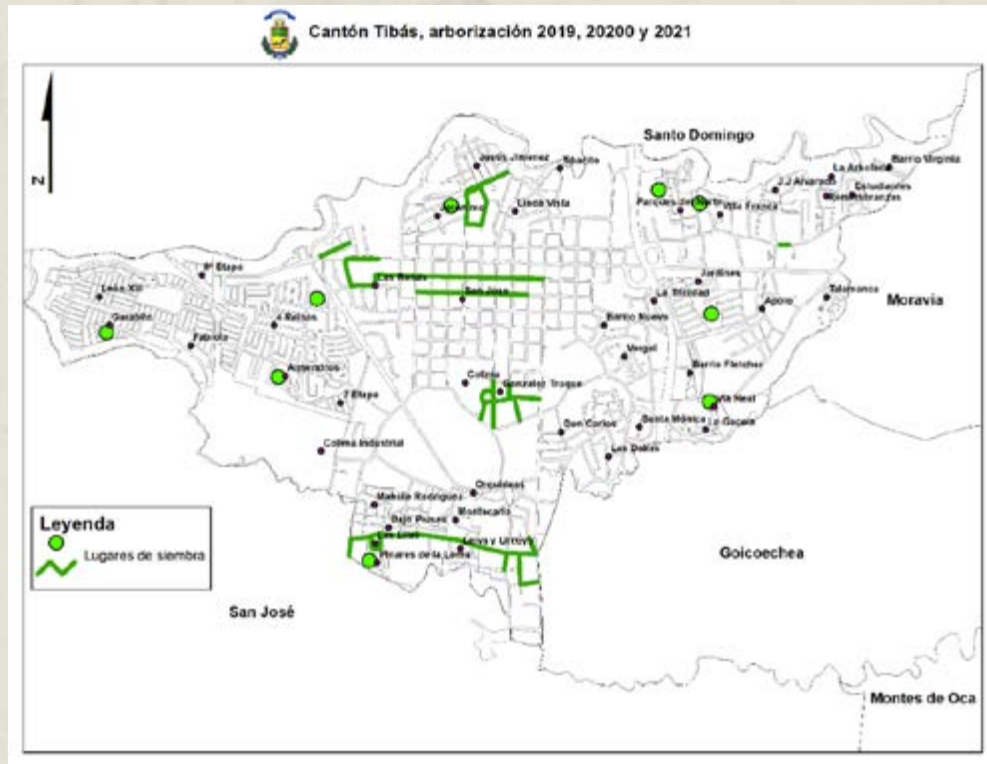


Figura 3. Ubicación de los procesos de arborización, durante el periodo 2019-2021.

Bulevar Jesús Jiménez, Bulevar de Asilo de Ancianos, aceras de la comunidad González Truque; y con el financiamiento del Fondo Ciudad Verde, el parque Pinares de la Loma y la ruta nacional 100 en Cinco Esquinas.

Dado que Tibás es un cantón 100 % urbano y, además, uno de los más densamente poblados del país, con escasas áreas verdes privadas no intervenidas y áreas públicas limitadas, es de suma importancia el aprovechamiento de cualquier área con potencial para arborizar, como las aceras de calles o avenidas; aunque lamentablemente estas no siempre cuentan con las características deseables para generar proyectos de este tipo. Entre

los principales obstáculos se encuentran: el tamaño de la acera que debe cumplir con los anchos mínimos dados por la Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad (No. 7600), la existencia de medidores, salidas de agua y cajas de registro, salidas de cocheras, señales de seguridad vial, presencia de postes y otros obstáculos, y la existencia de cableado eléctrico que limita aún más las posibles especies a considerar.

Aunque Costa Rica cuenta con legislación que permite intervenir espacios públicos y recuperarlos, en algunos casos los alcances de su aplicación no son claros, lo que limita su ejecución. Este no es el



Figura 4. Aceras intervenidas en los alrededores del Estadio Municipal de Tibás. Fotografía: Ingrid Sandoval Villalobos (2019).

caso de la Ley de Movilidad Peatonal No. 9976 aprobada en abril del 2021, donde se presenta la posibilidad de que sean las municipalidades quienes intervengan directamente en las aceras para beneficio de los transeúntes y demás usuarios, permitiendo incluso recuperar zonas verdes previamente impermeabilizadas y normalizar su diseño.

La renovación urbana, como parte de los principios existentes en la legislación mencionada anteriormente, se convierte en una de las principales herramientas que permitirán rehabilitar las aceras, y de paso convertirlas en espacios vivos que permitan a la naturaleza volver a los centros urbanos. El artículo 2, inciso c) de la Ley de Movilidad Peatonal, No. 9976 menciona la infraestructura verde, la cual se trata de todos aquellos espacios que permitan la introducción de flora dentro del ecosistema urbano, ya sean techos o paredes verdes, bulevares, azoteas arboladas u otros.

Con la finalidad de aplicar esta norma en las ciudades costarricenses, la ley

prevé que los municipios generen sus propios reglamentos cantonales que brinden el marco normativo local para el desarrollo de proyectos de renovación, con las características que proporcionen las condiciones de infraestructura idónea necesaria para el establecimiento de proyectos de arbolado, equilibrando las necesidades de las especies

forestales con las necesidades de construcción, reparación y mantenimiento de aceras, para establecer en ellas soluciones basadas en la naturaleza, como es la que brinda la arborización.

Además de los reglamentos municipales necesarios para aplicar la norma, los municipios deben formular proyectos concretos con sus distintas variables y alcances precisos, entregables bien definidos en áreas concretas a intervenir, con parámetros adecuados de accesibilidad y de posibilidad de plantación de árboles o arbustos.

Las limitaciones presupuestarias son por supuesto, una limitación para este tipo de proyectos, es por esto por lo que la Ley No. 9976 permite a los municipios para posibilitar la intervención de aceras, una tasa exclusiva para el mantenimiento, construcción y demás elementos necesarios para su funcionalidad. Esto permite a las municipalidades contar con los recursos para el desarrollo de proyectos de mejoramiento ambiental por su cuenta o por medio de contratos,

basados en soluciones basadas en la naturaleza (SbN), y que tengan un impacto positivo en la población. Con esto también se busca lograr la uniformidad del diseño de aceras en las localidades.

Otro elemento fundamental en este tipo de proyecto social es tener claridad en quiénes son las partes interesadas (*stakeholders*), es decir, todos los individuos u organizaciones que de alguna manera tendrán participación y serán impactadas. Esto es vital para el éxito de un proyecto tan ambicioso como este, donde todas ellas deben estar informadas y satisfechas con el trabajo a realizar y su producto final, dándoles el valor que cada uno merece en las distintas etapas, desde un involucramiento básico hasta una ejecución compleja.

Finalmente, todo ese trabajo en conjunto se debe documentar para que las lecciones aprendidas durante el planteamiento, formulación y puesta en marcha sirvan en la aplicación de proyectos similares en otros sectores. Esto permite alcanzar una especialización y generar una mejora continua en el proceso.

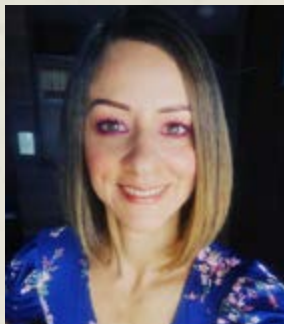
Los sistemas de información geográfica son herramientas clave que permiten el estudio del territorio, y conseguir el cruce de variables para la intervención con futuros proyectos. Así entonces, se logra un mayor impacto, dando prioridad a las zonas menos beneficiadas o con mayor potencial de intervención.

En los proyectos de arbolado dirigidos a la comunidad, es vital para su

apropiación, el involucramiento de las personas. Esto permite que ellas brinden cuidado a los árboles y demás infraestructura intervenida, haciéndolos parte de su vida y de su comunidad, y se logra que las generaciones futuras disfruten de los beneficios de una ciudad más sana que impacta de manera positiva la vida de toda la comunidad.

A modo de conclusión, los gobiernos locales deben volver la mirada a las carencias de las ciudades y sus habitantes. Esto permite una comprensión de cómo las soluciones basadas en la naturaleza pueden ser la clave para generar mayores beneficios con la menor cantidad de impactos negativos y muchas veces inclusive sin ellos, consiguiendo mejorar la habitabilidad de las comunidades y los entornos de los cuales disfrutaran sus habitantes.

La Ley de Movilidad Peatonal No. 9976 muestra una importante posibilidad de reglamentación por vía municipal. Se presenta como una oportunidad para la correcta intervención de las aceras, para garantizar en ellas no solo la accesibilidad para todos los usuarios, sino, áreas verdes suficientes, receptoras de especies arbóreas y arbustivas, capaces de brindarles un correcto desarrollo y estabilización para que soporten el estrés provocado por el ambiente urbano y permitiéndoles brindar de forma completa sus beneficios a los seres humanos y a todos los seres vivos que se sirvan de ellos para su refugio, alimentación, paso y descanso.



Proyecto Biodiver_City:
Establecimiento de
corredores biológicos
interurbanos, Cooperación
Alemana para el
desarrollo (GIZ)
([natalia.romeromora@
giz.de](mailto:natalia.romeromora@giz.de))



Proyecto Biodiver_City:
Establecimiento de
corredores biológicos
interurbanos, Cooperación
Alemana para el
desarrollo (GIZ)
([ana.alfarohernandez@
giz.de](mailto:ana.alfarohernandez@giz.de))

Guía y catálogo de soluciones basadas en la naturaleza: una herramienta para alcanzar ciudades verdes

Natalia Romero Mora
Ana Gabriela Alfaro Hernán-
dez



La disponibilidad de espacios verdes para la población influye significativamente en su bienestar, reflejado en la calidad de vida y la productividad de los habitantes (Estay et al., 2018). Por esta razón, es imprescindible fortalecer las capacidades de las personas al mando, para que tomen decisiones responsables y conscientes, que permitan la transformación de los centros urbanos en sitios más sostenibles.

La elaboración de la Guía y el catálogo de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), tuvo como principal propósito: crear una herramienta que plasmara los lineamientos y recomendaciones pertinentes para desarrollar ciudades verdes. Este, es uno de los productos que se desprenden del Proyecto Biodiver_City – Establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos, financiado por el Ministerio Federal del Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania y ejecutado por la Cooperación Alemana para el Desarrollo (GIZ) en conjunto con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

De acuerdo con la definición adoptada en el Congreso Mundial de la Naturaleza (UICN, 2016), las SbN “son acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios de la biodiversidad”. Mediante la adopción del concepto de SbN, la guía pretende ser un insumo técnico de trabajo que oriente la toma de decisiones en el sector político, económico y de la sociedad civil, en el ámbito del desarrollo urbano, la planificación urbana y las estrategias de sostenibilidad de la Gran Área Metropolitana (GAM).

Las SbN son aplicables en cualquier contexto, desde la restauración, protección y manejo de humedales que proveen prevención contra inundaciones, hasta la creación de espacios urbanos verdes o azules que mejoran la calidad de vida de las personas. Algunas características de las SbN son: dan lugar a una ganancia neta en términos de biodiversidad e integridad de los ecosistemas, son económicamente viables, se basan en procesos de gobernanza inclusivos, transparentes, y empoderan a los actores locales. Es por esta razón, que las SbN fomentan “los servicios ecosistémicos para fortalecer las condiciones de resiliencia de las comunidades y poblaciones. (...) Es una medida de adaptación costo-eficiente que apoya la protección de activos ante eventos peligrosos, la mitigación de impactos y la sostenibilidad de los recursos naturales”

(Decreto Ejecutivo No 42465 MOPT-MI-NAE-MIVAH, 2020).

El uso de la guía de SbN conduce hacia el desarrollo de ciudades más verdes, al proponer la implementación de medidas que potencian los servicios de los ecosistemas en cuatro categorías propuestas en la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) y retomado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021):

Servicios de apoyo: son los servicios necesarios para la producción de todos los demás SE, como la formación del suelo, la fotosíntesis y el ciclo de nutrientes. Sus dos grandes beneficios son: a. Brindar un hábitat para especies de flora y la fauna. b. Conservación de la diversidad genética.

Servicios de abastecimiento: son los beneficios materiales que las personas obtenemos de los ecosistemas, como: alimentos, materias primas (incluyendo madera y combustibles), agua dulce, recursos medicinales.

Servicios de regulación: son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, como: regulación del clima local y la calidad del aire, secuestro y almacenamiento de carbono, moderación de fenómenos extremos (incluyendo el control de las inundaciones), tratamiento de aguas residuales, prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo, polinización, control biológico de plagas, regulación de los flujos de agua.



Figura 1. Mariposa en un jardín de flores aptas para polinización. © GIZ

Servicios culturales: son los beneficios inmateriales que las personas obtenemos de los ecosistemas, por ejemplo: actividades de recreo y deporte, beneficios para la salud mental y física, turismo, apreciación estética y fuente de inspiración para la cultura, el arte y el diseño, experiencia espiritual y fortalecimiento del sentimiento de la pertenencia.

Paralelamente, se creó un *catálogo con 24 SbN* a escoger de acuerdo con las necesidades que se presenten. Estas se clasifican en fichas según el tipo de inmueble, caracterizándose por valorar y conservar los ecosistemas naturales, al tiempo que proporcionan servicios como la regulación de temperatura, protección del recurso hídrico, recuperación de paisajes, rehabilitación de suelos, entre otros, esenciales para las actividades productivas (Decreto Ejecutivo

No 42465 MOPT-MINAE-MIVAH, 2020).

De esta manera se encuentran soluciones de infraestructura verde (IV), como balcón vivo; banco de semillas; compost hueco y de tómbola, cuneta, feria y pared verde; hotel de insectos; huertas comunitarias; lombricultura; parklet; parque urbano; paso de fauna; restauración ecológica; techo verde; jardín botánico, colgante, de ma-

riposas, de polinización y en aceras. Por otra parte, se incluye de infraestructura azul (IA): biojardinera; jardín de lluvia; pavimento permeable y recolector de lluvia; relacionadas específicamente con los componentes y procesos de los cuales el agua forma parte (Magdaleno et al., 2018).

Para ejemplificar el uso de esta herramienta, el Cantón A será un modelo donde la municipalidad y diversos actores de la comunidad desean implementar una SbN para solucionar la inadecuada gestión de los residuos orgánicos en su territorio. Los residuos generados por su población causaban malos olores y dieron origen a plagas, que afectaban a los habitantes. De esta forma, recurren al Catálogo de SbN, identificando posibles soluciones a su problema al basarse en el servicio ecosistémico requerido: la descomposición de

materia orgánica o la habilitación del ciclo de nutrientes.

Al consultar las fichas de las SbN individuales, se selecciona como mejor opción el tratamiento de sus residuos orgánicos por medio del compostaje de lombricultura. La posterior lectura y consulta de la Guía de SbN le permite al Cantón A conocer los requisitos según el marco normativo, aspectos culturales y sociales a tomar en cuenta en la planificación de la intervención, trámites institucionales necesarios, y finalmente las opciones de financiamiento que les permita la implementación en campo, de la solución seleccionada. Gracias a las alianzas creadas con las entidades recomendadas por la guía y la ficha de SbN, obtienen mediante una donación el terreno necesario para el desarrollo del proyecto y se realizan alianzas con diferentes entidades dispuestas a brindar los materiales, el financiamiento, la capacitación y asesoría técnica necesarios a los habitantes que estén interesados en la iniciativa de producir lombricompost.

Otro ejemplo es el del Cantón B, como un modelo donde el gobierno municipal y diversos actores de la comunidad desean implementar una SbN. Al ser un cantón con pocas áreas verdes, un problema que atormentaba a su población fue la existencia de una isla de calor. Las altas temperaturas en aceras del cantón afectaban a los estudiantes de una escuela cercana. También se mostraba que el impacto de las temperaturas en las instalaciones y patios reducían el rendimiento

de los estudiantes a la hora de asistir a sus lecciones.

El gobierno municipal llama a la población a integrarse en un grupo de trabajo, dedicado a diseñar una solución, el cual se llamará Equipo B. Habiendo realizado los análisis y diagnósticos iniciales, el equipo consulta el Catálogo de SbN, identificando 3 posibles medidas para reducir el calor con viabilidad de ser implementados en el cantón: la creación de jardines en las aceras de las principales vías de tránsito, la sustitución del concreto de los parques públicos por áreas verdes para el descanso y la actividad física, y la restauración ecológica del área de protección de una quebrada que atraviesa el cantón. Gracias a la oportunidad de obtener un terreno baldío a un precio accesible, el Equipo B reconoce la oportunidad de además crear su propio jardín de mariposas para el disfrute de la población. Establece alianzas con diferentes entidades que donan las especies de flora adecuadas para los distintos proyectos. Las iniciativas llaman la atención de actores del sector privado, logrando el patrocinio de mobiliario e infraestructura para los 4 proyectos.

La implementación de soluciones como estas promueve la participación ciudadana, la gobernanza y la promoción de la salud, al poner a disposición espacios verdes de calidad social y ambiental, donde las personas pueden realizar actividades físicas y sociales, conectar con la naturaleza y sensibilizarse por la biodiversidad.



Figura 2. Jardines en aceras. © GIZ

Pese a que los ejemplos anteriores son ficticios, muestran en definitiva que esta herramienta puede ser utilizada por tomadores de decisiones de planificación urbana para impulsar medidas en función de los retos sociales y ambientales de la actualidad o futuros, apoyando a comunidades comprometidas con solventar las dificultades que enfrentan en sus territorios a través de la creación de ciudades más verdes.

Referencias

- Decreto Ejecutivo 42465 MOPT-MINAE-MIVAH de 2020. Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública. 20 de octubre de 2020. Sistema Costarricense de Información Jurídica. <https://www.pgrweb.go.cr>
- Estay, J. G., Crespo, J. E. Lagomarsino, M. y Peña, C. L. (2018). Salud mental y la sociedad abierta en la realidad actual: entre la Utopía de la Cordura y la Praxis de la Locura. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 23(83), 42–49. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1438531>
- Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). Ecosystems and human well-being. Washington, D.C: Island Press. <http://www.millenniumassessment.org/es/index.html>
- Magdaleno, F., Cortés, F. y Molina Martín, B. (noviembre de 2018). Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. *Ingeniería Civil* 191, 105-112. www.researchgate.net/publication/329831069
- Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). Servicios Ecosistémicos y Biodiversidad. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es>
- UICN [Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza]. (2016). Resolución 69 sobre la Definición de soluciones basadas en la naturaleza (WCC-2016-Res-069). Resoluciones, Recomendaciones y otras decisiones de la UICN. Congreso Mundial de la Naturaleza, Honolulu, Hawaii, Estados Unidos. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf



Unidad de Acción
Climática del CATIE
(christian.brenes@catie.ac.cr)

Atlas Verde: planificación territorial basada en datos de observación de la Tierra

Christian Brenes Pérez
Rebeca Brenes Roldán



Unidad de Acción
Climática del CATIE
(rebeca.brenes@catie.ac.cr)



El crecimiento urbano acelerado, unido a los cambios drásticos de los sistemas naturales dentro de las ciudades, impactan directamente la capacidad de enfrentar los retos climáticos y globales. Se requiere un cambio disruptivo en nuestra forma de crear y desarrollar la ciudad, dirigido a transformar los espacios urbanos y las formas en cómo nos relacionamos con estos (Wendling, 2018).

Este cambio debe incluir una nueva concepción del rol de los ecosistemas naturales urbanos como pieza fundamental para aumentar la resiliencia y salud urbana. Estos ecosistemas naturales urbanos son responsables de la calidad de vida urbana que se manifiesta a través de los beneficios que estos proveen, entre ellos: los servicios ecosistémicos urbanos de acceso al agua potable, aire puro, espacios recreativos, mejora en la salud física y mental, identidad cultural (Harting *et al.*, 2014; Wendling, 2018).

El nuevo concepto de desarrollo urbano debe incluir la identificación del acervo natural e identificar aquellos espacios donde se debe priorizar la restauración y recuperación de espacios naturales, por medio del desarrollo de

infraestructura azul-verde (IAV), adopción de soluciones basadas en la naturaleza (SbN), junto con herramientas tecnológicas que faciliten la toma de decisiones informadas y oportunas en la gestión territorial urbana (Wendling, 2018).

Las herramientas tecnológicas aplicadas en conjunto con sistemas de información geográfica, datos de sensores remotos e información de observación de la tierra dentro de la planificación territorial urbana, facilitan la detección y monitoreo temprano de los fenómenos y potenciales conflictos ambientales urbanos. Así, se puede relacionar de manera puntual la presencia de islas de calor con la ausencia o presencia de espacios verdes, población vulnerable (adultos mayores, escuelas, clínicas) y su relación con condiciones ambientales negativas, análisis de patrones de inundación y sequía, identificación de áreas prioritarias de restauración, fragmentación de los espacios verdes y espacios de mejora de la conectividad verde urbana, entre otros.

En este sentido, el Atlas Verde¹ (<https://www.atlasverde.org/>) es una herramienta

única en el país, diseñada para apoyar la toma de decisiones ambientales a nivel geográfico. Esta herramienta despliega información actualizada de los servicios ecosistémicos presentes en los 31 cantones que conforman el Gran Área Metropolitana (GAM) y los principales Corredores Biológicos Interurbanos (ríos Torres y María Aguilar). El Atlas Verde generó información geo espacialmente explícita sobre la presencia de infraestructura verde, islas de calor, biodiversidad, conectividad ecológica y uso o cobertura de la tierra.

La herramienta es de acceso gratuito, permite la generación de nueva información, sus datos se pueden descargar y manipular de manera independiente por el público interesado, permitiendo a su vez la generación de nueva información y gestar diferentes tipos de análisis por parte de los diferentes actores interesados.

El Atlas Verde consta de seis componentes temáticos: servicios ecosistémicos, biodiversidad, calentamiento urbano, infraestructura verde, uso y cobertura de la tierra y conectividad ecológica. Geográficamente cuenta con métricas de servicios ecosistémicos, mapas de uso y cobertura de la tierra, y modelos de conectividad funcional para los 31 cantones de la GAM. Los mapas de alta resolución espacial están reservados para los cantones de San José, Montes de Oca, Curridabat y la Unión, así como para los Corredores Biológicos Interurbanos María Aguilar, y Torres Reserva de la Biosfera.

El Atlas Verde permite abordar los temas de escala, gobernanza y metas

1 El Atlas de Servicios Ecosistémicos de la GAM es producto de la cooperación entre los Gobiernos de Alemania y Costa Rica en el marco del proyecto *Biodiver_City – Establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos* con el fin de promover el desarrollo urbano centrado en los beneficios de la naturaleza. El instrumento fue desarrollado por el CATIE, por encargo de la Cooperación alemana para el desarrollo GIZ, bajo una estrecha articulación con el MINAE, CENIGA, SINAC y con el apoyo técnico del Instituto de Estudios Ambientales Helmholtz, UFZ; a todos ellos les agradecemos por sus diversos apoyos en las diferentes etapas del desarrollo.



Figura 1. Información disponible en el Atlas Verde con respecto a islas de calor.

específicas para cada ciudad o municipio y su adecuado seguimiento, al permitir relacionar diferentes variables sociales, económicas y ambientales a un punto geográfico en particular y por tanto facilitar la toma de decisiones. Además, permite establecer una línea base de partida, que sirve de referencia para la comparación a futuro, por medio de la generación de información específica, estadísticos e indicadores que facultan monitorear las metas nacionales y cantonales de ciudad verde.

El Atlas Verde busca que los datos estadísticos e indicadores sean la base para la toma de decisiones y la definición de líneas de acción política a desarrollar por parte los gobiernos locales y otras partes

interesadas, que incluye Instituciones de gobierno, sociedad civil, empresa privada, ONG, asociaciones de desarrollo, academia, entre otros. De esta manera, el Atlas Verde está dirigido a fortalecer la toma de decisiones junto con el involucramiento de los diferentes sectores de la sociedad.

En el tercer trimestre del 2021 se empezará a desarrollar la versión 2.0 del Atlas Verde, con lo cual se estará ampliando la cobertura territorial de los mapas de infraestructura verde a los 31 cantones que componen la GAM y generando indicadores específicos para monitorear las metas de Ciudad Verde a nivel urbano. Esto mapas tendrán un mayor nivel de detalle (resolución espacial) con

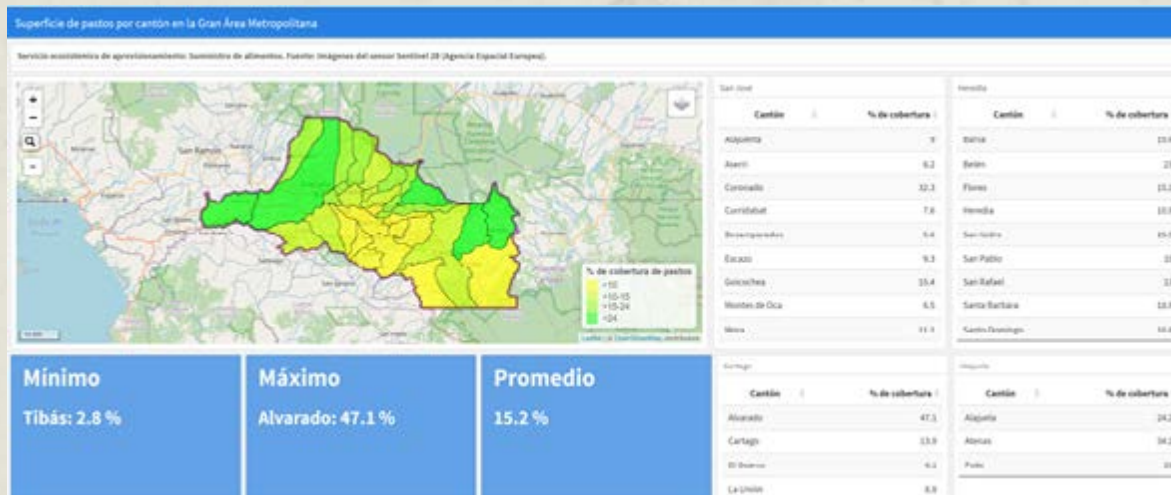


Figura 2. Ejemplo de análisis sobre servicios ecosistémicos disponible desde el Atlas Verde.

lo que adicionalmente se podrá actualizar también todo el conjunto de métricas sobre servicios ecosistémicos urbanos expuestos en la primera versión del Atlas. Asimismo, se espera que esta nueva plataforma tenga herramientas de consulta y análisis que permitan una mejor experiencia de interacción con el usuario y un análisis directamente desde la plataforma digital del Atlas.

Esta nueva versión de Atlas Verde es construida de manera conjunta con las municipalidades de la GAM, considerando que es fundamental la integración de las personas tomadoras de decisiones en el desarrollo de este tipo de herramientas tecnológicas y asegurando de esta forma el éxito de su implementación a futuro. Este nuevo desarrollo tendrá un componente de selección de indicadores para el monitoreo a corto, mediano y largo plazo de las metas de Ciudad Verde y capacitación en técnicas de teledetección y sistemas de

información geográfica, esto con el fin que puedan apoyar en el proceso de elaboración y construcción de los productos cartográficos y derivación de los indicadores de servicios ecosistémicos a nivel cantonal.

Referencias

Furberg, D., Ban Y. & Mörtberg U. (2020). Monitoring Urban Green Infrastructure Changes and Impact on Habitat Connectivity Using High-Resolution Satellite Data. *Remote Sensing*, 12(18), 3072. <https://doi.org/10.3390/rs12183072>

Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014) Nature and health. *Annual Review of Public Health, Health*, 35, 207–228. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>

Wending, L. A., Huovila, A., zu Castell-Rüdenhausen, M., Hukkalainen, M., & Airaksinen, M. (2018). Benchmarking Nature-Based Solution and Smart City Assessment Schemes Against the Sustainable Development Goal Indicator Framework. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 69. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00069>



Bióloga Tropical,
orientada a la Ecología
Urbana. Programa de
Cuencas Hidrográficas.
Municipalidad de San
José ([cuencas.msj@
gmail.com](mailto:cuencas.msj@gmail.com))

Avifauna del Corredor Biológico Interurbano Río Torres Reserva de la Biosfera: estrategia basada en la naturaleza para traer la calidad del bosque a la ciudad

..... || Danny Valle-Hidalgo ||



Desde la década de 1970, la Municipalidad de San José ha gestionado sus áreas verdes con el fin de aportar un componente paisajístico a la ciudad. Con el pasar de los años y ante los efectos negativos del cambio climático, se ha abordado de forma más técnica el patrimonio verde de la ciudad, para proporcionar espacios accesibles, saludables y frescos para el disfrute de las personas. El cantón de San José tiene una extensión de 44.62 km², el 23.6 % son áreas verdes (10.5 km²), de las cuales el 65 % (6.8 km²) corresponden a áreas en estado de sucesión ecológica ([Observatorio Municipal, 2014](#)).

Con la creación del Programa de Cuencas Hidrográficas, en el año 2011, y por medio de alianzas interinstitucionales, se oficializa ante el Programa Nacional de Corredores Biológicos, el Corredor Biológico Interurbano Río Torres Reserva de la Biosfera (CBIRT-RB), y desde entonces el Programa de Cuencas inicia la intervención de sus espacios degradados a través de limpieza de residuos sólidos, chapias y plantaciones anuales con especies seleccionadas, nativas en su mayoría, que aportan beneficios ecológicos a

la fauna silvestre urbana, al control de la erosión, a la regulación del flujo de agua, entre otros.

Se empieza también a investigar a las aves urbanas, ya que según [Zuria et al. \(2012\)](#), estas “conforman comunidades complejas a lo largo de las zonas urbanas y son sensibles a cambios en la estructura y composición de sus hábitats”. Son fundamentales en la polinización y en dispersión de semillas, favoreciendo la rehabilitación del bosque urbano. En el 2013, se determinó la línea base, tanto de especies residentes como migratorias, con miras a medir la efectividad y funcionalidad de este grupo, en los procesos de restauración del bosque urbano.

El CBIRT-RB se ubica en la microcuenca del río Torres, el cual discurre por cuatro cantones del Gran Área Metropolitana: Goicoechea, Tibás, Montes de Oca y San José. Este corredor presenta tres zonas de vida a lo largo de sus 26 km: bosque húmedo de premontano, bosque muy húmedo de premontano, y bosque muy húmedo de montano bajo ([Holdrige, 1982](#)), poseyendo variedad en temperatura y precipitación, favoreciendo la presencia de diversas coberturas vegetales y hábitats.

Para este artículo, se comparan los datos del 2013 con el 2021, en 7 puntos distribuidos en las zonas baja y alta del corredor. Los monitoreos se llevaron a cabo dos veces al año (coincidiendo con las épocas de migración de otoño y de primavera), desde las 7:00 a.m. hasta las 11:30 a.m., aproximadamente. Se combinaron

los métodos de *conteo por puntos* y *búsqueda intensiva*, utilizando binoculares marca Bushnell, guías de aves de Costa Rica (digital), así como las aplicaciones para celular *Merlin* y *eBird*. Se identificaron las especies, tanto residentes como migratorias, observadas o escuchadas, las cuales se registraron para levantar una base de datos en formato digital.



Capulinero colilargo (*Ptiliogonys caudatus*). Fotografía: Jesús Quesada.

Los puntos seleccionados mostraron coberturas que favorecían la dinámica de especies más generalistas que especialistas. Algunos puntos cuentan con diferentes estratos producto de regeneración natural pasiva, otros presentaban especies vegetales seleccionadas, provenientes de los procesos de arborización, con estratos mínimos o ausentes.

Los puntos en bosque de galería fueron los sitios más diversos en cuanto a cobertura vegetal en todos los estratos. La parte alta abunda en plantas, arbustos, árboles de distintas especies y

alturas, cubiertos de musgo, epífitas, bromelias y lianas, incluso conservan especies del bosque original que representan. La parte baja, aunque más alterada, presentó distintos estratos arbustivos desde el borde del río, con malezas, arbustos y árboles, una composición florística típica de un ecosistema con mayor temperatura y menos humedad. Ambos puntos se encuentran medianamente conservados debido a la topografía del terreno —con alta pendiente y de tipo cañón— y por el respeto al retiro que por ley requieren las áreas de protección.

Cuadro 1. Categorización de los puntos de muestreo de aves del CBIRT-RB, 2013 y 2021.

ID	Punto	Tipo de cobertura	Ubicación	Algunas especies vegetales
1	Los Conejos	<i>Área de protección en proceso de rehabilitación ecológica:</i> Inicialmente degradada, y cubierta de zacate elefante	Parte baja	Zacate elefante, roble sabana, corteza amarilla, guachipelín, targuá, uruca.
2	Parque El Café	<i>Parque urbano</i> con diversa cantidad de árboles.	Parte baja	Higuerón, guaba, guana-caste, roble de sabana, uruca.
3	Plaza Uruca	<i>Cafetal con sombra.</i> Abandonado y con procesos de sucesión natural pasiva.	Parte baja	Bijarro, café, guaba, poró, uruca, zacate elefante.
4	EBI	<i>Bosque de galería y cuerpo de agua.</i> Incluye procesos de rehabilitación ecológica y conservación del bosque alterado, en sucesión secundaria pasiva.	Parte baja	Guayabón de montaña, madero negro güitite, indio desnudo, roble sabana, guarumo, sota-caballo, guachipelín, manteco.

ID	Punto	Tipo de cobertura	Ubicación	Algunas especies vegetales
5	Residencial Heliconias	<i>Parque urbano.</i> Con diversa cantidad de árboles y bordeado de sotobosque.	Parte alta	Aguacatillos, heliconias, mango, guachipelín, jocote, guarumo, vainillo, güitite, targuá.
6	El Yas	<i>Bosque de galería.</i> En estado de sucesión secundaria madura, y conservación de especies arbóreas originales del bosque primario degradado.	Parte alta	Aguacatillo (yas), lengua de vaca, poró, burío, higuito, ortiga.
7	Karpinsky	<i>Cafetal con sombra</i> en uso, con árboles aislados y pequeño fragmento de bosque de galería muy alterado.	Parte alta	Café, jocote, higuito, targuá, aguacatillo.



Reinita verdilla (*Leiothlypis peregrina*). Fotografía: Jesús Quesada.

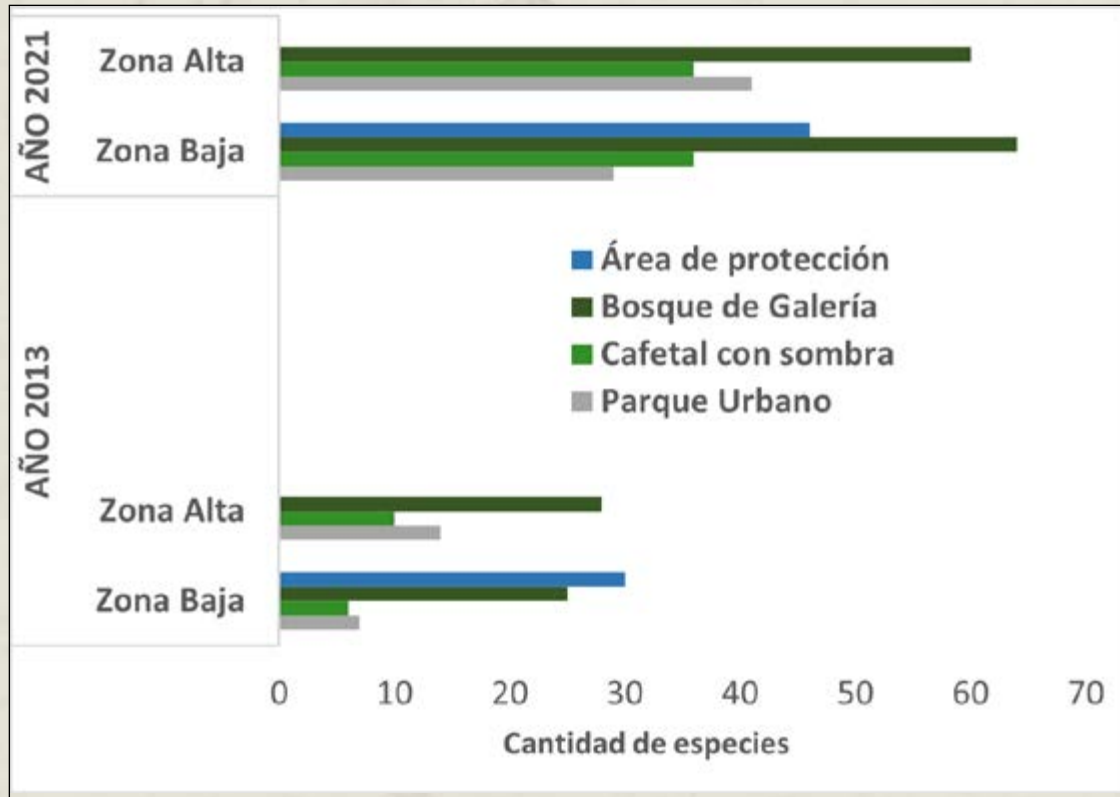


Figura 1. Comparación de la cantidad de especies registradas en los años 2013-2021, CBIRT-RB.

En los conteos realizados en el 2013 se registraron 71 especies de aves representadas en 25 familias. El área de protección en proceso de rehabilitación ecológica fue el que más especies registró, mientras los puntos en cafetal con sombra fue el que menos especies mostró. Para el 2021 se dan aumentos en la presencia de especies, a 146, representadas por 36 familias. Los bosques de galería es el que más especies registra (n=100). En la parte baja, el bosque de galería de EBI (n=66), mientras que, en la parte alta, el bosque de galería El Yas presentó 60 especies. Interesantemente, todas las

especies de aves acuáticas se observaron solamente en EBI, 15 especies en total. En la parte alta, El Yas también presentó especies únicas en la zona, entre ellos: el pincha flor plumizo (*Diglossa plumbea*), el colibrí estrellita gorgimorada (*Philodice bryantae*), el colibrí chispita gorginaranja (*Selasphorus scintilla*) y el capulinerero colilargo (*Ptiliogonys caudatus*). Los puntos que menos especies de aves registraron fueron El Café en la parte baja (n=30) y Karpinsky en la parte alta con 36 especies (Figura 1).

Si comparamos la parte baja con la parte alta en cantidad de especies

registradas hasta el momento, no hay diferencia, 100 y 99 especies respectivamente; sin embargo, en ambas zonas hubo diferencias en cuanto a la comunidad avifaunística.

Seis especies se observaron en todos los puntos: la reinita verdilla (*Leiothlypis peregrina*), el carpintero de hoffmann (*Melanerpes hoffmannii*), la paloma piquirroja (*Patagioenas flavirostris*), la viuda (*Thraupis episcopus*), el yigüirro (*Turdus grayi*), y el tirano tropical (*Tyrannus melancholicus*), todos estos catalogados como especies generalistas con amplia plasticidad ecológica.

A nivel general esto representa 15.8 % del total de especies registradas para Costa Rica. De estas, 111 especies son residentes y 35 son especies migratorias (**Figura 2**). Dentro de las especies residentes, 12 especies poseen población migratoria, y 8 especies son endémicas para Costa Rica, y el oeste de Panamá.

El monitoreo de aves en el CBIRT-RB confirma la enorme plasticidad ecológica y dinámica que poseen las aves urbanas para interactuar en hábitat degradado en mayor o menor grado. El bosque de galería, al desarrollarse a lo largo de cuerpos de agua, es característico de ser *siempre verde* y posee, normalmente, una buena composición florística y varios niveles de estratificación, esto hace que sea un punto estratégico para el resguardo, conservación y protección de la fauna silvestre urbana. Estos sitios ofrecen mayores recursos para refugio, percha, anidación y

opciones alimenticias, por lo que son prioritarios para la conectividad estructural del corredor. Es desde los fragmentos mejor conservados donde debe procurarse la restauración del ecosistema, tomando con alto valor árboles aislados, cercas vivas, y pequeños charrales aledaños, en donde las aves serán dispersoras de semillas, polinización y colonización de las matrices cercanas, tal como lo menciona Estrada & Sánchez (2011).

Los puntos en el bosque de galería si bien poseen diversos estratos arbustivos, son fragmentos relativamente pequeños, rodeados de una matriz bastante degradada que poseen nula vegetación o pocos árboles aislados. A pesar de eso, son pequeños oasis indispensables para conservar la biodiversidad del corredor; su expansión e impacto a la matriz circundante es hacia donde deben ir los esfuerzos de conectividad del CBIRT-RB. Algunas de las especies de aves observadas en este pequeño parche de altura, no se observaron en otro tipo de cobertura; el bosque de galería en la zona alta al ser

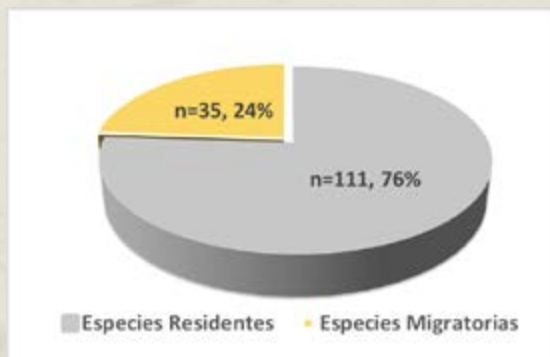


Figura 2. Distribución de las especies de aves presentes en el CBIRT-RB, 2013-2021.



Tangara veranera (Piranga rubra). Fotografía: Danny Valle.

un relicto del bosque original debe ser tomado como un *hotspot* para la conservación del CBIRT-RB, ya que además de ser un punto de refugio para otras especies, resguarda aves, incluso endémicas, ausentes hasta el momento en otro tipo de cobertura como: el colibrí estrellita gorgimorada, el colibrí chispita gorginaranja y el capulínero colilargo; que si bien no son especies catalogadas estrictamente especialistas, al parecer sí requieren una cobertura con mayor composición florística,

y un ambiente con menor temperatura y mayor humedad.

La diferencia en cuanto a la comunidad avifaunística del bosque de galería entre la parte baja y alta, está marcada por el tipo de vegetación. Las características del bosque ripario en EBI lo define como un punto vital para las aves acuáticas, con un cauce amplio de corriente tranquila, con diferentes profundidades, siendo el ambiente preferido para patos migratorios, y con playón que favorece el crecimiento de gramíneas para refugio

y forrajeo de otras. El resto de las aves acuáticas buscan sus presas entre rocas y troncos a poca profundidad, y usan la vegetación ribereña como percha de descanso, refugio, anidación e interacción. Muchas de estas aves se desplazan grandes distancias buscando espejos de agua donde pernoctar. La dinámica del resto de aves residentes y migratorias, y otros requerimientos de hábitats fueron muy buenos, lo cual demuestra que las aves urbanas en su capacidad de adaptación prefieren los fragmentos de bosque de galería, y se observó que, aunque el cauce esté muy contaminado, si posee vegetación en distintos niveles de estratificación, los cuales son sitios muy usados por las de aves.

Los cafetales con sombra también tienen su importancia. según [Estrada & Sánchez \(2011\)](#), los árboles utilizados en estos espacios son reservorios y núcleos de propagación para las plantas epífitas, son perchas de descanso y refugio para fauna mientras se desplazan entre fragmentos; además, durante los periodos de migración de aves, espacios como estos, representan un lugar de descanso obligado, necesario para alimentarse y seguir luego su ruta migratoria.

Asimismo, los parques urbanos demostraron ser puntos estratégicos de refugio para aves residentes y migratorias, tolerantes a altos niveles de perturbación y ruido en su necesidad por alimentarse y descansar. Según [Zuria et al. \(2012\)](#), en las ciudades las aves responden a la composición y estructura de la vegetación

y, en general, las áreas urbanas que conservan mayor cantidad de plantas nativas son aquellas que tendrán una mayor riqueza de especies de aves. Si queremos que los parques urbanos sean frecuentados por una mayor diversidad de aves, éstos deben ofrecer una buena oferta alimenticia y composición florística, reforzado por [Morales-Cerdas et al. \(2018\)](#). De ahí la importancia que tiene la arborización urbana bien planificada, con prioridad en las especies nativas, que ofrezcan variedad en estratos, entre plantas con flores, arbustos y árboles de distintos portes cuando el espacio lo permita. Un parque urbano, cuanto más diverso en su composición florística y niveles de estratos, mayor dinámica de aves tendrá, proporcionando un beneficio no solo para este grupo, sino también para el ser humano, quien será beneficiado por los demás servicios ecosistémicos como la belleza paisajística, el reciclaje de nutrientes, la infiltración hídrica, la purificación del aire, el disfrute de un microclima más frescos entre otros.

Finalmente, se presentan una serie de recomendaciones: a) basados en la ya demostrada importancia del grupo avifaunístico en los procesos de recuperación del bosque, las personas tomadoras de decisiones deberían priorizar la elección de especies vegetales con alta importancia ecológica, tomando las aves como aliadas que, con su capacidad para interactuar en espacios pequeños, y colonizar diferentes tipos de ecosistemas pueden dispersar

semillas y polinizar flores; b) los procesos de arborización urbana y rehabilitación ecológica deberían tener como meta el unir matrices en fragmentos degradados, aportando las características básicas para que sean ecológicamente funcionales y similares al bosque de galería que las circunda; c) es fundamental que las ciudades adopten su trama verde como patrimonio natural, de modo que sea una herramienta fundamental para afrontar los desafíos del cambio climático, potenciando el bosque urbano, como proveedor de diversos servicios ecosistémicos; d) tomar en cuenta el resto de los organismos vivos como estrategia basada en la naturaleza para traer la calidad del bosque a la ciudad, valorando su papel en procesos biológicos como dispensadores de semillas, polinizadores de flores, atractivo turístico, y demás aportes en los hábitats urbanos; e) tener presente que los bosques urbanos al estar tan degradados y reducidos a pequeños relictos a orillas de los cuerpos de agua, dependen de la comunidad avifaunística para recuperar en algún grado la diversidad que tenían, asimismo, las aves como el resto de los grupos faunísticos dependen de esos pequeños hábitats urbanos para desarrollarse.

Referencias


- Estrada, A. & Sanchez, J. (2011). Árboles y arbustos de importancia para las aves del Valle Central de Costa Rica. INBIO, Heredia, Costa Rica.
- Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zona de vida. Trad. del inglés por Jiménez, H. Segunda reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 216 p.
- Morales-Cerdas, V., Piedra Castro, L., Romero, M. & Bermúdez, T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Rev. Biología. Tropical*, Vol.66, No.4, San José. Recuperado de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442018000401421&script=sci_arttext. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32258>
- Observatorio Municipal (2014). Áreas Verdes, Deportivas y Recreativas del Cantón de San José, Identificación y Clasificación. https://www.msj.go.cr/MSJ/Municipalidad/Observatorio_SanJoseenCifras/Categorizaci%C3%B3n%20de%20C3%A1reas%20verdes%202014/Doc_%C3%A1reas%20verdes_defintivo_10_11_14%20-%20.pdf
- Zuria, I., Carbó, P. & Gómez, L. (2012). La Ecología Urbana Aplicada al Estudio de las Aves. Centro de Investigaciones Biológicas, Área Académica de Biología. *Herreriana, Revista de Divulgación de la Ciencia*, 8(1), 3-6. https://www.researchgate.net/publication/233379621_La_ecologia_urbana_aplicada_al_estudio_de_las_aves



Líder de grupo de investigación y profesor en la Universidad Técnica de Darmstadt (hack@geo.tu-darmstadt.de)

Soluciones basadas en la naturaleza para la restauración de ríos en áreas metropolitanas: El proyecto Visión Urbana del Agua en la cuenca Quebrada Seca-Río Burío, Costa Rica

..... || **Jochen Hack**

 Además del propio proceso de urbanización, la actual crisis climática y medioambiental resulta en diversos retos para las ciudades y sus habitantes. En tiempos pasados, los ríos eran el requisito principal para la fundación de asentamientos grandes, ya que suministraban agua potable, permitían la continua producción agrícola y proporcionaban la vía para el comercio. Con el desarrollo de las ciudades, los ríos han sido transformados aún más por el ser humano, por ejemplo, para aumentar su función como drenaje, receptor de residuos o para producir energía (Brown et al., 2009). Estas transformaciones han provocado efectos ecológicos no deseados a lo largo del tiempo, como el aumento de la erosión, la disminución y la contaminación de los recursos hídricos, el aumento de la probabilidad y magnitud de inundación, la disminución de la pesca y la biodiversidad en general, así como la pérdida de la estética y las funciones recreativas (Sabater et al., 2018). En consecuencia, los ríos son uno de los ecosistemas más afectados dentro de las ciudades. Lo anterior dificulta su adaptación a los cambios en el régimen fluvial y de inundaciones

debido a la crisis climática y ecológica (Pletterbauer et al., 2018). Hoy en día, la contaminación, la eutrofización, la salinización, la falta de tratamiento de las aguas residuales y la escasez de agua limpia constituyen grandes desafíos en las ciudades (Haase, 2015), con enormes impactos en la salud, el bienestar y los altos costos económicos para mantener la calidad de vida de las personas (Vörösmarty et al., 2010). Especialmente en las ciudades grandes del Sur Global, existe una forma insostenible de utilizar los recursos hídricos (Niemczynowicz, 2009), aunque los ríos a menudo representan los únicos ecosistemas restantes que proporcionan hábitat y servicios ecosistémicos dentro de las ciudades (Hack et al., 2020; Hack, 2021).

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) se consideran como medidas prometedoras para enfrentar problemas socio-ecológicos como la degradación de ríos debido a procesos de urbanización. Las SbN son “son acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad” (UICN, 2016). El término se utiliza como un paraguas de conceptos existentes como, por ejemplo, restauración ecológica, ingeniería ecológica, infraestructura verde y azul, gestión o adaptación basada en los ecosistemas, reducción del riesgo

de desastres basada en los ecosistemas o construcción con la naturaleza.

Las SbN para la restauración de los ríos en respuesta a estos retos pueden distinguirse en medidas aplicadas dentro del corredor fluvial (en el cauce y las riberas del río) y medidas aplicadas en la cuenca hídrica (fuera del corredor fluvial, en toda el área de drenaje). Especialmente en las cuencas fuertemente urbanizadas, el restablecimiento de un balance hídrico más natural es necesario para lograr regímenes de caudales de ríos (reducción de los volúmenes de escorrentía y de los caudales máximos, aumento de los caudales base) que sean similares a un estado anterior al desarrollo (Walsh et al., 2005). Esto implica medidas que aumentan la retención, infiltración y evapotranspiración para reducir la escorrentía superficial a través de la reducción del sellado de la superficie, la introducción de vegetación, espacios de almacenamiento de agua y superficies permeables (Collentine y Futter, 2018). Los conceptos comunes que apoyan el restablecimiento de un balance hídrico y regímenes de caudales más naturales son el diseño urbano sensible al agua, las infraestructuras verdes urbanas, los sistemas de drenaje urbano sostenible o el desarrollo de bajo impacto. Además de estas medidas destinadas a un cambio hidrológico cuantitativo, también es necesario mejorar la escorrentía de las zonas urbanas desde el punto de vista cualitativo. No todas las medidas que mejoran los aspectos cuantitativos del balance hídrico urbano tienen también un

impacto cualitativo. Las medidas deben ser diseñadas específicamente para tener un impacto positivo en la calidad del agua. Para mejorar la calidad de la escorrentía antes de que se infiltre en el suelo o se descargue en un cuerpo de agua se utilizan diferentes sistemas de filtración y de vegetación como la SbN. Además de las SbN en el área de drenaje de un río, las medidas dentro del corredor fluvial son esenciales para la restauración de los ríos en las zonas urbanas. Estas medidas están relacionadas con el restablecimiento de la conectividad longitudinal y lateral —por ejemplo, mediante la eliminación de presas, el establecimiento de pasos para peces o la reconexión de llanuras de inundación—, así como con una mejora general de la morfología y las comunidades ecológicas de los ríos y sus corredores. Las SbN son a menudo más beneficiosas que las soluciones puramente técnicas, ya que minimizan los efectos secundarios negativos y, en su lugar, crean cobeneficios para las personas y la naturaleza (UICN, 2016), ya que pueden servir para diferentes propósitos (multifuncionalidad) y repercutir en varios retos, como la regulación del clima, la conservación de la biodiversidad, la mejora de la seguridad alimentaria y la mejora del bienestar común (Watkins et al., 2019). Además, las SbN se consideran importantes para combatir el cambio climático, salvaguardar la biodiversidad, avanzar en la restauración de los ecosistemas y permitir una recuperación ecológica tras la pandemia de SARS-COV-2 (Albert et al., 2021).

Mediante un proyecto de investigación transdisciplinaria *Visión Urbana del Agua* (SEE-URBAN-WATER en inglés) financiado por 5 años por el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania se promueve la implementación de las SbN como prototipos en un laboratorio del mundo real en la Gran Área Metropolitana (GAM) de San José, Costa Rica (SEE-URBAN-WATER, 2021; www.tu-darmstadt.de/see-urban-water). El laboratorio del mundo real proporciona un espacio físico y un contexto socioeconómico representativo para probar las SbN que resultan de un proceso participativo y cooperativo de planificación y diseño. Sirve para la generación conjunta de conocimientos y la síntesis, así como una base para la transferencia de conocimientos y la ampliación de las SbN ya probadas. El proyecto se inició en 2018 seleccionando la cuenca Quebrada Seca-Río Burío, una cuenca altamente urbanizada de la GAM con graves problemas de inundaciones urbanas, contaminación y degradación de los ríos (Neumann y Hack, 2020). Esta cuenca forma parte de la cuenca del río Tárcoles, el cual drena la mayor parte de la GAM. Es de especial importancia política ya que la Corte Constitucional de Costa Rica ordenó a las municipalidades y otras instituciones relevantes que consideraran estrictamente la mitigación de las inundaciones urbanas y la restauración de los ríos en el futuro desarrollo urbano.

Con el fin de seleccionar un vecindario residencial representativo como laboratorio del mundo real para el estudio



Figura 1. Vista aérea de la parte baja del laboratorio del mundo real del proyecto Visión Urbana del Agua: Zona residencial limitando con el río Quebrada Seca-Río Burío en el distrito Llorente, Municipio de Flores, Costa Rica. (Fuente: SEE-URBAN-WATER)

detallado del potencial de implementación de las SbN y la implementación de prototipos, se pidió a las cinco municipalidades que comparten la cuenca (Barva, San Rafael, Heredia, Flores y Belén) que presentaran en un proceso participativo propuestas de SbN potenciales para los sitios de restauración del río, incluyendo especificaciones sobre el tipo de SbN. Sobre la base de la calidad de la propuesta, el interés y el apoyo garantizado por la municipalidad para apoyar

la implementación de prototipos, se estableció un laboratorio del mundo real en el Distrito de Llorente del Municipio de Flores (Chapa et al., 2020).

El laboratorio del mundo real representa una zona residencial ya urbanizada de 25 hectáreas con unos 2 500 habitantes, en su mayoría hogares de bajos ingresos con menos de 175 dólares al mes (Figura 1). Por lo tanto, se persigue un reequipamiento con SbN como adaptación de la infraestructura existente y

usos alternativos del espacio público. Con un enfoque participativo de codiseño, se pretendía el desarrollo de prototipos de SbN adaptados al contexto y el establecimiento de una visión compartida para la transformación sostenible. La evaluación inicial del potencial de las SbN urbanas, basada en una serie de trabajos de campo, consistió en cuatro pasos: (1) un análisis detallado del emplazamiento y un proceso de codiseño que incluía consultas a los líderes de la comunidad local, mercadillos, talleres con los residentes y entrevistas que condujeron a la identificación de tipos adecuados de SbN, ubicaciones y dimensiones generales, así como aspectos de diseño vegetativo; (2) El establecimiento de criterios de diseño y estrategias de colocación para lograr un alto grado de multifuncionalidad; (3) El desarrollo de tipologías espaciales basadas en la red vial y en las características de los espacios públicos disponibles que permitan la ampliación mediante la réplica de las SbN en otras áreas de la cuenca con características espaciales similares, es decir, un potencial de aplicación de las SbN similar, como el espacio público disponible y los patrones de uso del suelo. Y, basándose en los pasos anteriores, (4) una evaluación de la idoneidad espacial de los elementos de las SbN para revelar el potencial específico de implementación de las Sb004E en el laboratorio del mundo real (Fluhrer et al., 2021).

Los resultados de esta evaluación permitieron elaborar un modelo hidrológico

detallado de alta resolución sobre el efecto de mitigación de las inundaciones (Towsif Khan et al., 2020) y el impacto de regulación micro-climática de las SbN en esta zona concreta (Wiegels et al., 2021). Además, permitió identificar los lugares adecuados y guiar la implementación de cuatro prototipos de SbN ejemplares para abordar los desafíos socio-ecológicos predominantes de la contaminación del río por la descarga de aguas grises no tratadas, las inundaciones urbanas y la falta general de espacios verdes. A principios de 2020, se construyeron tres prototipos para el tratamiento de aguas grises de los hogares de diferentes grados de descentralización (frente al hogar bajo la responsabilidad del propietario de la casa, bloque de la calle y el nivel de barrio bajo la responsabilidad del municipio), así como un prototipo para el almacenamiento de aguas pluviales (Figura 2). El rendimiento de estos prototipos todavía está siendo supervisado y evaluado, sin embargo, el proceso de planificación y construcción ya reveló varios desafíos en relación con la implementación de las SbN en áreas densamente urbanizadas (Chapa et al., 2020). Por ejemplo, la participación de múltiples actores y la asignación de nuevas responsabilidades para lograr un diseño adaptado al contexto y multifuncional de las SbN es necesaria, pero ha resultado difícil, ya que las demandas y los objetivos varían entre los actores. Además, las SbN representan nuevas soluciones que requieren voluntad, flexibilidad y apertura por parte de



Figura 2. Ilustración del diseño de planificación de un prototipo de SbN para el tratamiento de aguas residuales y pluviales (derecha) e imágenes durante su construcción en el laboratorio del mundo real del proyecto *Visión Urbana del Agua* (Fuente: SEE-URBAN-WATER).

las autoridades municipales. El funcionamiento y mantenimiento de los prototipos de SbN da lugar a nuevas tareas relacionadas con el control de la obstrucción y la sedimentación de las entradas de aguas residuales y pluviales, así como con el cuidado de la vegetación. Sin embargo, la realización de los prototipos de SbN inició un importante proceso de aprendizaje sobre los retos de implementación y mantenimiento para una transformación socio-ecológica más amplia (desde el nivel de vecindario hasta el de cuenca).

La evaluación del potencial de las SbN, la implementación y el funcionamiento de los prototipos también proporcionaron

información importante para la evaluación del potencial de ampliación en forma de réplicas de las medidas en sitios similares dentro de la cuenca. El potencial de las SbN identificado en el laboratorio del mundo real se utilizó para desarrollar y modelar escenarios de ampliación basados en las similitudes de las tipologías espaciales en otras partes de la cuenca, y así identificar su potencial (Chen et al., 2021). La modelación de los escenarios de ampliación apoya la identificación de los tipos de SbN más efectivos a nivel de cuenca y la contribución de las SbN readaptadas en áreas ya desarrolladas a la restauración del río. Además de las SbN adaptadas a una infraestructura

existente, se han identificado sitios potenciales para las SbN multifuncionales como medidas de retención de inundaciones a lo largo del corredor fluvial a escala de cuenca. Dado que el espacio es muy limitado en las zonas ya urbanizadas, también se necesitarán zonas no construidas para las SbN a fin de restaurar los ríos del Gran Área Metropolitana.

Recientemente, el diseño y la implementación de las SbN han ganado atención para hacer que las ciudades sean más sostenibles y resistentes. Ya existen o se están desarrollando varias iniciativas e instrumentos, por ejemplo, las zonas de protección como los corredores biológicos interurbanos, el ensayo de prototipos en laboratorios del mundo real o el desarrollo de un Código Hidrológico para Costa Rica. Si se hace hincapié en el potencial de cobeneficios de las SbN y se involucra al público en el diseño, su implementación puede ayudar a superar algunos obstáculos estructurales en la región como la exclusión social, las desigualdades económicas, la injusticia ambiental y las relaciones de poder desiguales. En este sentido, América Latina, y Costa Rica en particular, tiene el potencial de convertirse en pionera de las SbN para la restauración de ríos urbanos en el Sur Global.

Referencias

- Albert, C., Hack, J., Schmidt, S., & Schröter, B. (2021). Planning and governing nature-based solutions in river landscapes: Concepts, cases, and insights. *Ambio*, 50, 1405-1413. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01569-z>
- Brown, R. R., Keath, N., & Wong, T. H. F. (2009). Urban water management in cities: historical, current and future regimes. *Water Science and Technology*, 59(5), 847-855. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.029>
- Chapa, F., Pérez, M., & Hack, J. (2020). Experimenting Transition to Sustainable Urban Drainage Systems—Identifying Constraints and Unintended Processes in a Tropical Highly Urbanized Watershed. *Water*, 12(12), 3554. <https://doi.org/10.3390/w12123554>
- Chen, V., Bonilla Brenes, J. R., Chapa, F., & Hack, J. (2021). Development and modelling of realistic retrofitted Nature-based Solution scenarios to reduce flood occurrence at the catchment scale. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01493-8>
- Collentine, D., & Futter, M. N. (2018). Realising the potential of natural water retention measures in catchment flood management: trade-offs and matching interests. *Journal of Flood Risk Management*, 11(1), 76-84. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12269>
- Fluhrer, T., Chapa, F., & Hack, J. (2021). A Methodology for Assessing the Implementation Potential for Retrofitted and Multifunctional Urban Green Infrastructure in Public Areas of the Global South. *Sustainability*, 13(1), 384. <https://doi.org/10.3390/su13010384>
- Haase, D. (2015). Reflections about blue ecosystem services in cities. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 5, 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.02.003>
- Hack, J. (2021). Preserving biodiverse river corridors for sustainable city development. *Research Outreach*, (122). <https://doi.org/10.32907/RO-122-1289360226>

- Hack, J., Molewijk, D., & Beißler, M. R. (2020). A Conceptual Approach to Modeling the Geospatial Impact of Typical Urban Threats on the Habitat Quality of River Corridors. *Remote Sensing*, 12(8), 1345. <https://doi.org/10.3390/rs12081345>
- Neumann, V. A., & Hack, J. (2020). A Methodology of Policy Assessment at the Municipal Level: Costa Rica's Readiness for the Implementation of Nature-Based-Solutions for Urban Stormwater Management. *Sustainability*, 12(1), 230. <https://doi.org/10.3390/su12010230>
- Niemczynowicz, J. (2009). Megacities from a Water Perspective. *Water International*, 21(4), 198–205. <https://doi.org/10.1080/02508069608686515>
- Pletterbauer, F., Melcher, A., & Graf, W. (2018). Climate Change Impacts in Riverine Ecosystems. In S. Schmutz & J. Sendzimir (Eds.), *Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future* (pp. 203–223). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_11
- Sabater, S., Bregoli, F., Acuña, V., Barceló, D., Elosegí, A., Ginebreda, A., Ferreira, V. (2018). Effects of human-driven water stress on river ecosystems: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 8(1), 11462. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29807-7>
- SEE-URBAN-WATER (2021). Página web del proyecto SEE-URBAN-WATER. <https://www.tu-darmstadt.de/see-urban-water>
- Towsif Khan, S., Chapa, F., & Hack, J. (2020). Highly Resolved Rainfall-Runoff Simulation of Retrofitted Green Stormwater Infrastructure at the Micro-Watershed Scale. *Land*, 9(9), 339. <https://doi.org/10.3390/land9090339>
- UICN [Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza]. (2016). Resolución 69 sobre la Definición de soluciones basadas en la naturaleza (WCC-2016-Res-069). Resoluciones, Recomendaciones y otras decisiones de la UICN. Congreso Mundial de la Naturaleza, Honolulu, Hawaii, Estados Unidos. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf
- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., ... Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555–561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M., & Morgan, R. P. (2005). The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 706–723. <https://doi.org/10.1899/04-028.1>
- Watkins, G., Silva, M., Rycerz, A., Dawkins, K., Firth, J., Kapos, V., ... Amin, A.-L. (2019). *Nature-Based Solutions: Increasing Private Sector Uptake for Climate-Resilience Infrastructure in Latin America and the Caribbean Climate Change Division*. <https://doi.org/10.18235/0002049>
- Wiegels, R., Chapa, F., & Hack, J. (2021). High resolution modeling of the impact of urbanization and green infrastructure on the water and energy balance. *Urban Climate*, 39, 100961. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100961>



Coordinadora Programa Nacional de Humedales y Punto Focal nacional ante la Convención de Ramsar (jacklyn.rivera@sinac.go.cr)

Humedales: elementos clave de las soluciones basadas en naturaleza

..... || **Jacklyn Rivera Wong**

En Costa Rica es obligación del Estado y la sociedad civil velar por la conservación de los recursos naturales, la administración de la vida silvestre, la recomendación de medidas que aseguren la perpetuidad de las especies y sus ecosistemas y fomentar el uso racional de los recursos acuáticos y continentales. Esto, en la figura del Ministerio de Ambiente y Energía, a través del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Además, considerando el concepto reconocido de estos ecosistemas, el cual no solamente abarca humedales que son Áreas Silvestres Protegidas, sino ecosistemas en todo el territorio nacional entre ellos la propiedad privada: *“son humedales las extensiones de marismas, pantanos, y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”*. Así, todos los tipos de humedales tropicales conocidos se encuentran presentes en el territorio costarricense.

En las partes montañosas, lagos de origen glacial, y en las laderas de las cordilleras se encuentran pequeñas lagunas y turberas, algunas de ellas ocupando antiguos cráteres volcánicos. También, forman parte extensos bosques anegados, así como pantanos de palmas, los cuales se localizan en las planicies costeras. Se ubican, además, humedales con dependencia hidrológica de la descarga de ríos, así como aquellos que dependen de forma exclusiva de la lluvia. Corales y pastos marinos se ubican tanto en la costa pacífica como la caribeña, formando pequeños arrecifes, los cuales actualmente enfrentan problemas debido a la sedimentación. Los manglares concentrados en su mayoría en la costa pacífica cubren al menos 40 000 hectáreas, mientras que en la zona norte se concentran más de 65 000 hectáreas de pantanos herbáceos, los cuales son utilizados por miles de aves acuáticas, residentes y migratorias, como refugio y área de descanso y alimentación.

Costa Rica desde 1991 es una de las 171 Partes Contratantes de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas; la misión de la Convención es “ *la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo*”.

Según esta Convención, algunas de las herramientas fundamentales para

que los países planifiquen eficientemente la gestión en el marco de la conservación y el uso racional de los humedales, son los inventarios nacionales y las políticas correspondientes. Para el caso de Costa Rica, la Política Nacional de Humedales fue oficializada por medio del Decreto ejecutivo No. 40 244-MINAE-PLAN en marzo del 2016. Esta política es una ruta que señala acciones enérgicas para la recuperación de muchos humedales que han sufrido deterioro y que están siendo amenazados en el país, además del reconocimiento de sus servicios ecosistémicos.

La Política Nacional de Humedales señala cinco grandes ejes de trabajo que permiten mejorar la gobernanza y la gestión de estos ecosistemas. El primero, es la conservación de los humedales, sus bienes y servicios; el segundo, es la adaptación climática y el uso racional de estos ecosistemas; el tercero, es su rehabilitación ecológica; el cuarto, es el fortalecimiento institucional para la gestión adecuada de los humedales; y el quinto, es la participación inclusiva para la gobernanza de estos ecosistemas.

Para la rehabilitación de los humedales degradados, la Política ordena hacer una priorización para el 2030 de los humedales vulnerables, con base en estudios, y ejecutar iniciativas de rehabilitación de los ecosistemas priorizados mediante instrucciones técnicas, legales y administrativas.

Para este gran reto, se actualiza el Inventario de los Humedales de Costa Rica, que inicialmente fue levantado en



Figura 1. Vista panorámica del sistema lagunar del Refugio nacional de Vida Silvestre Mixto Caño Negro, Humedal de importancia internacional y funcionarios del Área de Conservación Arenal Huetar Norte en capacitación para la identificación de suelos hidromórficos asociados a humedal; Alajuela, Costa Rica, 2021. Fotografías: Jacklyn Rivera Wong.

1998, y dos décadas después (2018) se logra contar con información tan valiosa como el área que cubren en el territorio nacional los sistemas palustres, lacustres y una porción de los estuarinos, resultando en 307 315.99 hectáreas. Esta cobertura representa el 6 % del territorio continental en el país, excluyendo así su área marina.

Según la Convención, como un elemento clave de las soluciones basadas en naturaleza (SbN), los humedales juegan una parte crucial en la mitigación y adaptación frente al cambio climático. Sirven como

un efectivo sumidero de carbono e incrementan la resiliencia de las comunidades frente al cambio climático mediante la reducción de los impactos de desastres naturales, incluyendo inundaciones, mareas de tormenta y sequías. No se puede conseguir la adaptación frente a esos impactos del cambio climático sin los humedales.

Se entiende como concepto de SbN a las “*acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente bienestar humano*”

y beneficios de la biodiversidad (UICN, 2016). Se basan en los beneficios que aportan los ecosistemas saludables, se centran en desafíos importantes como el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la seguridad alimentaria e hídrica y la salud siendo cruciales para el desarrollo económico.

Los beneficios para el ser humano y la biodiversidad que proveen los humedales en Costa Rica se han identificado y cuantificado por medio del enfoque en siete de los doce Sitios Ramsar designados para el país (Cuadro 1).

Cuadro 1. Servicios ecosistémicos provistos o derivados de los humedales en Costa Rica.

Servicios	Comentarios y ejemplos
<i>Provisión</i>	
Alimento	Producción de pescado, frutas y granos
Agua fresca	Almacenamiento y retención de agua para uso doméstico, industrial y agrícola.
Fibra y combustibles	Producción de troncos, leña y forraje.
Bioquímico	Extracción de medicinas y otros materiales provenientes de la Biota.
Materiales genéticos	Genes resistentes a patógenos de las plantas, especies ornamentales, entre otros
<i>Regulación</i>	
Regulación climática	Origen de los gases de efectos invernadero, influencia en la temperatura local y regional, precipitación y otro tipo de procesos climáticos.
Regulación del agua (flujos hidrológicos)	Recargas y descargas de agua subterránea
Purificación del agua y tratamiento de desechos	Retención, recuperación y remoción del exceso de nutrientes y otros contaminantes.
Regulación de la erosión	Retención de suelos y sedimentos
Regulación de amenazas naturales	Control de inundaciones y protección contra tormentas.
Polinización	Hábitat para polinizadores

Servicios	Comentarios y ejemplos
<i>Cultural</i>	
Espiritual e inspiracional	Origen de inspiración, algunas religiones le confieren valores espirituales y religiosos a aspectos de los ecosistemas de humedal.
Recreacional	Oportunidades para desarrollar actividades recreativas.
Estéticos	Muchas personas encuentran valores de belleza o estéticos en aspectos de los ecosistemas de humedal.
Educacional	Oportunidades para educación formal e informal y entrenamiento.
<i>Soporte</i>	
Formación de suelo	Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica
Ciclo de nutrientes	Almacenamiento, reciclaje, procesamiento y adquisición de nutrientes

Fuente: [Proyecto Humedales de SINAC PNUD-GEF \(2017\)](#). Traducido de Millennium Ecosystem Assessment ([MEA, 2005](#)).

Uno de los ejemplos claros en territorio nacional donde los humedales han cumplido su función como parte de las SbN es el caso del paso del huracán Otto en el 2016, donde las lluvias extremas saturaron el humedal fronterizo de Isla Portillos, ubicado en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado (Sitio Ramsar Caribe Noreste). Las aguas inundaron el Puesto Operativo de Policía en este sitio limítrofe y la Estación Biológica Portillos del SINAC-MINAE. El ecosistema de yolillo fue arrasado por los fuertes vientos del huracán Otto en esta

región fronteriza, dejando un área afectada entre 3 000 y 3 500 hectáreas, que naturalmente se encuentran en estado de restauración, sin que hubiera pérdidas humanas o directamente sobre poblados según datos estimados por el SINAC.

Es importante recalcar que las comunidades de Barra Norte (arriba) y Barra Sur (abajo) sufrieron pocos daños ante el paso del huracán Otto en el año 2016, gracias a su ubicación dentro del Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado (Sitio Ramsar Caribe Noreste). El nivel



Figura 2. Puesto de Policía de Portillos, ubicado en el RNVS Barra del Colorado (Sitio Ramsar Caribe Noreste), 2017. Pococí, Limón, Costa Rica. Fotografía: Olman Mena, funcionario del Área de Conservación Tortuguero, SINAC.

de aguas fue alto y provocó inundación en estos pueblos, pero dentro de límites normales para la zona, que fue protegida por el Humedal Caribe Noreste en el sector fronterizo. Las zonas externas a las áreas silvestres protegidas no mostraron indicios de afectación; cultivos como banano, piña, palma africana mostraron condiciones normales, al igual que potreros y bosques hacia el suroeste de la costa.

Los humedales en esta área pueden acelerar la recuperación después del desastre, actuando como filtros naturales y también restaurando nutrientes. Los humedales funcionan como esponjas naturales, absorbiendo y almacenando el

exceso de agua procedente de las lluvias y reduciendo las inundaciones, además de mitigar las sequías en época seca al liberar el agua almacenada.

Además, los humedales protegen el litoral de la meteorología extrema. Los humedales costeros como marismas saladas, manglares, praderas marinas y arrecifes de coral actúan como amortiguadores del efecto de los eventos hidroclicmatológicos extremos.

Otras de las funciones de los humedales como SbN frente al cambio climático es la capacidad de absorber dióxido de carbono de manera natural, siendo las turberas,



Figura 3. La comunidad de Barra Norte luego del paso del huracán Otto, Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado (Sitio Ramsar Caribe Noreste), Pococí, Limón, Costa Rica. Fotografía: Olman Mena, funcionario Área de Conservación Tortuguero-SINAC, 2016.

manglares y praderas marinas los tipos de humedales que cuentan con este servicio ecosistémico de almacenamiento de grandes cantidades de carbono. Para el caso de las turberas, estas contienen aproximadamente el 30 % de todo el carbono almacenado en las zonas terrestres.

Los ecosistemas de manglar crecen en aguas costeras tropicales, sus raíces refuerzan el litoral y cada kilómetro de manglar puede reducir la altura de una marea en 50 cm, mitigando el impacto de los huracanes y maremotos. Cada hectárea de manglar proporciona servicios de protección frente a los desastres que pueden alcanzar los \$15 000 al año según datos de la [Convención de Ramsar \(2018\)](#). Según los datos nacionales, el 50 % del valor promedio (\$20 197.72) consiste a la categoría de servicios de regulación,

donde el servicio de protección contra eventos extremos tiene el valor promedio más alto (\$10 096.13), seguido del valor de prevención de la erosión y finalmente el de regulación del clima (que incluye la función de secuestro de “carbono azul”). Aún más, el servicio de protección contra eventos extremos es el que tiene el valor promedio más alto (\$7 308.49) del total de servicios analizados, seguido por el servicio de soporte de protección de la biodiversidad (\$5 608.50).

Otra oportunidad imperante que tienen los humedales desde el concepto de la aplicación de las SbN es su aporte al cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés), siendo un elemento



Figura 4. Avances visibles de restauración de manglares en áreas de antiguos permisos de uso mediante un enfoque integral en los humedales de Nispero y San Buenaventura-Colorado (fechas de las fotografías: mayo 2020 - mayo 2021). Guanacaste, Costa Rica. Fotografía: Jorge Pineda, funcionario Área de Conservación Tempisque.

central para aplicar el Acuerdo de París, el cual pretende estabilizar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y limitar el aumento de la temperatura media mundial en este siglo por debajo de los 2 °C. Así que, las NDC son planes climáticos nacionales que destacan acciones climáticas. Incluyen objetivos, políticas y medidas relacionados con el clima que los gobiernos se proponen implementar en respuesta al cambio climático y como contribución a la acción climática mundial y para el caso de Costa Rica, se han asumido compromisos para conservar y restaurar los humedales, mejorar la aplicación de planes de gestión de los humedales, incluidos planes de restauración de estos, evitar la pérdida o modificación de las características ecológicas y poner en marcha los procesos y zonas prioritarias para la restauración de estos ecosistemas.

Una de las SbN que se identifica en el contexto costarricense, es el proceso nacional para la Restauración de Manglares, siendo estos ecosistemas fundamentales para la sostenibilidad y el desarrollo de las comunidades, ya que de ellos dependen múltiples beneficios sociales, ambientales y económicos. En este sentido, Costa Rica ha iniciado el proceso nacional para la restauración de los ecosistemas de manglar, identificando estos ecosistemas como prioritarios, y generando instrumentos de planificación regional que analizan con visión de paisaje estos ecosistemas, además de la cuantificación del stock de carbono almacenado en el suelo y su potencial de retención de dióxido de carbono luego de la aplicación de los protocolos de restauración ecológica.

Reconociendo su gran importancia ecológica, cultural, social y económica, es que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) desde 2013 desarrolla

planes de manejo con el objetivo de promover una buena gestión y conservación de los ecosistemas de manglar y responder así a la disminución y deterioro de estos valiosos ecosistemas que trae consigo —para el caso de los manglares— emisiones de CO₂ casi 5 veces superiores en comparación con bosques tropicales. Por lo tanto, se generan e implementan proyectos de restauración pilotos como una SbN que genera la información técnica y administrativa base para consolidar una ruta clara de restauración y rehabilitación de ecosistemas que sin duda alguna aporta beneficios para la ciudadanía tanto local como nacional.

Referencias

- Convención Ramsar. (2018). Nota Informativa 10 de Ramsar: Restauración de los humedales para favorecer la resiliencia frente al cambio climático. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn10_restoration_climate_change_e.pdf
- Diario oficial La Gaceta. Ley N° 7224 del 2 de abril de 1991. (1991) La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, Convención Ramsar.
- Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). Ecosystems and human well-being. Washington, D.C: Island Press. <http://www.millenniumassessment.org/es/index.html>
- Proyecto Humedales de SINAC PNUD-GEF (2017). Valoración de los servicios ecosistémicos que ofrecen siete de los humedales protegidos de importancia internacional en Costa Rica: Palo Verde, Caribe Noreste, Caño Negro, Gandoca-Manzanillo, Maquenque, Térraba-Sierpe y Las Baulas. SINAC/CINPEUNA/PNUD. <http://www.sinac.go.cr/ES/docu/Inventario%20Nacional%20Humedales/VALORACION%20ECONOMICA%20DE%20SIETE%20HUMEDALES%20RAMSAR.pdf>
- Proyecto Humedales de SINAC PNUD-GEF (2018). Inventario Nacional de Humedales. SINAC/PNUD/GEF. <http://www.sinac.go.cr/ES/docu/Inventario%20Nacional%20Humedales/INVENTARIO%20NACIONAL%20DE%20HUMEDALES%20-%20Final.pdf>
- UICN [Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza]. (2016). Resolución 69 sobre la Definición de soluciones basadas en la naturaleza (WCC-2016-Res-069). Resoluciones, Recomendaciones y otras decisiones de la UICN. Congreso Mundial de la Naturaleza, Honolulu, Hawaii, Estados Unidos. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf



Ingeniero agrónomo
(johnsonmora99@gmail.com)



Académico en la
Universidad Nacional
(julian.rojas.vargas@una.ac.cr)



Académico de la
Escuela de Ciencias
Agrarias de la
Universidad Nacional
(mairon.madriz.martinez@una.ac.cr)

Efecto del lombricompost en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) para favorecer la producción sostenible bajo condiciones de invernadero en Barva, Heredia

Jhonson Mora Mata
Julián Rojas Vargas
Mairon Madriz Martínez



El rábano es una planta brassicaceae originaria del este de Asia. Es un cultivo anual, de raíz gruesa, tamaño y forma variable; según la variedad, la piel es de color rojo, rosado, blanco u oscuro. Su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre 18-24 °C, aunque a altas temperaturas se originan sabores más picantes en sus raíces. Tiene un ciclo productivo corto que varía entre 20 y 70 días, según sea la variedad (Criollo y García, 2009).

Según el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA, 2019), en Costa Rica la venta de rollos de rábano en el mes de agosto del año 2019 fue de 61 010 para una estimación anual de 732 120 rollos de rábano; esto equivale a un consumo de 3 660 600 rábanos al año.

El rábano según Bertsch (2009), es demandante en cosecha de 125 kg de nitrógeno por hectárea (ha^{-1}), 30 kg ha^{-1} de fósforo, 150 kg ha^{-1} de potasio, 75 kg ha^{-1} de calcio y 25 kg ha^{-1} de magnesio. Estas necesidades nutricionales en la mayoría de los casos son aplicadas principalmente por fertilizantes sintéticos que tienen influencia negativa sobre la degradación del suelo y contaminación del agua. Según

la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2016), el uso de fertilizantes en el 2015 era de 186.6 millones de toneladas y se pronosticaba que para finales del 2019 fuera de 199 millones de toneladas.

Si se utilizan métodos de producción sostenible se podrán atenuar los efectos de los fertilizantes sintéticos sobre el ambiente. Es por eso, que surge la producción ecológica como necesidad para proteger el ambiente y las diferentes especies ante los peligros de la agricultura convencional. Además, permite obtener productos sanos con mínimas cantidades de sustancias residuales durante el desarrollo del cultivo (Terry et al., 2014).

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres tratamientos de lombricompost sobre el desarrollo y producción del rábano (*Raphanus sativus* L.), y la retención de agua en el suelo para favorecer su producción sostenible bajo condiciones de invernadero.

La investigación se realizó en la Finca Experimental Santa Lucía (FESL),

propiedad de la Universidad Nacional (UNA), ubicada en Barva, Heredia, Costa Rica. La misma se ubica en las coordenadas 10.022246 latitud norte y -84.112144 longitud oeste, a una altitud de 1 200 m s.n.m. Presenta una precipitación promedio anual de 2 403.5 mm, con una temperatura promedio anual de 20.2 °C, una humedad relativa de 75 % y una velocidad del viento de 15.5 km/h (Instituto Meteorológico Nacional- IMN, 2019).

En el invernadero se acondicionó un espacio de 7 x 6 x 2,5 m (lado x lado x altura) que se cubrió con malla antiáfidos. Además, se instaló un sistema de riego con una descarga regulada de 6.0 L·ha⁻¹.

Los tratamientos evaluados se basaron en mezclas de suelo obtenido de la FESL, de tipo andisol (*Dystric Haplustands*) (Montes de Oca y Mata, 1996) en combinación con lombricompost en diferentes dosis (Cuadro 1). Se utilizó la lombriz californiana (*Eisenia foetida*), que tuvo como fuente de alimentación excreta bovina (boñiga) procedente del proyecto de producción de leche bovina de la FESL.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Abreviatura	Tratamiento	Suelo (kg)	Lombricompost (kg)
T	Testigo	6	0
D10%	Dosis lombricompost al 10%	5.4	0.6
D15%	Dosis lombricompost al 15%	5.1	0.9
D20%	Dosis lombricompost al 20%	4.8	1.2

Al suelo y lombricompost utilizados se les realizó un análisis de composición química en el CIA de la Universidad de Costa Rica, antes de ser utilizado en los diferentes tratamientos.

Se depositaron 6 000 g de suelo en las macetas correspondientes al tratamiento testigo. El tratamiento D10% se llenó con 600 g de lombricompost y 5 400 g de suelo; el D15% con 900 g de lombricompost y 5 100 g de suelo; y el D20% con 1 200g de lombricompost y 4 800 g de suelo. Posteriormente se realizó un hoyo de 2.0 cm de profundidad en el centro de cada una de las macetas y se sembró una planta de rábano (variedad cherry belle, proveedor AgroVerde Semilleros S.A.)

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) de 4 tratamientos con 10 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió de una maceta No. 1200 de 6 kg de capacidad. Las mismas se colocaron en el suelo espaciadas a 70.0 cm entre hileras y 40.0 cm entre plantas.

Se midió la altura de las plantas y número de hojas dos veces por semana durante 5 semanas. Para el cálculo de la masa del rábano, se cosecharon al día 35 y posteriormente se pesaron los bulbos en una balanza. La masa húmeda y seca del follaje se estimó retirando el bulbo y se pesó el follaje en una balanza, posteriormente se realizó un secado en la estufa del Laboratorio de la Escuela de Química de la UNA. El secado se dio a una temperatura de 60 °C durante 48 horas para determinar el peso de la materia seca. Para la estimación de la humedad volumétrica

se realizaron evaluaciones semanales para determinar el contenido de humedad en el suelo, utilizando el instrumento llamado TDR Fieldscout 300.

Los datos se trataron mediante un análisis de varianza y separación de medias mediante el software Estadístico INFOSTAT 2019 y para separación de medias se realizó una prueba LSD FISHER y una prueba Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC).

Con respecto a la variable de altura, se puede observar en la **Figura 1** que estadísticamente en la semana 1 (días 4 y 7) y semana 2 (día 11) no hubo diferencias significativas, todos los tratamientos se comportaron igual. Las primeras diferencias estadísticas ($p < 0.05$) comenzaron en la semana 3 (día 18) en donde el tratamiento D20% se diferenció de todos los demás. En el día 21 los tres tratamientos con dosis de lombricompost se comportaron igual y se diferenciaron estadísticamente del T ($p < 0.05$). En la semana 4 (día 25 y 28) el D20% tuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) con todos los tratamientos, los cuales se comportaron igual entre ellos. En la semana 5 (días 32 y 35) hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento D20%, (D15%-D10%) y el T.

En el desarrollo de las plantas de rábano del día 4 al 11 no se observó ninguna diferencia entre los tratamientos, todas las plantas tenían alturas y número de hojas similares. Esto se debe a que el lombricompost estaba en proceso de incorporación y siendo asimilado por las plantas.

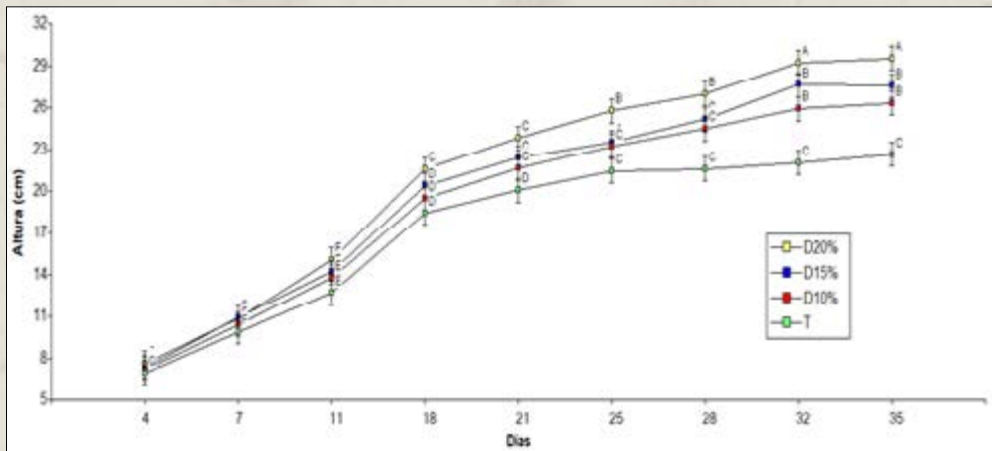


Figura 1. Crecimiento promedio (expresado en cm) en función de los días después del trasplante (DDT) de las plantas de rábano sometidas a diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

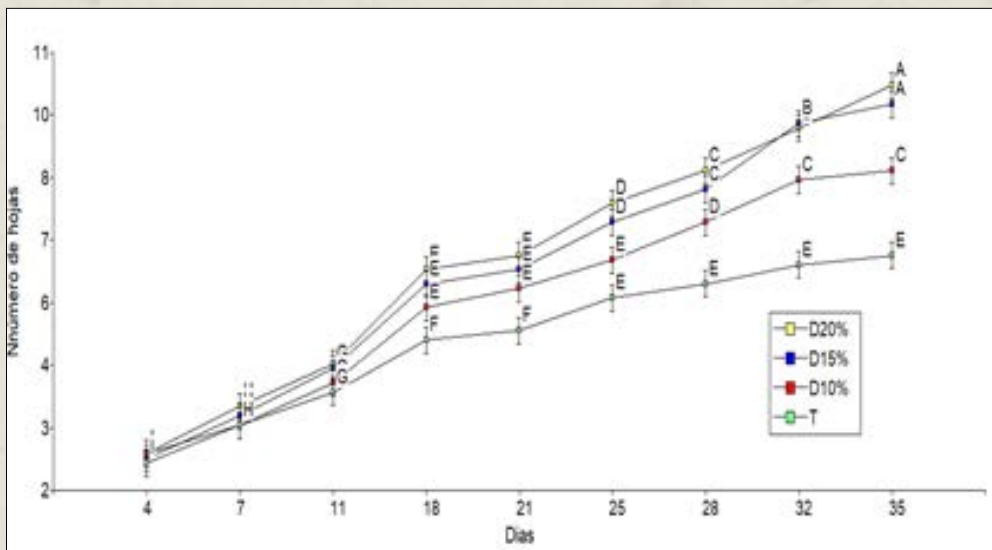


Figura 2. Producción promedio de hojas (cantidad total) de las plantas de rábano sometidas a diferentes tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

A partir del día 18 se comenzaron a observar las primeras diferencias tanto en altura como en número de hojas. Siendo las plantas con dosis de 20 % más altas. Las del tratamiento testigo presentaban un menor número de hojas, posiblemente debido al enriquecimiento del medio con nutrientes que aporta el lombricompost y que son fácilmente absorbidos por las plantas. Además, según Tombion et al. (2016), el lombricompost presenta partículas cuya área superficial favorece la retención de los nutrientes. También, provee micrositios aptos para la actividad de especies microbianas con comprobada aptitud para la generación de sustancias con acción promotora del crecimiento, del tipo de las auxinas, giberelinas y ácidos húmicos.

En el día 21 todos los tratamientos con dosis de lombricompost se comportaron igual y se diferenciaron del testigo. En los siguientes días mostraron comportamientos similares, siempre el tratamiento con mayor dosis se diferenciaba más rápido pero posteriormente era alcanzado. Esto demuestra que las plantas con dosis más altas de lombricompost absorben de manera más eficiente los nutrientes presentes en el medio. En el día 32 y 35 el tratamiento D20% se diferencia de todos en altura, mientras que las plantas con los tratamientos D20% y el D15% tienen el mayor número de hojas. Las plantas con el tratamiento testigo tienen menor altura y número de hojas, por lo tanto, son plantas menos desarrolladas. Esto se debe a que el lombricompost posiblemente mejoró la estructura, drenaje,

aireación, capacidad de retención de humedad del suelo, lo que influyó positivamente en el aumento de altura y número de hojas en las plantas.

Resultados similares los obtuvo Torrez (2009) al desarrollar plantas con alturas mayores utilizando lombricompost en el cultivo de rábano. El autor menciona que la altura depende de la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis; los cuales la planta absorbe con facilidad al aplicar vermicompost.

Como se muestra en la **Figura 3**, para la variable peso rábano hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó el peso final del rábano. Estadísticamente hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y (D10% - D15% - D20%) (Sin diferencias estadísticas entre ellos).

Para la variable peso fresco del follaje hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó el peso fresco del follaje. Estadísticamente hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y (D10% - D15% - D20%) (Sin diferencias estadísticas entre ellos).

Para la variable peso seco del follaje hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó el peso seco del follaje. Estadísticamente hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el tratamiento T y (D10% - D15% - D20%) (Sin diferencias estadísticas entre ellos).

En cuanto a la productividad de las plantas de rábano, todos los tratamientos con lombricompost provocaron un aumento en el peso del rábano, peso seco y peso húmedo en comparación con el testigo que tuvo valores muy por debajo de las dosis.

Gómez (2011) obtuvo resultados similares en peso total de la planta y peso del rábano, siendo el lombricompost uno de los tres mejores tratamientos que evaluó. Contreras et al. (2008), muestran coincidencia en resultados favorables en el peso seco de plántulas de café al utilizar dosis de lombricompost de 20 % y 30 %.

Como se muestra en la **Figura 4** para la variable humedad volumétrica hubo diferencias numéricas entre todos los tratamientos. En las cinco semanas evaluadas el tratamiento T presentó porcentajes de humedad menores, seguido por el D10%, D15% y con los porcentajes de humedad más altos el D20%. Conforme aumentó la dosis de lombricompost aumentó la retención de humedad del sustrato.

Los datos obtenidos mostraron que desde la semana 1 los tratamientos que tenían dosis de lombricompost retuvieron más humedad en comparación al testigo.

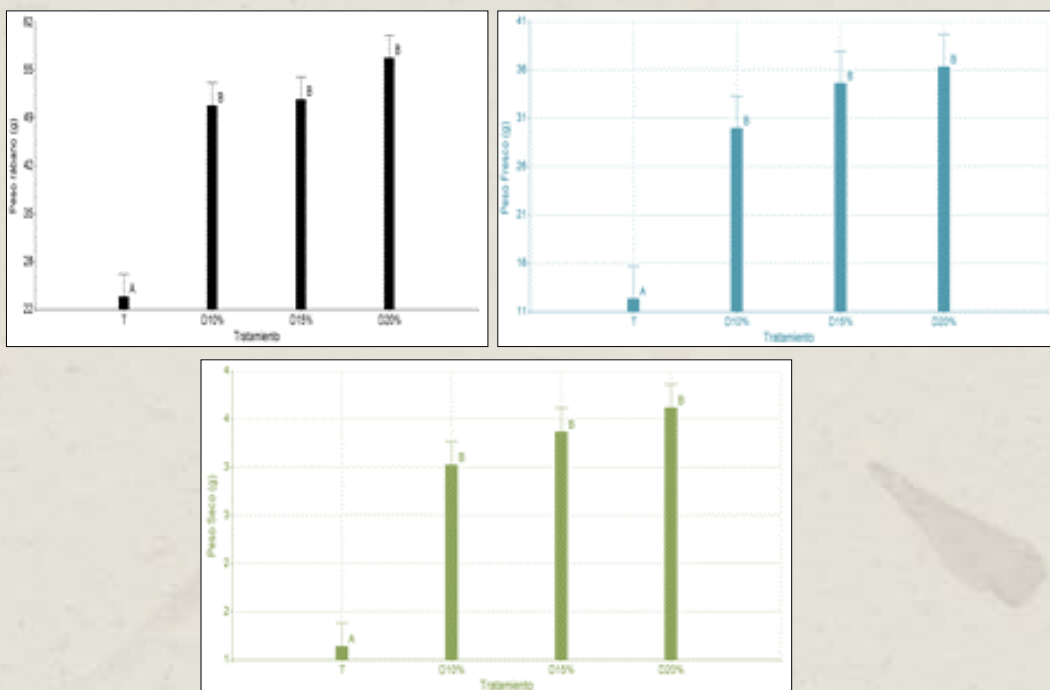


Figura 3. Masa del rábano, masa fresca y seca del follaje de los diferentes tratamientos, expresado en gramos (g). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

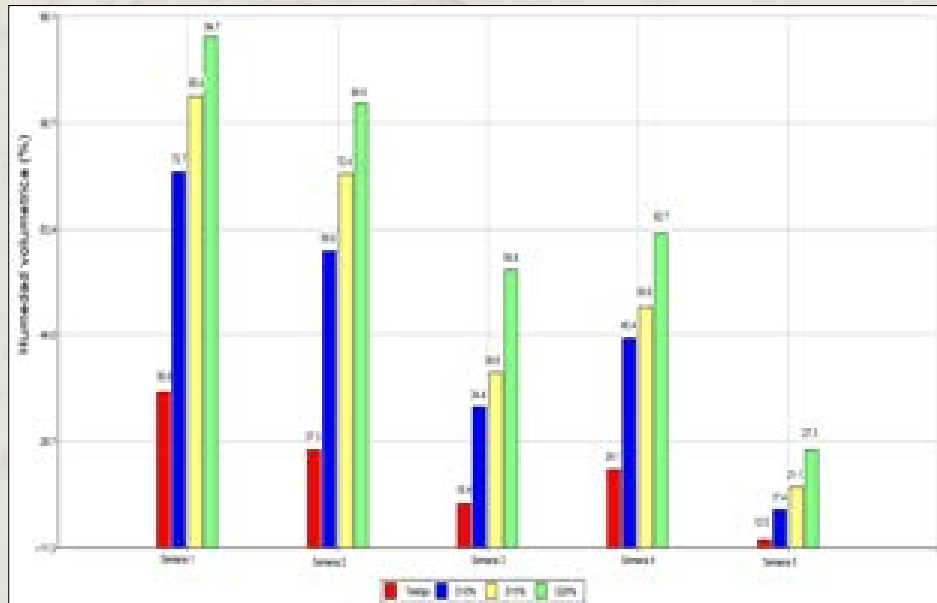


Figura 4. Porcentaje de retención de humedad de los diferentes tratamientos durante las 5 semanas, Heredia, Costa Rica, 2019.

Al aumentar la proporción de la enmienda orgánica aumentó la capacidad de retención de humedad. Esto debido a que el lombricompost posiblemente mejoró las características del suelo, tanto textura como estructura, favoreciendo así la retención de humedad. Además, según conclusiones de [Acevedo y Pire \(2007\)](#), se favorece un mayor porcentaje de microporosidad en los sustratos enmendados con lombricompost.

El aumento en la retención de humedad en los tratamientos con lombricompost se considera como una respuesta favorable, ya que permitiría disminuir la frecuencia de los riegos, y por ende la disminución de los costos en el manejo del cultivo.

Resultados similares fueron reportados por [Acevedo y Pire \(2007\)](#) quienes al adicionar dosis crecientes de

lombricompost en ornamentales lograron aumentar la retención de humedad. [Beltancourt \(2002\)](#) también encontró que el vermicompost mejoró la retención de humedad al aplicar dosis de 25% y 33%.

Los resultados presentados por [Vázquez y Loli \(2018\)](#) muestran aumentos en la retención de humedad del suelo adicionando lombricompost en un ensayo realizado con la planta de *Gypsophila paniculata*. También mencionan que la densidad aparente (D_a) de suelos con este sustrato es menor lo cual contribuye a una mayor cantidad de espacios porosos que pueden ser ocupados por agua y aire.

Las dosis de lombricompost utilizadas (10 %, 15 % y 20 %) permitieron mejor desarrollo, productividad y retención de humedad en comparación al testigo. Además, el tratamiento de lombricompost al 20 %

generó plantas con mayor altura y número de hojas en el cultivo de rábano, y se registró mayor retención de humedad, por lo que es posible aumentar la productividad y reducir el consumo de agua de forma sostenible en el cultivo de rábano utilizando el lombricompost en dosis adecuadas.

Referencias

- Acevedo, I. C., & Pire, R. (2007). Caracterización de sustratos hortícolas enmendados con lombricompost. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 25, 1-9.
- Bertsch, F. (2009). Absorción de nutrimentos por los cultivos (multimedia). *San José, Costa Rica, ACCS*, 179.
- Betancourt, D. (2002). Efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) en condiciones de vivero. *Trabajo de grado para el título de Ingeniero Agrónomo. Mención Fitotecnia. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía*.
- Contreras, J., Acevedo, I., y Escalona, A. (2008). Efecto del vermicompost sobre el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica*). *Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología*, 26, 14-21.
- Criollo, H., y García, J. (2009). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3(2), 210-222.
- FAO (2016). World fertilizer trends and Outlook to 2019. Summary reports. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i5627e.pdf>
- Gómez, L. (2011). Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR.) (2019). Datos climáticos. Santa Lucía. <https://www.imn.ac.cr/mapa>
- Montes de Oca, P. & Mata, R. A. (1996). Clasificación de los suelos de la Finca Experimental Santa Lucía. *Revista de Ciencias Ambientales*, 12(1), 13-23. <https://doi.org/10.15359/rca.12-1.3>
- Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA). (2019). Boletín de precios y volúmenes precio de mayorista a minorista. CENADA. Heredia, Costa Rica. <http://www.pima.go.cr/boletin-de-precios-por-fecha/>
- Terry, E., Ruiz, J., Tejeda, T., & Escobar, R.I. (2014). Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf® en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(2), 105-111. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n2/ctr14214.pdf>
- Tombion, L., Puerta, A. V., Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Sangiacomo, M. A., & Garbi, M. (2016). Características del sustrato y calidad de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) según dosis de lombricompost. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(2), 110-116. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/308>
- Torrez, M. (2009). Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) variedad Crimson Giant utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "kc" y "ky", bajo riego. Finca Las Mercedes, Managua, 2009. Departamento de ingeniería agrícola, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía.
- Vázquez, J., y Loli, O. (2018). Compost y vermicompost como enmiendas en la recuperación de un suelo degradado por el manejo de *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 43-52. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.05>

Normas mínimas para la presentación de artículos a *Ambientico*

1. Acerca de la revista *Ambientico*

La revista *Ambientico* es una publicación trimestral sobre la actualidad ambiental costarricense que se publica desde la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional (UNA), institución pública y benemérita de la Patria. Creada en 1992, es una revista de acceso abierto que tiene por misión estimular, publicar y difundir un análisis riguroso y actualizado sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica.

2. Equipo editorial:

Editor en jefe: Dr. Sergio A. Molina-Murillo
Dr. Manuel Arguello Rodríguez
M.Sc. Wilbert Jiménez Marín
Lic. Luis Poveda Álvarez

3. Público meta

Nuestro público meta está constituido por la sociedad costarricense interesada en conocer sobre problemáticas e iniciativas ambientales en Costa Rica. De manera específica los artículos de la revista *Ambientico* están dirigidos a personas tomadoras de decisiones de los Poderes de la República, gobiernos locales, docentes de todos los niveles, estudiantes, personas profesionales y aquellas que lideran grupos y comunidades locales.

4. Política de acceso abierto

La revista *Ambientico* ofrece acceso abierto, libre e inmediato de su contenido bajo el principio de que hacer disponible de manera abierta y gratuita la investigación a la sociedad, fomenta un mayor intercambio de conocimiento local y global. Por tanto, no existe costo por acceso a los artículos por parte de las personas lectoras (usuarios individuales o instituciones), ni por el procesamiento, revisión, envío y publicación de los artículos por parte de las personas autoras.

Los artículos publicados se distribuyen bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que las personas lectores (usuarios individuales o instituciones) puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

No es necesario solicitar permisos a la persona editora o autora, siempre y cuando el contenido se utilice de acuerdo con la licencia CC BY NC SA 4.0 Internacional, tal y como se explica arriba.

5. Propiedad intelectual

Los artículos publicados se distribuyen bajo una *Creative Commons* Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.ambientico.una.ac.cr>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra. Las personas autoras se comprometen a enviar firmada —junto con el escrito— la Carta de Originalidad y Cesión de derechos.

6. Política sobre plagio

La Revista penaliza el plagio en todas sus formas. La detección del plagio implica la conclusión del proceso editorial en cualquiera de sus etapas. En el caso de artículos ya publicados, estos serán eliminados del acervo y se contactará a las instituciones empleadoras para informar de este tipo de conducta. La Revista velará para que tanto el equipo editorial como el de revisión y autoría cumplan con las normas éticas en el proceso de revisión y publicación de un artículo a través de proceso transparente y libre de plagio. Para más información se recomienda consultar la norma *International Standards for editors and authors* del Comité de Ética en la Publicación (COPE) y las del *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE). Para detectar plagio la revista utiliza el programa Turnitin.

7. Declaración de privacidad

De conformidad con la Ley N° 8968 de Cosa Rica, ley de protección de la persona frente al tratamiento de sus datos personales, la(s) PERSONA(s) AUTORA(s) consienten en facilitarle a la Revista un correo electrónico de contacto, así como los datos personales necesarios para la identificación de la autoría del artículo. A su vez, autorizan a la Revista a publicar junto con el artículo, los datos personales necesarios (nombre y apellidos, puesto, especialidad, institución, ciudad/país, correo).

8. Pertinencia de artículos

Aunque la mayoría de los artículos de la revista *Ambientico* son solicitados por invitación, se podrán considerar otros artículos altamente pertinentes a la realidad ambiental nacional, y en donde las opiniones estén claramente sustentadas (usar bibliografía en los casos necesarios). De manera general, se reciben artículos cortos (2 000 palabras), claros (entendibles e informativos para una audiencia general no científica), rigurosos (con sustento científico) y coherentes (que el escrito siga un flujo ordenado de ideas).

9. Modo de entrega

El artículo ha de ser presentado en Word y entregado al correo ambientico@una.ac.cr

10. Tamaño, formato, elementos gráficos y separaciones internas

- El artículo no excede las 2 000 palabras.
- Escribir a espacio sencillo en letra Calibre tamaño 11.
- **Secciones:** En *Ambientico* no se usan subtítulos para separar secciones

(apartados). Para separar secciones, dejar un renglón entre ellas.

- **Párrafos:** Dentro de cada sección, los párrafos inician solamente con una sangría y no requiere agregar renglones entre párrafos.
- Incluir los **Cuadros** en formato Word y no como imágenes o capturas de pantalla.
- **Figuras:** Favor ilustrar el artículo con fotografías, figuras, ilustraciones, mapas, gráficos, etc. Incluir todas estas figuras en el mismo documento de Word *cerca de donde se espera ser presentadas*, pero asegurarse de que sean en alta resolución (300 dpi o mayor a 2Mb). Enviar en Excel los gráficos elaborados en ese programa para su más fácil edición. Incluir debajo de cada fotografía un título descriptivo. Si las figuras —incluyendo fotografías— no son propiedad del autor, deben indicar el nombre de la persona autora.

11. Sobre las personas autoras

- Se requiere enviar aparte, una fotografía del rostro de la persona autora en alta resolución (300 dpi o mínimo 2Mb).
- Solamente incluir el puesto (p. ej. Consultor independiente, Ministro de Ambiente, Profesor de economía), la organización para la que labora, y el correo electrónico.
- En caso de varias personas autoras, la anterior información debe ser provista para cada una de ellas.

12. Uso de cursivas y de comillas

Se usará cursivas —nunca negritas ni subrayado— para enfatizar conceptos. Vocablos en otras lenguas no aceptados por la Real Academia Española de la Lengua, y neologismos, han de escribirse también en cursivas. Asimismo, irán en cursivas nombres de obras de teatro y cinematográficas, de libros, de folletos, de periódicos, de revistas y de documentos publicados por separado. Capítulos de libros y artículos de publicaciones periódicas se pondrán entrecomillados.

13. Uso de números y unidades de medida

Cuando las cantidades sean escritas numéricamente ha de usarse un espacio para separar los grupos de tres dígitos (p.ej., 1 320). Para los decimales ha de usarse punto (p.ej., 1.5 ¡atención en los cuadros!). Las unidades de medida, en caso de consignarse abreviadamente, habrán de escribirse en singular y en minúsculas, y separadas por un espacio del número (p.ej., 50 % o 18.3 mm)

14. Uso de acrónimos

Los acrónimos lexicalizados que son nombres comunes (como ovni, oenegé y mipyme, por ejemplo), se escriben con todas las letras minúsculas. Los acrónimos no lexicalizados y que, por tanto, se leen destacando cada letra por separado (como UCR y EU, por ejemplo), se escriben con todas las letras mayúsculas.

15. Palabras clave

Si bien *Ambientico* no publica las palabras clave de cada artículo, se le solicitan al autor no más de cinco para usarlas en el buscador del sitio web.

16. Citas textuales

Las citas textuales, que se ruega no excedan las 40 palabras, no han de ponerse en cursivas, ni usando sangría ni en párrafo aparte, sino entrecomilladas, y entreveradas en el texto.

17. Comunicaciones personales o entrevistas

La mención en el texto de comunicaciones personales o entrevistas se hará así: luego de una apertura de paréntesis se consigna la inicial del nombre de pila del entrevistado, después se coloca un punto y, enseguida, el apellido del entrevistado. A continuación, se pone una coma y, posteriormente, la frase “comunicación personal”; luego se coloca el nombre del mes y el día, que se separa con una coma del año en que se efectuó la comunicación; finalmente, se pone el paréntesis de cierre. Ejemplo: “... (L. Jiménez, comunicación personal, septiembre 28, 1998) ...”. Las comunicaciones personales no se consignan en la sección de Referencias.

18. Notas a pie de página

Podrá usarse notas a pie de página para aclarar o ampliar información o conceptos, pero solo en los casos en que, por su longitud, esos contenidos no puedan insertarse entre paréntesis en el texto.

19. Citas bibliográficas

A partir de la 7ma versión original del *Manual de la American Psychological Association (APA)* (2019), seguimos los siguientes lineamientos respecto a citación de fuentes bibliográficas. Hay dos modalidades de

presentación de las referencias bibliográficas intercaladas en el texto. En una, la persona autora citada es el sujeto de la oración; en la otra, la persona autora citada, no es parte de la oración, sino que lo que es parte de la oración es solo lo dicho o aportado por ella. Ejemplo del primer caso: “... Acuña (2008) asegura que el sistema de áreas protegidas...”. Ejemplo del segundo: “... Los problemas ambientales han resultado el principal foco de conflicto (Morales, 2009)...”.

Obra con un autor

Entre paréntesis, se coloca el apellido del autor al que se hace referencia, separado por una coma del año de publicación de la obra. Ejemplo: “... (Pacheco, 1989) ...”.

Obra con más de un autor

Cuando la obra tiene dos autores, se cita a ambos, separados por la conjunción “y”. Ejemplo: “... (Núñez y Calvo, 2004) ...”.

Cuando la obra es de más de dos autores, se cita solamente el apellido del primer autor seguido de “*et al.*” en cursiva y con punto después de la contracción “al.”. Ejemplo: “... (Pérez *et al.*, 2009) ...”.

Obra con autor desconocido o anónimo

Si la obra carece de autor explícito, hay que consignar en vez de él, y entre comillas, las primeras palabras del título (entre paréntesis). Ejemplo: “... (“Onu inquieta”, 2011) ...”; o, alternativamente, el nombre de la obra y, después de una coma, la fecha de publicación. Ejemplo: “... *La Nación* (2011) ...”.

Solo cuando se incluye una cita textual debe indicarse la/s página/s. Ejemplo: "... (Pérez, 1999, p. 83) ...".

20. Presentación de las obras referenciadas

Al final del artículo, debajo del subtítulo **Referencias**, habrá de consignarse todas las obras referenciadas en orden alfabético.

Libro

Primero se anotará el apellido del autor, luego, precedido de una coma, la inicial de su nombre; después, e inmediatamente luego de un punto, el año de publicación de la obra entre paréntesis; seguidamente, y en cursivas, el título de la obra; posteriormente, y después de un punto, el lugar de publicación de la obra (si la ciudad es internacionalmente conocida no hace falta señalar el país, pero, si no, solo se consigna el país), y, finalmente, antecedido por dos puntos, el nombre de la editorial. Ejemplo: Pérez, J. (1999). *La ficción de las áreas silvestres*. Barcelona: Anagrama.

Artículo contenido en un libro

En este caso, se enuncia el apellido del autor seguido de una coma, luego se pone la inicial del nombre de pila seguida de un punto; inmediatamente, entre paréntesis, la fecha. Enseguida ha de ponerse la preposición "En", y, luego, el apellido seguido de una coma y la inicial del nombre de pila del editor o compilador de la obra; indicando a continuación entre paréntesis "Ed." o "Comp.", como sea el caso; inmediatamente se señala el nombre del libro en cursivas y, entre paréntesis, las páginas del artículo precedidas por la abreviatura "p."

o "pp." seguido de un punto; posteriormente, el lugar de publicación de la obra, y, antecedido por dos puntos, la editorial. Ejemplo: Mora, F. (1987). Las almitas. En Ugalde, M. (Ed.) *Cuentos fantásticos* (pp. 12-18). Barcelona: Planeta.

Artículo contenido en una revista

En este caso, se indica el apellido del autor y, luego precedido por una coma, se coloca la letra inicial de su nombre de pila; luego de un punto, y entre paréntesis, la fecha; después el título del artículo y un punto. Enseguida, va el nombre de la revista, en cursivas; inmediatamente, se indica el número de la edición o del volumen separado por una coma de las páginas que constituyen el artículo, luego se coloca el punto final. Ejemplo: Fernández, P. (2008). Las huellas de los dinosaurios en áreas silvestres protegidas. *Fauna prehistórica*, 39, 26-29.

Artículo contenido en un periódico

Si la referencia fuera a un diario o semanario, habría de procederse igual que si se tratara de una revista, con la diferencia de que la fecha de publicación se consignará completa iniciando con el año, separado por una coma del nombre del mes y el día, todo entre paréntesis. Antes de indicar el número de página, se coloca la abreviatura "p." o "pp.". Ejemplo: Núñez, A. (2017, marzo 16). Descubren vida inteligente en Marte. *La Nación*, p. 3A.

Material en línea

(Note que ya no se utiliza el "Disponible en:" o "Recuperado de:" antes del link)

En caso de que el artículo provenga de un periódico o una revista en línea, se conserva el formato correspondiente y luego se

coloca la dirección electrónica, sin punto al final. Ejemplo: Brenes, A. y Ugalde, S. (2009, noviembre 16). La mayor amenaza ambiental: dragado del río San Juan afecta el río Colorado y los humedales de la zona. *La Nación*. http://www.nacion.com/ln_ee/2009/noviembre/16/opinion2160684.html

Para artículos con DOI, al final de la referencia no se debe incluir la palabra DOI como se acostumbraba, sino incluir únicamente el link completo. Ejemplo: Molina-Murillo, S., Perez, J.P. y Herrera, M.E. (2014). Assessment of environmental payments on indigenous territories: The case of Cabecar-Talamanca, Costa Rica. *Journal of Ecosystems Services*, (8), 35-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.02.003>

Autores múltiples

Cuando el texto referenciado tenga dos autores, el apellido de cada uno se separa con una coma de la inicial de su nombre de pila; además, entre un autor y otro se pondrá la conjunción “y”. Ejemplo: Otárola, A. y Sáenz, M. (1985). *La enfermedad principal de las vacas*. San José: EUNED.

Tratándose de tres o más autores, se coloca el apellido de cada autor separado por una coma de la inicial de su nombre de pila, luego de la que va un punto; y, entre uno y otro autor

media una coma. Antes del último autor se coloca la conjunción “y”. Ejemplo: Rojas, A., Carvajal, E., Lobo, M. y Fernández, J. (1993). *Las migraciones internacionales*. Madrid: Síntesis.

Sin autor ni editor ni fecha

Si el documento carece de autor y editor, se colocará el título del documento al inicio de la cita. Al no existir una fecha, se especificará entre paréntesis “s.f.” (sin fecha). La fuente se indica anteponiendo “en”.

En caso de que la obra en línea haga referencia a una edición impresa, hay que incluir el número de la edición entre paréntesis después del título. Ejemplo: Heurístico. (s.f.). En diccionario en línea Merriam-Webster’s (ed. 11). <http://www.m-w.com/dictionary/heuristic> . Otro ejemplo: Titulares Revista Voces Nuestras. (2011, febrero 18). *Radio Dignidad*, 185. http://www.radiodignidad.org/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=44

Puede utilizarse corchetes para aclarar cuestiones de forma, colocándolos justo después del título, y poniendo en mayúscula la primera letra: [Brochure] , [Podcast de audio], [Blog], [Abstract], etcétera. Ejemplo: Cambronero, C. (2011, marzo 22). La publicidad y los cantos de sirena. *Fusil de chispa* [Blog]. <http://www.fusildechispas.com>

AMBIENTICO

Web: www.ambientico.una.ac.cr

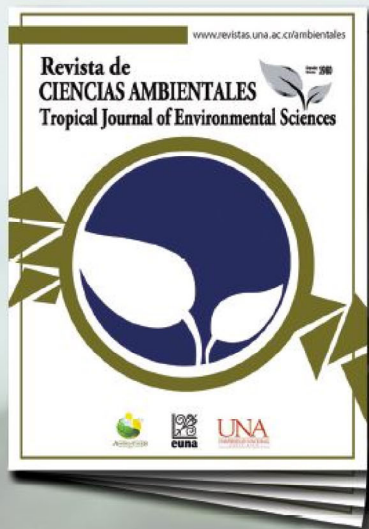
Email: ambientico@una.ac.cr

Tel: (506) 2277 3688 | Fax: (506) 2277-3689

Redes Sociales: Facebook | Twitter



También disponible desde la Escuela de Ciencias Ambientales
la publicación científica internacional



Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



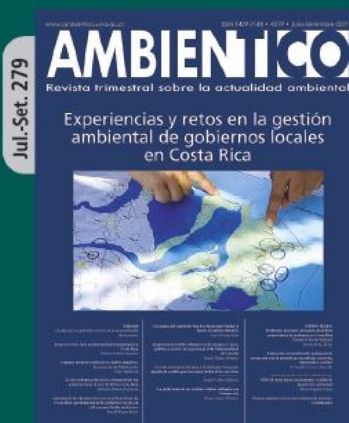
Revista científica, internacional e
interdisciplinaria con trayectoria desde 1980



www.revistas.una.ac.cr/ambientales



revista.ambientales@una.ac.cr



UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA