



Carbono capturado y calidad de agua del biocorredor Río de Oro, Ecuador

Palma Hernández, Andrea Karolina¹, Macías Vélez, Wagner Andrés², Moreira Mendoza, Jorge M.², Muentes Rodríguez, Ronald Bryan², Macías Sornoza, Anthony Jordan², Monge Villafuerte, Jean Pierre¹

¹Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

²Facultad de Ingenierías Agroambientales, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0001-6724-362X> andrea.palma@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-0668-8941> wmacias2988@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4569-7959> jmoreira5726@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2212-2274> ronald.muentes@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6835-9237> amacias7022@utm.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-3340-1900> jhampi0306@gmail.com

ASA/Artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.17465121>

Recibido: 16-12-2024

Aceptado: 14-06-2025

RESUMEN

En el cantón Portoviejo, Ecuador, fue desarrollado el proyecto biocorredor Río de Oro con el propósito de restaurar el canal Río de Oro y sus alrededores y mitigar así la contaminación ambiental presente. El monitoreo y seguimiento de este proyecto requiere de actividades como la medición de la biodiversidad, estructura y función de los árboles y el almacenamiento de carbono, entre otras, que permitan valorar su alcance y las metas logradas. En este sentido, se planteó evaluar el carbono de la biomasa aérea y la calidad de agua del biocorredor Río de Oro, Ecuador, a fin de conocer el impacto del proyecto en la zona y determinar el cumplimiento de los objetivos iniciales planteados. Se identificaron las especies arbóreas y se determinaron las variables dasométricas y el carbono capturado por la biomasa aérea. También se evaluó la calidad de agua en las zonas inicial, media y final del canal. En el arbolado del biocorredor Río de Oro fueron identificados 102 individuos distribuidos entre 17 especies, con predominio de *Bauhinia aculeata* y *Handroanthus bilbergii*. La mayor contribución a la captura de carbono proviene de las especies *Samanea saman* y *Bucida buceras*, observándose que el carbono capturado y el CO₂ aumentaron con el incremento de la biomasa aérea. Adicionalmente, se observó que la mayoría de parámetros analizados de las aguas del canal cumplieron con los límites del Acuerdo Ministerial 097-A. El desarrollo del proyecto biocorredor Río de Oro ha permitido la recuperación de un espacio público útil para mejorar la calidad de vida de sus habitantes a través de diferentes beneficios ecosistémicos, lo que demuestra el cumplimiento de los objetivos del proyecto y lo convierte en un modelo de gestión a seguir para solucionar varios problemas de las ciudades, incluido el cambio climático.

Palabras clave: carbono capturado, calidad, bosques urbanos, inventario forestal, biocorredor Río de Oro.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons reconocimiento-No comercial 4.0 internacional. Permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra con fines no comerciales. A cambio, se debe reconocer y citar al autor original. (CC BY-NC-SA 4.0)

Carbon capture and water quality of the Río de Oro biocorridor, Ecuador

ABSTRACT

In the canton of Portoviejo, Ecuador, the Río de Oro Biocorridor project was developed with the goal of restoring the Río de Oro canal and its surroundings and mitigating current environmental pollution. This project requires monitoring and follow-up through activities such as biodiversity measurement, tree structure and function, and carbon storage, among others, to assess its scope and goals achieved. In this regard, the goal was to evaluate the carbon content of the aboveground biomass and the water quality of the Río de Oro Biocorridor in Ecuador to understand the project's impact on the area and determine whether the initial objectives were met. Tree species were identified, and dasometric variables and the carbon sequestered by aboveground biomass were determined. Water quality was also assessed in the initial, middle, and final zones of the canal. One hundred and two individuals were identified among the trees of the Río de Oro Biocorridor, distributed among 17 species, with a predominance of *Bauhinia aculeata* and *Handroanthus bilbergii*. The largest contribution to carbon sequestration comes from the species *Samanea saman* and *Bucida buceras*, with the increase in captured carbon and CO₂ observed to increase with increasing aboveground biomass. Additionally, it was observed that most of the canal water parameters analyzed met the limits of Ministerial Agreement 097-A. The development of the Río de Oro biocorridor project has allowed for the recovery of a useful public space for improving the quality of life of its inhabitants through various ecosystem benefits. This demonstrates the fulfillment of the project's objectives and makes it a management model to follow for solving various problems facing cities, including climate change.

Keywords: captured carbon, quality, urban forests, forest inventory, Río de Oro biocorridor.

INTRODUCCIÓN

Durante el último siglo ha ocurrido una expansión de las ciudades en el mundo, tanto en tamaño como en cantidad (Borelli et al., 2018), lo que ha generado que cerca del 55% de la población mundial actual ocupe los espacios urbanos, estimándose que para el año 2050 el 70% de las personas vivan en ciudades (Urbiárbol, 2021). Este crecimiento urbanístico ha originado enormes barreras para la sostenibilidad y equidad en el desarrollo de las ciudades por las limitaciones relacionadas con el suministro de alimentos y servicios básicos (United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2016). En los países en vías desarrollo, la expansión urbana se ha caracterizado por la falta de planificación y de pautas sostenibles de consumo y producción, con consecuencias como la sobreexplotación de los recursos naturales, ciudades más vulnerables a los efectos del cambio climático y los desastres naturales y comunidades urbanas y periurbanas expuestas la pobreza y la inseguridad alimentaria (Borelli et al. 2018).

Ante este inminente crecimiento

urbanístico mundial se presenta el desafío de diseñar y adaptar las ciudades para que superen los efectos negativos, resaltando la alternativa de los bosques urbanos y periurbanos por los grandes beneficios ecosistémicos prestados y la capacidad de conectar las ciudades con la naturaleza (Calaza et al., 2018). Entre los beneficios generados por los bosques urbanos y periurbanos se encuentran los servicios de regulación como la eliminación de la contaminación del aire, regulación de las inundaciones, almacenamiento del carbono y la regulación climática, servicios culturales que involucran el intercambio de conocimientos, la estética, la recreación, el patrimonio natural y el “sentido de pertenencia” y servicios de aprovisionamiento que consisten en el suministro de productos como agua potable, leña, alimentos y medicinas. Además, los bosques urbanos y periurbanos contribuyen a la diversidad cultural y biodiversidad en las zonas urbanas, lo que mejora la resiliencia de las ciudades ante la crisis ambiental mundial (Dobbs et al. 2018).

Bajo este contexto de arbolado urbano, en el cantón Portoviejo, Ecuador, se

desarrolló el proyecto biocorredor Río de Oro, que tuvo como objetivo fortalecer la calidad de los espacios públicos en el marco del Plan de Desarrollo Portoviejo 2035. La zona de intervención comprendió 1,5 km de la cuenca del Río de Oro, un canal artificial que va desde el puente Bellavista hasta el puente de las Orquídeas, donde existían serios problemas ambientales de deforestación, erosión de los suelos y contaminación del agua debido a conexiones clandestinas de aguas servidas y la presencia de desechos como basura orgánica, llantas, escombros de construcción, carroña, vidrios, entre otros (Urbiárbol, 2021).

Para el desarrollo del proyecto biocorredor Río de Oro se ejecutaron una serie de acciones a través de alianzas entre la academia y los sectores públicos y privados que pretendían impulsar varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por el Acuerdo de París. Las acciones se llevaron a cabo en cuatro fases dirigidas a restaurar el canal Río de Oro y sus alrededores y mitigar así la contaminación ambiental presente: limpieza del canal, sensibilización ambiental a la ciudadanía, arborización del

canal en conjunto con la construcción de una caminera ecológica y el monitoreo y seguimiento (Urbiárbol, 2021).

En este sentido, el monitoreo y seguimiento de la ejecución del proyecto requiere de actividades como la medición de la biodiversidad, estructura y función de los árboles y el almacenamiento de carbono en la vegetación, entre otros (Salvador-Morales et al. 2019), a fin de entender el funcionamiento del ecosistema, tomar decisiones para un buen manejo sustentable y evaluar así el cumplimiento de los objetivos de la gestión.

A partir de la situación señalada, se propuso evaluar el carbono capturado en la biomasa aérea arbórea y la calidad de agua del canal del biocorredor Río de Oro, Ecuador, a fin de conocer el impacto del proyecto en la zona y determinar el cumplimiento de los objetivos iniciales planteados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio de área y recolección de datos

El estudio se realizó en el biocorredor Río de Oro, un canal artificial de 1,5 km de

longitud ubicado en la ciudad de Portoviejo bajo las coordenadas 1°03'46"S 80°28'39"W. Las especies arbóreas, tanto antiguas como recién plantadas, fueron identificadas por un botánico experto del Jardín Botánico de Portoviejo.

Medición de variables dasométricas

Se midieron las variables dasométricas altura de los árboles y circunferencia a la altura del pecho (CAP) utilizando un clinómetro y una cinta métrica. El diámetro a la altura del pecho (DAP) se obtuvo mediante la ecuación:

$$DAP = CAP/3,14.$$

Determinación del carbono en la biomasa aérea

Para el cálculo de la biomasa aérea (BA) se aplicó la siguiente fórmula:

$$BA = \sum \left(\frac{AU}{1000} \right) * \left(\frac{10000}{\text{área de la parcela}} \right)$$

Donde:

BA = Biomasa arbórea sobre el suelo (Mg/ha).

$\sum AU$ = Sumatoria de la biomasa arbórea de todos los árboles de la parcela (Kg).

La biomasa aérea estimada por árbol se obtuvo por la ecuación (Salvador-Morales et al., 2019):

$$AU = 0,0673 * (\rho D^2 H)^{0,976}$$

Donde:

AU = Biomasa aérea estimada (Kg).

D = Diámetro normal (cm).

H = Altura total (m).

ρ = Densidad de la madera (g/cm³).

La densidad de la madera confiere al árbol atributos mecánicos y físicos, tales como peso, dureza y resistencia a la abrasión y al impacto, es propia de cada especie y depende del tipo y la cantidad de elementos celulares que la constituyen (Ordoñez Diaz et al. 2015). Los valores de densidad de madera se obtuvieron de "The Global Wood Density Database" (Zanne et al. 2009).

El carbono en la biomasa aérea se obtuvo por la ecuación propuesta por Chave et al. (2014):

$$CBA = BA * FC$$

Donde:

CBA = Carbono en la biomasa aérea (Mg C/ha)

FC = Fracción de carbono (Mg C/Mg MS), asumiendo un valor estándar de

0,50.

La cantidad de CO₂ capturado se estimó
con la ecuación de Castillo Ruperti et al.
(2022):

$$CO_2 = C * 3,67$$

Donde:

CO₂ = Cantidad de dióxido de carbono
capturado en toneladas

El área basal por hectárea se calculó
utilizando la siguiente fórmula (Castillo
Ruperti et al., 2022):

$$AB = \pi \frac{(DAP/2)^2}{S}$$

Donde:

AB = Área basal (m²/ha)

S= Superficie (ha)

Análisis de la calidad del agua

Las muestras de agua se tomaron en tres
zonas del canal: inicial, media y final,
utilizando envases de plástico de 1,5 L de
capacidad, lavados previamente con agua
destilada y HNO₃ (1:1) y siguiendo la
metodología descrita por la APHA-
AWWA-WPCF (1999).

A las muestras de agua se le realizaron los

siguientes análisis (APHA-AWWA-
WPCF, 1999):

Físicos

Color (2120 B), conductividad eléctrica
(2520 B), materia flotante (2530),
mineralización (3030 D), oxígeno disuelto
(4500-O G), pH (4500 B), salinidad
(2520), sólidos totales (2540 G), sólidos
totales disueltos (2510 B), sólidos
suspendidos totales (2540 D), temperatura
in situ (2550 B).

Químicos

Arsénico (3113 B), dureza total (2340 A),
alcalinidad total (2320 B), cloruros (4500-
Cl⁻ B), cianuro (4500-CN⁻), cobre (3113
B), cromo (3113 B), flúor (4500-F⁻ F),
hierro (3113 B), manganeso (3113 B),
nitratos (4500-NO₃⁻), nitritos (4500-NO₂⁻
, sulfatos (4500-SO₄²⁻ A), sulfuro de
hidrógeno (4500-S²⁻ A).

Microbiológicos

Coliformes fecales (9223 B)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Distribución de especies

En la Figura 1 se muestra la frecuencia de cada especie arbórea en la zona estudiada utilizando sus nombres científicos. Esta distribución es un indicador de la riqueza y abundancia que posee el área considerando que las especies con mayor frecuencia son las más dominantes en el ecosistema, mientras que una alta diversidad unida a frecuencias similares sugiere un ecosistema equilibrado. Adicionalmente, una dominancia marcada podría indicar una importancia ecológica particular en el entorno.

En el arbolado del biocorredor Río de Oro

se identificaron 102 individuos pertenecientes a 17 especies, distribuidos entre los componentes vegetales árboles, arbustos y frutales. El mayor número de individuos se presenta en *Bauhinia aculeata* y *Handroanthus bilbergii* con 26 y 24, respectivamente, indicativo de que son las especies de mayor prevalencia en el área estudiada y de gran importancia en el ecosistema local. Continúan *Bucida buceras* (13 individuos) y *Tamarindus indica* (12 individuos), cuya frecuencia muestra que ocupan un lugar importante

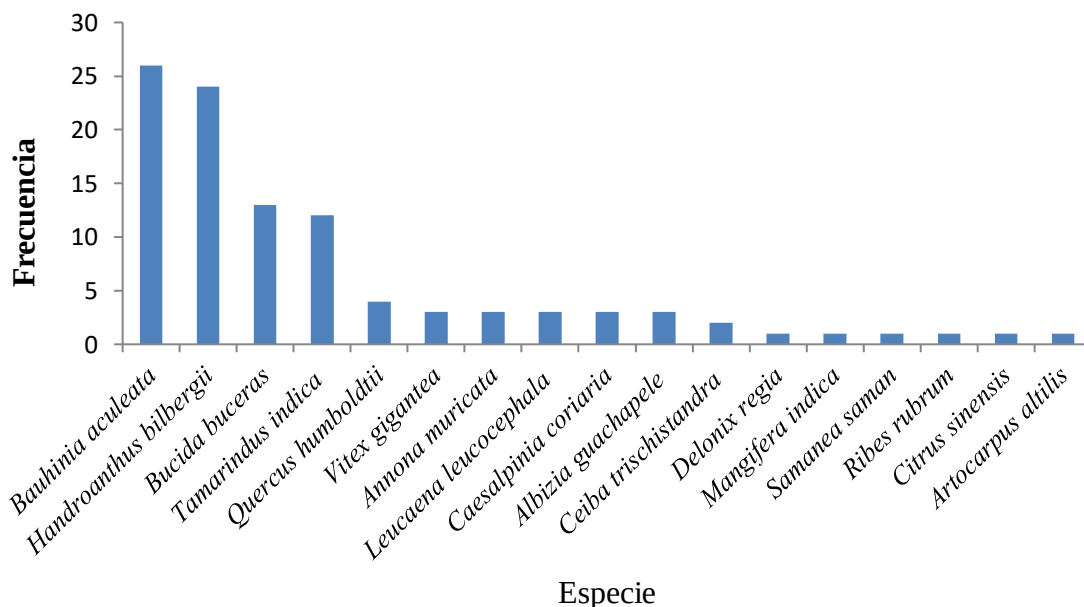


Figura 1. Distribución de especies en el biocorredor Río de Oro

dentro del área, mientras que el resto de

población está conformada por diferentes

especies, sin el predominio de alguna en particular, indicando una población heterogénea.

La presencia de diferentes especies arbóreas en la zona estudiada, tanto nativas como exóticas, obedece al cumplimiento del objetivo del proyecto biocorredor Río de Oro de fortalecer el espacio público mediante la arborización del canal para cumplir funciones ornamentales, paisajísticas y de diferentes servicios ecosistémicos, además de conservar y promover la biodiversidad.

La flora identificada en la zona del biocorredor Río de Oro constituye un elemento estructural del hábitat urbano, con una elevada variedad de árboles de gran utilidad para potenciar la biodiversidad de otras especies en el ecosistema. Esta heterogeneidad en el arbolado unido a la presencia de especies nativas, disminuye el riesgo del desarrollo de plagas y enfermedades, ya que son más adaptables, resistentes y tienen mayor relación con la fauna de la zona (Cordero et al. 2015).

Además de los servicios de regulación de la temperatura y paisajistas, la flora

identificada fortalece los valores socioculturales del arbolado promocionando los recursos forestales y las áreas turísticas, lo que contribuye directamente con el incremento de la calidad de vida, bienestar físico y mental de los residentes, al desarrollo sostenible de las ciudades y la protección del patrimonio vegetal del mundo (Patricio Jiménez-Pozo et al. 2024).

Aunque la mayoría de estudios sobre composición y estructura florística se enfocan en bosques nativos, en las últimas décadas se han desarrollado varias investigaciones a nivel global y regional, incluyendo Ecuador, sobre árboles urbanos que han generado hallazgos significativos (Pucha et al., 2023). En este sentido, varias de las especies identificadas en la zona estudiada han sido inventariadas en bosques urbanos de Portoviejo como *Albizia guachapele*, *Tamarindus indica*, *Mangifera indica*, *Bucida buceras*, *Artocarpus altilis*, *Ceiba pentandra*, *Delonix regia* y *Samanea saman* (Cabrera Verdesoto et al. 2022), lo que indica que son especies comunes en el área. Sin embargo, son menos frecuentes en el arbolado urbano de otras zonas del

país, donde sólo coincidieron *Annona muricata* L, *Mangifera indica* y *Artocarpus altilis* en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados (Patricio Jiménez-Pozo et al., 2024) y *Leucaena leucocephala* y *Ceiba trischistandra* en la ciudad de Loja (Pucha et al. 2023). Adicionalmente, en los bosques urbanos de Portoviejo se ha observado mayor abundancia de las especies *Albizia guachapele* (23,24%) y *Tamarindus indica* (19,28%) y mayor frecuencia en *Bucida buceras* (8,70%), lo que puede explicar los altos valores de frecuencia de estas especies en el estudio actual.

Carbono capturado

En la Figura 2 se muestra la cantidad total de carbono capturado por especie en el biocorredor, lo cual es fundamental para entender la contribución a la mitigación del cambio climático. Las especies *Samanea saman* y *Bucida buceras* destacan por ser las de mayor aporte con un total de 2,74 y 1,65 Mg/ha, respectivamente, cantidad significativa que subraya su rol vital en la conservación

del ecosistema. Las especies *Tamarindus indica* (0,7 Mg/ha) y *Albizia guachapele* (0,6 Mg/ha) continúan en el orden de importancia en la captura de carbono en el biocorredor, mientras que el resto, presentaron niveles por debajo de los 0,5 Mg/ha, que es relevante al considerar que se trata de 13 especies. Las especies que lideran en la captura de carbono son clave para los esfuerzos de conservación y reforestación, ya que tienen un impacto significativo en la mitigación del cambio climático. Esta información es crucial para la toma de decisiones en cuanto a la conservación y manejo del ecosistema.

El aporte de la biomasa aérea total a la captura del carbono se ubicó en 7,52 Mg/ha, que refleja los beneficios ambientales generados con las actividades de arborización del canal desarrolladas por el proyecto biocorredor Río de Oro y la contribución a la mitigación de los efectos del cambio climático. Los resultados fueron menores al rango de 33,1 a 51,35 Mg/ha en biomasa aérea de sistemas agroforestales de cacao.

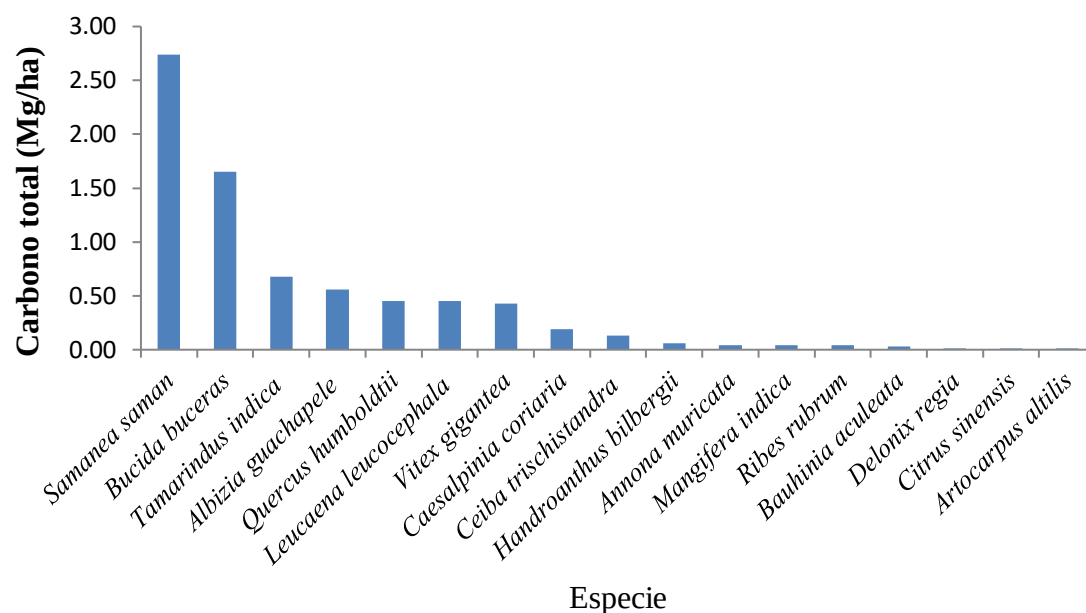


Figura 2. Carbono capturado por las especies vegetales en el biocorredor Río de Oro

reportado por Salvador-Morales et al. (2019), diferencia que puede proceder del tipo de vegetación y a las particularidades de cada sistema.

Relación entre la biomasa y la captura de carbono

En la Figura 3 se muestra la relación entre la biomasa y la captura de carbono y CO_2 de las especies vegetales identificadas en el biocorredor Río de Oro. A nivel general, el carbono y el CO_2 capturados aumentan con el incremento de la biomasa, lo que también aumenta su contribución a la

reducción de CO_2 en la atmósfera, demostrando el potencial del arbolado de la zona estudiada para prestar un servicio que impacta positivamente sobre el clima y la calidad del aire y que a su vez contribuye con el bienestar y la salud en las personas.

Adicionalmente, la interconexión entre la biomasa de los árboles y el ciclo del carbono enfatiza la importancia de la diversidad de especies arbóreas en la mitigación del cambio climático. En este sentido, es necesario que en la selección

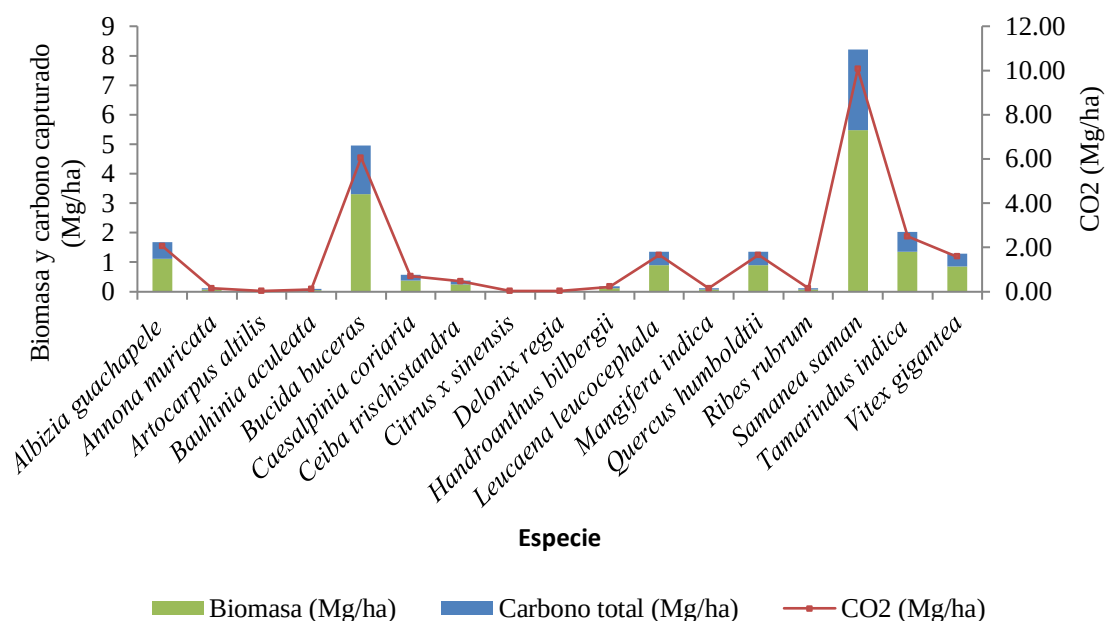


Figura 3. Biomasa, carbono capturado y CO₂ por especies vegetales en el biocorredor Río de Oro

de especies arbóreas para proyectos de reforestación o conservación se considere tanto la eficiencia en la captura de carbono como la capacidad para formar biomasa.

Calidad del agua en la zona de intervención del proyecto

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados al agua del canal del biocorredor Río de Oro en tres zonas diferentes (inicial, media y final). Se puede observar que los niveles de cobre y coliformes fecales en la zona inicial y los

de pH en la zona media y final superaron los límites establecidos por la normativa de la Tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097-A (Ministerio del Ambiente, 2015), lo que sugiere influencias antropogénicas y posibles fuentes de contaminación industrial o doméstica. El resto de los parámetros analizados se encontraron dentro de los límites permisibles, indicativo de que las medidas de control y manejo del canal adoptadas por el proyecto biocorredor Río de Oro han sido efectivas.

Cuadro 1. Parámetros físicos del agua del canal del biocorredor Río de Oro

Parámetros	Zona inicial	Zona media	Zona final	Límites de descarga*
Físicos				
Color (unidades de color)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable 1/20
Conductividad eléctrica (µs/cm)	1432	1012	918	Sin límites establecidos
Materia flotante (mg/L)	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mineralización (mg/L)	1086,23	767,64	696,34	Sin límites establecidos
Oxígeno disuelto (mg/L)	8,17	8,40	5,16	Sin límites establecidos
pH	8,91	9,17	9,79	6,5 – 9,0
Salinidad (‰)	0,72	0,50	0,45	Sin límites establecidos
Sólidos totales (mg/L)	774	538	496	1600
Sólidos totales disueltos (mg/L)	744	499	451	Sin límites establecidos
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	30	39	45	130
Temperatura (°C)	24,7	24,5	24,5	Condición natural +/- 3

* Límites establecidos en Tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097-A (Ministerio del Ambiente, 2015)

Cuadro 2. Parámetros químicos y microbiológicos del agua
del canal del biocorredor Río de Oro

Parámetros	Zona inicial	Zona media	Zona final	Límites de descarga
Químicos				
Arsénico (mg/L)	0,05	0,025	0,1	0,1
Dureza total (mg/L)	120	116	63	No fija límites
Alcalinidad total (mg/L)	246	228	218	No fija límites
Cloruros (mg/L)	287,14	264,6	267,34	1000
Cianuro, (mg/L)	0,052	0,015	0,006	0,1
Cobre (mg/L)	3,4	0,66	0,10	1,00
Cromo (mg/L)	0,058	0,016	0,014	0,50
Flúor (mg/L)	0,01	0,07	0,34	5,00
Hierro (mg/L)	0,29	0,42	0,31	10,00
Manganeso (mg/L)	0,6	0,2	0,5	2,0
Nitrato (mg/L)	2,2	2,0	3,5	No fija límites
Nitrito (mg/L)	0,029	0,028	0,023	No fija límites
Sulfatos (mg/L)	63	119	95	1000
Sulfuro de hidrógeno (mg/L)	0,046	0,051	0,073	0,50
Microbiológicos				
Coliforme fecal (nmp/100 mL)	2400	330	640	2000

* Límites establecidos en Tabla 9 del Acuerdo Ministerial 097-A (Ministerio del Ambiente, 2015)

Adicionalmente, en las Tablas se observa incremento de los valores de pH, contenido de sólidos suspendidos totales,

arsénico, flúor, hierro, nitratos, sulfatos y sulfuro de hidrógeno a medida que el agua circula desde la zona inicial hasta la zona

final. Esto puede proceder de algunos procesos naturales como la erosión del terreno o la presencia de pequeños focos de contaminación que aún no se han resuelto con el proyecto del biocorredor Río de Oro. Sin embargo, en el resto de los parámetros evaluados ocurre una disminución de los valores durante la circulación del agua por el cauce del río, conducta que puede ser atribuida al fenómeno de autodepuración que provoca la destrucción de materias extrañas presentes en el flujo.

El mejoramiento de las áreas verdes urbanas contemplado en el proyecto biocorredor Río de Oro ha generado diversos beneficios sociales relacionados con factores estéticos, recreación, salud pública y el bienestar general, que han transformado este ambiente urbano en un lugar placentero para la recreación y el tiempo libre. Las actividades de arbolado y limpieza del canal y sus alrededores ejecutadas en el proyecto se reflejan en un área con diversidad arbórea y agua con calidad física, química y microbiológica, generando diversos beneficios ambientales que involucran el realce del paisaje, modificación del microclima y el

control de la contaminación del aire y suelo, además contribuyen al control de la erosión y a la protección de las áreas de captación de agua para el suministro urbano.

CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto biocorredor Río de Oro ha permitido diferentes beneficios ecosistémicos a la ciudadanía y la fauna urbana de la zona, que se materializa en una arborización con funciones ornamentales, paisajísticas, de biodiversidad y de regulación de temperatura, además de promover los recursos forestales y las áreas de recreación. La biomasa de los árboles genera una alta capacidad de captura de carbono y de contribución al ciclo del CO₂, reflejando los aportes a la mitigación del cambio climático. Adicionalmente, las acciones de limpieza del canal contempladas en el proyecto permitieron que las aguas obtuvieran la calidad exigida por los organismos gubernamentales para su descarga en un cuerpo dulce, lográndose una mejora de un recurso que era considerado un gran foco de contaminación.

Ante estos resultados, se visualiza el cumplimiento de los objetivos trazados en el proyecto biocorredor Río de Oro con la recuperación de un espacio público que mejorará la calidad de vida de sus habitantes y representa un modelo de gestión a seguir por otros sectores dentro y fuera del país, a fin de solucionar varios problemas de las ciudades, incluido el cambio climático.

REFERENCIAS

- American Public Health Association-American Water Works-Association-Water Environment Federation (APHA-AWWA-WPCF). (1999). Standard methods for the examination of water and wastewater. In C. L.S., A. E. Geenberg, & E. D. Eaton (Eds.), *Public Health* (20th Editi). <http://www.ajph.org/cgi/doi/10.2105/AJPH.51.6.940-a>
- Borelli, S., Conigliaro, M., & Pineda, F. (2018). Los bosques urbanos en el contexto global. *Unasyuva*, 69, 3–10. <https://www.fao.org/3/I8707ES/i8707es.pdf>
- Cabrera Verdesoto, C. A., Macías Cedeño, L. E., Miele Segura, K. A., Jiménez-González, A., & Manrique Tóala, T. O. (2022). Áreas verdes y arbolado en la zona urbana del cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. In *Siembra* (Vol. 9, Issue 1, p. e3380). <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380>
- Calaza, P., Cariñanos, P., Escobedo, F. J., Schwab, J., & Tovar, G. (2018). Crear paisajes urbanos e infraestructura verde. *Unasyuva*, 69, 11–21. <https://www.fao.org/3/I8707ES/i8707es.pdf>
- Castillo Ruperti, R. J., Bello Pinargote, V. E., Llor Barrezueta, Y. S., & Ayón Hidalgo, C. C. (2022). Captura de carbono del arbolado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. In *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* (Vol. 5, p. e262). <https://doi.org/10.46380/rias.vol5.e262>
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B., Duque, A., & Eid, T. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177–3190. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24817483/>
- Cordero, P., Vanegas, S., & Hermida, M.-A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 6(1), 107–130. <https://doi.org/10.18537/mskn.06.01.09>
- Dobbs, C., Eleuterio, A. A., Amaya, J. D.,

- Montoya, J., & Kendal, D. (2018). Beneficios de la silvicultura urbana y periurbana. *Unasylva*, 69, 22–29. <https://www.fao.org/3/I8707ES/i8707es.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Registro Oficial* (pp. 1–184). [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-04/Acuerdo Ministerial No. 097-A mediante el cual se expiden los Anexos del texto Unificado del Ministerio del Ambiente._0.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-04/Acuerdo%20Ministerial%20No.%20097-A%20mediante%20el%20cual%20se%20expiden%20los%20Anexos%20del%20texto%20Unificado%20del%20Ministerio%20del%20Ambiente._0.pdf)
- Ordoñez Díaz, J. A. B., Galicia Naranjo, A., Venegas Mancera, N. J., Hernández Tejeda, T., Ordóñez Díaz, M. de J., & Dávalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas. *Madera y Bosques*, 21, 77–126. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf>
- Patricio Jiménez-Pozo, L., Xavier Desiderio-Vera, T., Edson Saltos-Merizalde, K., Edison Erazo-Torres, G., Noemí Guamán-Guamán, R., Fabián Villavicencio-Abril, Á., & Miguel Ulloa-Cortázar, S. (2024). Inventario de la estructura y composición florística del arbolado urbano de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 21(49), 72–88. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v21i49.7256>
- Pucha, D., Lozano, D., Jumbo, N., Fernández, P., Armijos, A., Macas, M. F., Gualán, R., & Merino, B. (2023). Caracterización florística y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 13(2), 1–22. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1886>
- Salvador-Morales, P., Cámara-Cabral, L. del C., Martínez-Sánchez, J. L., Sánchez-Hernández, R., & Valdés-Velarde, E. (2019). Diversidad, estructura y carbono de la vegetación arbórea en sistemas agroforestales de cacao. *Madera y Bosques*, 25(1), 1–14. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511638>
- United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2016). *Urbanization and development: emerging futures. world cities report 2016*. (p. 247). <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/WCR-2016-WEB.pdf>
- Urbiárbol. (2021). *Biocorredor Río de Oro: hacia la restauración paisajística del canal y sus alrededores*. 38.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D. A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., Miller, R. B., Swenson, N. G., Wiemann, M. C., & Chave, J. (2009). *Global wood density database*. <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=1998611>