

# LOS ÁRBOLES EN LA CIUDAD: CARBONO COMO SERVICIO ECOSISTÉMICO URBANO



## **Autores:**

Miguel Cifuentes-Jara, Rebeca Brenes, Christian Brenes, Lenin Corrales, Manuel Vargas, Julie Betbeder, Grettel Vargas, Allan Guerrero y Emily Fung.

## **DEFINICIONES:**

### **Servicios Ecosistémicos de Regulación: Secuestro y Almacenamiento de Carbono**

Los servicios ecosistémicos de regulación son aquellos que permiten el desarrollo de las funciones claves del ecosistema, tales como: mantener el clima local, la calidad del aire, el secuestro y almacenamiento de carbono. (FAO, 2020).

Los árboles y plantas urbanas influyen en la mitigación del cambio climático por medio de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los árboles y plantas, al crecer, eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera y lo retienen en sus tejidos, influyen en la calidad del aire al convertir el dióxido de carbono en oxígeno a través de la fotosíntesis, mejoran la calidad del aire al interceptar partículas contaminantes (polvo, ceniza, polen y humo) y ayudan a reducir la temperatura local del aire al proporcionar sombra (FAO, 2020)

### **Stock y Densidad del Carbono**

Se refiere a la cantidad de carbono almacenada en los ecosistemas de los bosques del planeta, principalmente en la biomasa viva y en el suelo. La capacidad de los ecosistemas forestales para almacenar carbono en forma de biomasa varía en función del clima, la composición florística, la edad y la densidad de población de cada estrato por comunidad vegetal (Rügnitz et al., 2009).



## **EL CARBONO FORESTAL EN LA GRAN ÁREA METROPOLITANA**

Las ciudades, a nivel mundial, tienen un rol importante en la provisión de una serie de bienes y servicios necesarios para el desarrollo socioeconómico, cultural y comercial. Sin embargo, son grandes contribuyentes de gases de efecto invernadero<sup>1</sup> (GEI) y el cambio climático, debido al alto consumo de recursos energéticos, y a la degradación y fragmentación de los ecosistemas naturales urbanos (Tang et al., 2016; C40, 2020).

En Costa Rica, la Gran Área Metropolitana (GAM) concentra el 60 % de las actividades económicas del país y es la zona más densamente poblada, con un 68 % de la población nacional. Por el tipo de desarrollo urbano horizontal<sup>2</sup>, la deforestación y la deficiencia en el transporte público masivo<sup>3</sup>, la GAM presenta desafíos relacionados con la contaminación atmosférica<sup>4</sup>, el aumento en las emisiones de GEI<sup>5</sup>, la pérdida de hábitat natural, la degradación de la calidad del aire y el agua, la disminución de la calidad de vida/salud y el calentamiento local (Tang et al., 2016; IMN, 2018; Costa Rica, 2019c).

1. Alrededor de un 70 % de los GEI generados a nivel mundial se producen en las ciudades y se espera que, para el año 2050, más del 60 % de la población mundial viva en áreas urbanas, lo que provoca un aumento de los GEI y una mayor presión sobre los recursos naturales, energéticos e hídricos (UN, 2015; C40, 2020).

2. La deforestación del Valle Central está relacionada con la expansión y el crecimiento horizontal urbano, especialmente en las zonas de Heredia, Alajuela y San José (Costa Rica, 2019b).

3. La deficiencia en el transporte público ha fomentado el uso de transporte particular privado, el cual se ha triplicado en los últimos 20 años (NEP DTU Partnership, 2016; Costa Rica, 2019b).

4. La flora vehicular en la GAM es la principal fuente de contaminación del aire; representa un 75 %, mientras que el sector industrial es responsable de un 23 % (Alpizar et al., 2017).

5. La principal fuente de emisiones de GEI en la GAM corresponde a los sectores de transporte. El 70 % de la flota vehicular nacional se encuentra en la GAM (Alpizar et al., 2017; Costa Rica, 2019b).

Sin embargo, el país está dando pasos importantes en el desarrollo de un marco institucional y normativo<sup>6</sup> de cambio climático, enfocado en un desarrollo bajo en emisiones, mediante la remoción de GEI y la descarbonización de la economía. Es importante reconocer el rol y la importancia de la cobertura forestal para mitigar los impactos. Estas iniciativas afectan, de manera directa e indirecta, a nivel urbano; específicamente el NAMA Urbano<sup>7</sup>, el Programa País Carbono Neutralidad 2.0<sup>8</sup> (PPCN), el Plan Nacional de Descarbonización (PND)<sup>9</sup>, la implementación de la estrategia REDD+<sup>10</sup> en zonas urbanas y el establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos (CBI). Estas iniciativas deberán fortalecerse para incluir, de manera más directa, el rol de los árboles, parques recreativos y bosques urbanos en el almacenamiento y secuestro de carbono<sup>11</sup>, y en la provisión de otros servicios ecosistémicos, por medio del establecimiento de soluciones basadas en la naturaleza (SbN)<sup>12</sup>.

## Línea base de indicadores asociados a la captura de carbono en espacios verdes urbanos

En el marco del Atlas de Servicios Ecosistémicos de la Gran Área Metropolitana, se generó información sobre la cantidad de carbono presente en la GAM, en el Corredor Biológico Interurbano Río Torres (CBIRT), en el Corredor Biológico Interurbano Río María Aguilar (CBIMI) y en 4 de los distritos más densamente poblados de la GAM. Para cuantificar la cantidad de carbono<sup>13</sup>, se identificó la cantidad de cobertura vegetal y el tipo de cobertura vegetal y se utilizó la densidad de carbono según tipo de bosque establecidas para el país.

### Indicadores Gran Área Metropolitana



La cobertura vegetal para la GAM es de 88.944,7 ha, lo cual representa el 48,2 % del total del área de la GAM.



De esta cobertura vegetal, el 88 % corresponde a bosque secundario medio y tardío (incluye vegetación de más de 15 años, especies de rápido crecimiento y remanentes de bosques) y un 12 %, a bosques secundarios tempranos (vegetación de menos de 15 años, incluyen bosques jóvenes, pastizales y charrales).

- En la GAM, el 9.4 % de la vegetación corresponde a vegetación riparia<sup>14</sup>.



Otros usos de la tierra también adicionan carbono, aunque en menor medida, como es el caso de pastos con árboles, los cuales representan un 17 % del uso de la tierra de la GAM.

6. El país cuenta con políticas para el cambio climático, tanto a nivel general como sectorial (transporte, agropecuario, REDD+, energía), las cuales establecen el marco institucional para alcanzar la gestión integral del cambio climático. Entre ellas, se mencionan: Estrategia Nacional de Cambio Climático, Plan de Acción de la Estrategia de Cambio Climático, Política Nacional de Gestión del Riesgo, Plan Nacional de Energía, Programa Nacional de Carbono Neutralidad, Plan Nacional de Adaptación, NAMA Café, NAMA Ganadería, NAMA Urbano, NAMA Residuos, NAMA Biomasa, Estrategia PNE y Estrategia REDD+ (Costa Rica, 2019b).

7. Una NAMA es una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA, por sus siglas en inglés), la cual busca establecer las acciones de mitigación o reducción de emisiones en países en desarrollo, a nivel sectorial (UNFCCC, 2020). En Costa Rica, se busca implementar el NAMA urbano, dirigido a la mitigación de GEI, a través de una mejora en los medios de transporte, la adopción de una gestión del arbolado urbano y el establecimiento de SAF en fincas periurbanas (Jenkins, 2016; UNFCCC, 2021).

8. Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN) 2.0, establecido mediante decreto Ejecutivo No. 41122. Es un mecanismo voluntario al que pueden acceder organizaciones, empresas públicas y privadas, organizadores de eventos, comunidades y gobiernos locales, para el reporte de inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la demostración de acciones de reducción, remoción y compensación de emisiones, y el fortalecimiento de la descarbonización (DCC, 2021).

9. El Plan de Descarbonización busca trazar rutas de cambio en las áreas claves para revertir el crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero y transformar el modelo de desarrollo, hacia uno basado en bioeconomía, crecimiento verde, inclusión y mejoramiento de la calidad de vida de la ciudadanía (Costa Rica, 2019a). En su eje 10, se señala la meta de establecer 4500 ha de áreas verdes urbanas a través de parques recreativos en la GAM y un sistema de redes ambientales – peatonales a través de corredores biológicos urbanos y corredores peatonales (Costa Rica, 2019a).

10. La Estrategia REDD+ (Reducción de emisiones por deforestación y degradación del bosque más la conservación/gestión sostenible de los bosques y aumento de las reservas de carbono forestal) es un mecanismo internacional de participación voluntaria, dirigido a la mitigación del cambio climático. En Costa Rica, se implementó y oficializó en el año 2017, mediante decreto N° 40464-MINAE (Decreto 40464-MINAE).

11. Los beneficios ecosistémicos de secuestro de carbono de los espacios verdes están ligados al tipo de cobertura (bosque primario, bosque secundario, pasto, charral, etc.), a la estructura de la vegetación y la composición de esta (Mexia et al., 2018).

12. Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) se refieren a aquellas acciones que gestionan los recursos naturales, o emulan procesos naturales, para responder de forma costo eficiente a los desafíos de sostenibilidad (CATIE, 2019).

13. El mínimo de densidad de carbono en la GAM, es 115 Mg/ha y el máximo es 491 Mg/ha. El promedio de densidad de carbono en la GAM es de 225.2 MG/ha. Densidades de carbono establecidas para las zonas de vida en el país, determinadas por el SINAC / MINAE para el desarrollo del Inventario Forestal Nacional. La densidad de carbono por zona de vida es el dato utilizado para el cálculo de carbono forestal en la GAM, empleado en el Atlas de Servicios Ecosistémicos.

14. Bosques y arbolados en ribera de ríos: se define como masas ocupadas por vegetación arbórea, ubicada en los márgenes de los cursos de aguas permanentes o temporales (CATIE, 2019).

# Indicadores Corredores Biológicos Interurbanos (CBI) y cantones

- 

Los Corredores Biológicos Interurbanos presentan espacios seminaturales como cultivos, pastos con árboles, charrales, cafetales y jardines; también, contribuyen al almacenamiento de carbono.
- 

Los Corredores Biológicos Interurbanos presentan 1.036.709 de Mg C<sup>15</sup>.
- 

El Corredor Biológico Interurbano Río Torres aporta un 2.2 % del total del stock de carbono de la GAM, con un acumulado de 338.455,31 Mg C<sup>16</sup>.

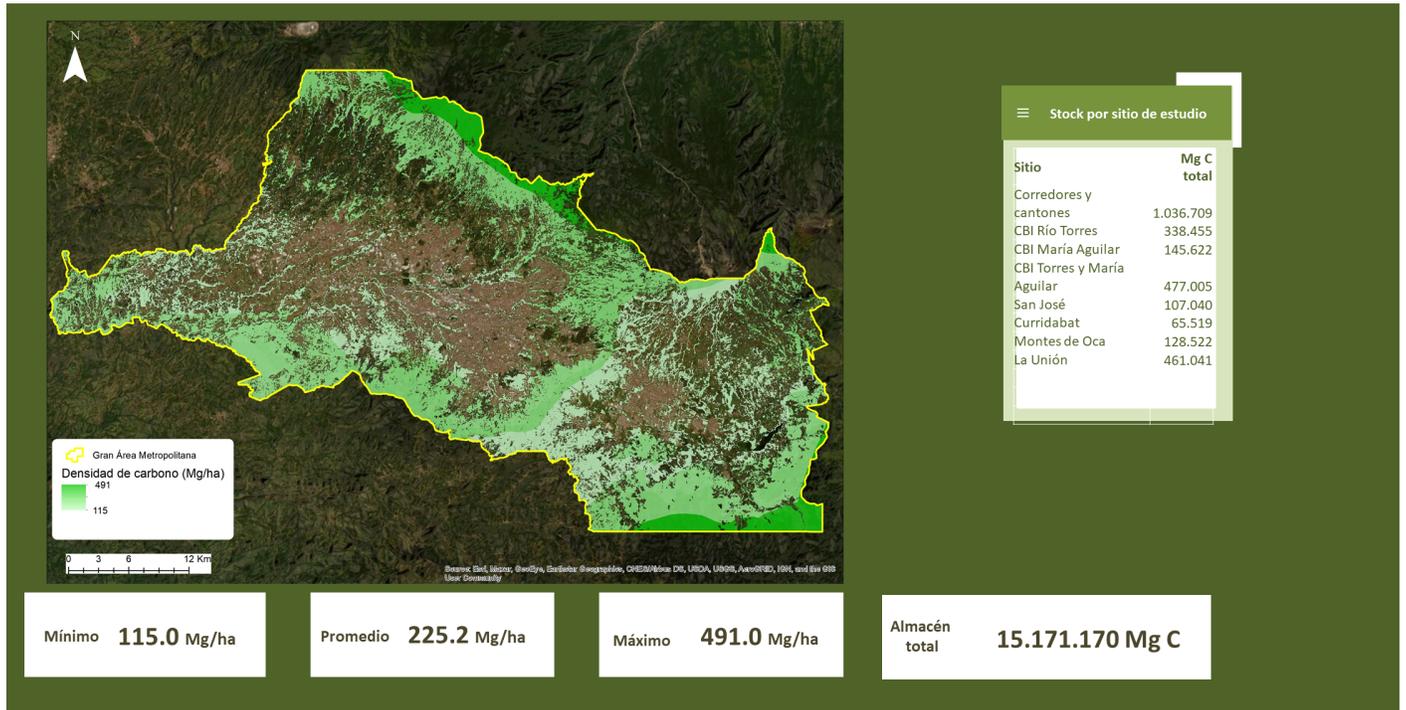
  - La vegetación del CBIRT representa el 33.76 % (59.995,23 ha) del total de la GAM; el 11.85 % corresponde a vegetación ribereña..
- 

El Corredor Biológico Interurbano María Aguilar representa un 1 % del total del stock de carbono de la GAM, con un acumulado de 146.622,0312 Mg C.

  - La vegetación del CBIMA representa el 25.75 % (45.760,58 ha) del total de la GAM; el 5.2 % corresponde a vegetación ribereña.

## Densidad de carbono en biomasa forestal en la Gran Área Metropolitana

Servicio ecosistémico regulación: Almacenamiento y secuestro de carbono



Proyecto **Biodiver.City**  
Establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos

Fuente: Imágenes Sensor Sentinel 2B (Agencia Espacial Europea)



FIGURA 1. Densidad de carbono forestal para la gran área metropolitana. Atlas de Servicios Ecosistémicos, 2021.

15. La biomasa y el contenido de carbono se miden en unidades de Mg/ha (megagramos, o toneladas, por hectárea).

16. El stock de carbono (MgC/ha) es la medida que se utiliza para indicar la cantidad de carbono que se encuentra almacenado.

# Líneas de acción para el servicio ecosistémico de carbono forestal

En este trabajo, se proponen lineamientos de acción política dirigidos al fomento de la restauración y aumento de los espacios verdes urbanos. Ya que el país cuenta con sólidos instrumentos de política pública dirigidos a la gestión integral de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático y a la implementación de un modelo de descarbonización de la economía, se considera la remoción de GEI por parte de la cobertura forestal como un aspecto primordial. Sin embargo, para el desarrollo de un nuevo marco conceptual de Ciudad Verde<sup>17</sup>, se requiere la integración y comprensión del rol de la cobertura vegetal urbana dentro del esquema actual y, por lo tanto, las recomendaciones van dirigidas a la integración de la vegetación urbana y sus características.

## Legales

- Continuar con los esfuerzos realizados en la normativa de Política Nacional y Planes de Acción a mediano y largo plazo, considerando los Acuerdos Internacionales suscritos por el país y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Implementar el concepto de Ciudad Verde que guíe el desarrollo y ordenamiento territorial urbano, considerando los aspectos de sostenibilidad, resiliencia, equidad y salud, y bienestar.
- Crear normativa sobre la definición, estandarización y gestión de la vegetación urbana, ampliando el concepto de forestería urbana, para incluir los ecosistemas naturales, seminaturales y la vegetación urbana.
- Reconocer los servicios ecosistémicos urbanos como base para la regulación y el soporte de la vida en las ciudades.
- Incluir dentro de los instrumentos de planificación urbana el reconocimiento legal de las Áreas Silvestres Protegidas urbanas, Corredores Biológicos Interurbanos y otros elementos de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos urbanos.

## Institucionales

- Fortalecer el rol de los gobiernos locales para que desarrollen mecanismos y proyectos prioritarios para la recuperación de la cobertura vegetal, la cuantificación de carbono y la consideración de actividades para el Programa País de Carbono Neutralidad.
- Incentivar la planificación y acción climática desde los gobiernos locales. Estos deben liderar las estrategias de mitigación, adaptación y gestión del riesgo climático a nivel local, basándose en las metas climáticas nacionales y locales.

## Financieras

- Considerar la implementación de pago por servicios ecosistémicos (PSE) del arbolado urbano, dirigido a la recuperación de vegetación en zonas urbanas, considerando tanto áreas públicas como privadas.
- Establecer incentivos fiscales para el desarrollo de un programa de embellecimiento del paisaje a nivel cantonal y nacional, que busque aumentar la cobertura vegetal de manera armónica y brindando SE urbanos.

<sup>17</sup> Ciudad verde se entiende como el espacio (peri) urbano donde se valora, conserva y usa la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, mediante el mantenimiento, recuperación, rehabilitación o creación de espacios naturales o seminaturales como parques recreativos urbanos, corredores biológicos interurbanos y trama verde para la recuperación de las funciones ecológicas, el bienestar humano y contribuir a la descarbonización (Corrales, 2020).

## Técnicas:

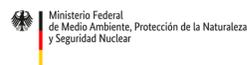
- Establecer programas de restauración y recuperación de los espacios verdes urbanos naturales y seminaturales, con pautas de paisajismo que permitan crear espacios para el ocio, la recreación y el diseño adecuado para el objetivo final de uso público.
- Considerar el potencial de remoción de carbono de otras coberturas vegetales presentes en las áreas urbanas, tales como: plantas cubresuelos, pastos ornamentales, arbustos y hierbas, dentro de las acciones y estrategias del Programa País Carbono Neutralidad u otros programas de certificación voluntaria.
- Establecer un sistema de monitoreo de GEI Cantonal que permita llevar el seguimiento y la línea base del número de árboles por espacios verdes públicos (parques recreativos, franjas de carretera, boulevares), número de parques recreativos (inventarios), área total de parques públicos, espacio verde público por habitante y cuantificación de las emisiones de GEI a nivel cantonal.

El Atlas 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.

Más información y contactos: [www.atlasverde.org](http://www.atlasverde.org)



Por encargo de:



de la República Federal de Alemania

## REFERENCIAS

---

Alpizar, F; Piaggio, M. & Pacay, E. (2017) *Valoración económica de los beneficios en la salud asociados a la reducción El caso de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica*. El caso de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. CEPAL / EUROCLIMA

Biodiver\_City (2020) *¿Qué son los Corredores Biológicos Interurbanos (CBI)?* Programa Nacional de Corredores Biológicos. Proyecto

Biodiver\_City, MINAE, SINAC, Corredores Biológicos, GIZ, Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear. (2021) *Programa Nacional de Corredores Biológicos*. Recuperado de <http://biocorredores.org/biodiver-city-sanjose/programa-nacional-de-corredores-biologicos> en diciembre, 2020.

Castro-Álvarez, M. (2019) Área de Conservación Central: promoviendo conectividad estructural y funcional a través de corredores biológicos interurbanos en Costa Rica. *Ambientico*. 272. Pp. 19-27

CATIE (2019) *Validación de Leyenda para la Trama Verde y Uso de Suelo en la Gran Área Metropolitana. Técnico. Proyecto "Análisis de los servicios Ecosistémicos de los Espacios Verdes en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica y Elaboración de un Atlas Temático*. Biodiver\_City. Memoria de Taller I Técnico.

C40 (2020) *Join Deadline 2020*. Recuperado de <https://resourcecentre.c40.org/join-deadline-2020> en diciembre, 2020.

Costa Rica (2019a) *Plan Nacional de Descarbonización*. Gobierno de Costa Rica 2018-2050.

Costa Rica (2019b) 2do. *Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Primera Edición.

Costa Rica (2019c) *Inventario Nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 2015*. Primera Edición.

DCC. (2021) *Programa país carbono neutralidad*. Recuperado de <https://cambioclimatico.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/> en marzo, 2021.

FAO. (2017) *Directrices para la silvicultura urbana y periurbana*, por Salbitano, F; Borelli, S; Conigliaro, M. & Chen, Y. 2017. Estudio FAO: Montes N° 178, Roma, FAO.

FAO (2020) *Protecting ecosystem services and biodiversity: FAO's mission and solutions*. Recuperado de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/en/> en noviembre, 2020.

Jenkins, A. (2016) *Acción Climática Nacional: Breve síntesis de la agenda nacional*. Gobierno de Costa Rica. MINAE / DCC.

Mexia, T; Vieira, J; Príncipe, A; Anjos, A; Silva, P; Lopes, N; Freitas, C; Santos-Reis, M; Correia, O; Branquinho, C. & Pinho, P. (2018) Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environmental Research*. 160(1). Pp. 469-478

Proyecto Biodiver\_City, GIZ. (2021) *Atlas de Servicios Ecosistémicos de la Gran Área Metropolitana*. Costa Rica.

Rügnitz, M; Chacón, M. & Porro, R. (2009) *Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales*. 1. ed. Lima, Perú. Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica (IA).

Tang, R. (2012) *Mejoramiento de las capacidades nacionales para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación del sistema hídrico al cambio climático en Costa Rica, como mecanismo para disminuir el riesgo al cambio climático y aumentar el Índice de Desarrollo Humano*. Ministerio de ambiente, energía y telecomunicaciones. Instituto meteorológico nacional.

UNFCCC (2021) *Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs)*. Recuperado de <https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/nationally-appropriate-mitigation-actions> en marzo, 2021.