

# Cobertura arbórea y captura de dióxido de carbono en los parques urbanos. Caso: Lima Norte

Tree cover and carbone dioxide capture in urban parks case: Northern Lima

Walter Aparicio Arévalo Gómez <sup>1</sup>, Francisco Alejandro Alcántara Boza <sup>2</sup>

Recibido: 14/10/2020 - Aprobado: 26/04/2021 – Publicado: 18/06/2021

## RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo determinar la relación existente entre la cobertura arbórea y la captura de dióxido de carbono en los parques urbanos de Lima Norte. Para su desarrollo se diseñó una investigación con enfoque cuantitativo y tipo correlacional.

La metodología utilizada consistió en trabajo de campo y trabajo remoto. Mediante el trabajo de campo se obtuvo información de la cobertura y estructura arbórea de los parques y el trabajo remoto permitió determinar los volúmenes de CO<sub>2</sub> capturado por los parques, este proceso se realizó mediante el Software i-tree Canopy. La investigación fue realizada en Lima Norte, específicamente en los Distritos de Los Olivos, Comas, San Martín de Porres e Independencia. Así mismo el análisis de correlación se realizó utilizando el coeficiente de Pearson.

Los resultados obtenidos, 0.994 correlación de Pearson, evidencian una relación positiva muy buena entre la cobertura arbórea y la captura de carbono de los parques del área de estudio, sin embargo, los valores obtenidos respecto al volumen de captura de dióxido de carbono (0.34 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-año) son muy bajos en comparación con los resultados de investigaciones realizadas en otras ciudades.

**Palabras Claves:** árbol, carbono; ciudad; parque; relación.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the relationship between tree cover and carbone dioxide capture in urban parks in Northern Lima.

For its development, a research with a quantitative approach and correlational type was designed.

The methodology used consisted of field work and remote work. Through the field work, information was obtained about the coverage and tree structure of the parks and the remote work allowed to determine the volumes of CO<sub>2</sub> captured by the parks. This process was carried out through the Software i- Tree Canopy. The research was carried out in northern Lima, specifically in the districts of Los Olivos, Comas, San Martín de Porres and Independencia. The correlation analysis was carried out using the Pearson coefficient.

The results obtained, 0.994 Pearson correlation, show a particularly good positive relationship between tree cover and carbon capture of the parks in the study area, however the values obtained regarding the volume of carbone dioxide capture (0.34 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-año) are very low compared to the results of research conducted in other cities.

**Keywords:** carbone; city; park; relationship; tree.

<sup>1</sup> Egresado del Programa de doctorado. Ciencias Ambientales – Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Lima, Perú. E-mail: [warevalog@unmsm.edu.pe](mailto:warevalog@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5738-7942>

<sup>2</sup> Docente de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Lima, Perú. E-mail: [falcantarab@unmsm.edu.pe](mailto:falcantarab@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9127-4450>

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del desarrollo sostenible es lograr la sostenibilidad de las ciudades, dado que estas albergan a más de la mitad de la población del planeta, el 54% según Zucchetti & Freundt (2018). En ese proceso los parques urbanos cumplen un rol importante, siempre y cuando exista la cantidad suficiente y tengan la composición vegetal adecuada. En el Perú las deficiencias de planificación urbana han generado que la mayoría de las ciudades tengan insuficientes áreas verdes e inadecuada composición de su cobertura arbórea, lo cual limita su funcionalidad ambiental.

La cobertura arbórea se refiere a los individuos de las diversas especies de árboles que componen la vegetación de un parque urbano y constituyen un porcentaje de la distribución de uso.

Una de las zonas de mayor crecimiento en las últimas décadas fue Lima norte, el mismo que se realizó con deficiencias de planificación ocasionado que no se destinen cantidades adecuadas de áreas verdes, como es el caso de los distritos de: Puente Piedra (1.3m<sup>2</sup>/hab.), Independencia (1.2 m<sup>2</sup>/hab.), San Martín de Porres (2.2m<sup>2</sup>/hab.), Los Olivos (5.1m<sup>2</sup>/hab.) Comas (3.9m<sup>2</sup>/hab.) (INEI, 2015).

Lima norte es además la zona con peores indicadores de calidad del aire en material particulado. En la estación de Carabayllo se encontró 1.85mg/cm<sup>2</sup>/mes de partículas sedimentables lo cual sobrepasa en 370% lo recomendado por la OMS y en partículas PM10 se encontró 166.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  el mismo que sobrepasa en 333% el Estándar de Calidad Ambiental (ECA-aire) según la Dirección General de Salud Ambiental (MINSAL-Ministerio de Salud de Perú, 2012).

Los parques urbanos constituyen el mayor porcentaje de área verdes. Según Quispe (2017) en Lima, los parques urbanos representan el 51% de las áreas verdes, por lo que es importante el estudio de la composición de estos espacios con fines de mejorar los procesos de gestión.

El propósito principal de esta investigación es mostrar la importancia de los árboles en la sostenibilidad ambiental de las ciudades, principalmente en la función de regulación de la calidad del aire, para lograr el objetivo se evaluó la relación que existe entre el grado de cobertura arbórea y la captura de carbono de los parques urbanos en los distritos de Los Olivos, San Martín de Porres, Comas e Independencia. En esta publicación se presenta los resultados de la investigación.

## II. METODOS

La investigación fue de carácter aplicado y consistió en el uso de instrumentos de campo para la obtención de información del porcentaje y composición de la cobertura arbórea. Asimismo, se utilizó el Software i-tree Canopy para la estimación del volumen de captura de carbono.

La población de estudio estuvo conformada por los parques urbanos de los distritos de Los Olivos, San

Martín de Porres, Comas e Independencia. Para el estudio se delimitó un área que comprende aproximadamente el 10% de los parques e intersecta a los cuatro distritos de estudio.

El tamaño de muestra estuvo conformado por 32 parques establecidos de manera determinística, considerando las diferencias en superficie y criterios de manejo de la vegetación por cada uno de los distritos (Ver Figura 1).

Para la recolección de datos se utilizó las siguientes técnicas y procedimientos:

**Determinación de la cobertura arbórea:** Se realizó el inventario de los árboles mediante trabajo en campo, utilizando un formato que consideró los siguientes aspectos: nombre científico y común de la especie, altura del árbol y cobertura de la copa. Asimismo, se levantó información respecto a la distribución de uso espacial de los parques urbanos, para el cual se consideró los siguientes aspectos: área total del parque, área con cobertura arbórea, área con pavimento (loza deportiva, veredas, etc.), área de suelo desnudo. Estas áreas se determinaron con el uso de GPS, wincha métrica y contrastada mediante la aplicación Google Earth Pro.

**Evaluación de la captura de carbono:** La determinación de la captura de los árboles de los parques se realizó de manera remota mediante el software “i-tree Canopy”, este es una herramienta diseñada para estimar los beneficios de árboles y otras clases de cobertura dentro de una ciudad, su aplicación consistió en las siguientes etapas.

1. Delimitación del área de los parques mediante Google Earth.
2. Configuración de los tipos de cobertura que se desea evaluar. en nuestro caso se consideró los siguientes tipos de cobertura: árbol, herbácea, arbusto, pavimento y suelo desnudo.
3. Identificación y codificación de puntos en la superficie del parque. Para mayor precisión de los resultados, se consideró la cobertura arbórea obtenida en campo al aplicar el software.
4. Definición de unidades y variables que se desea evaluar, para esta investigación se consideró. Unidades métricas, y los parámetros fueron captura anual y acumulado de C y CO<sub>2</sub>.
5. Obtención del reporte de C y CO<sub>2</sub> capturado por los árboles de los parques.

El procesamiento de la información se realizó mediante el software Excel y para la determinación de la correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson mediante el programa SPSS. Como hipótesis se planteó que la cobertura arbórea se relaciona de manera significativa con la función de captura de carbono de los parques de Lima Norte (Ver Figura 2).

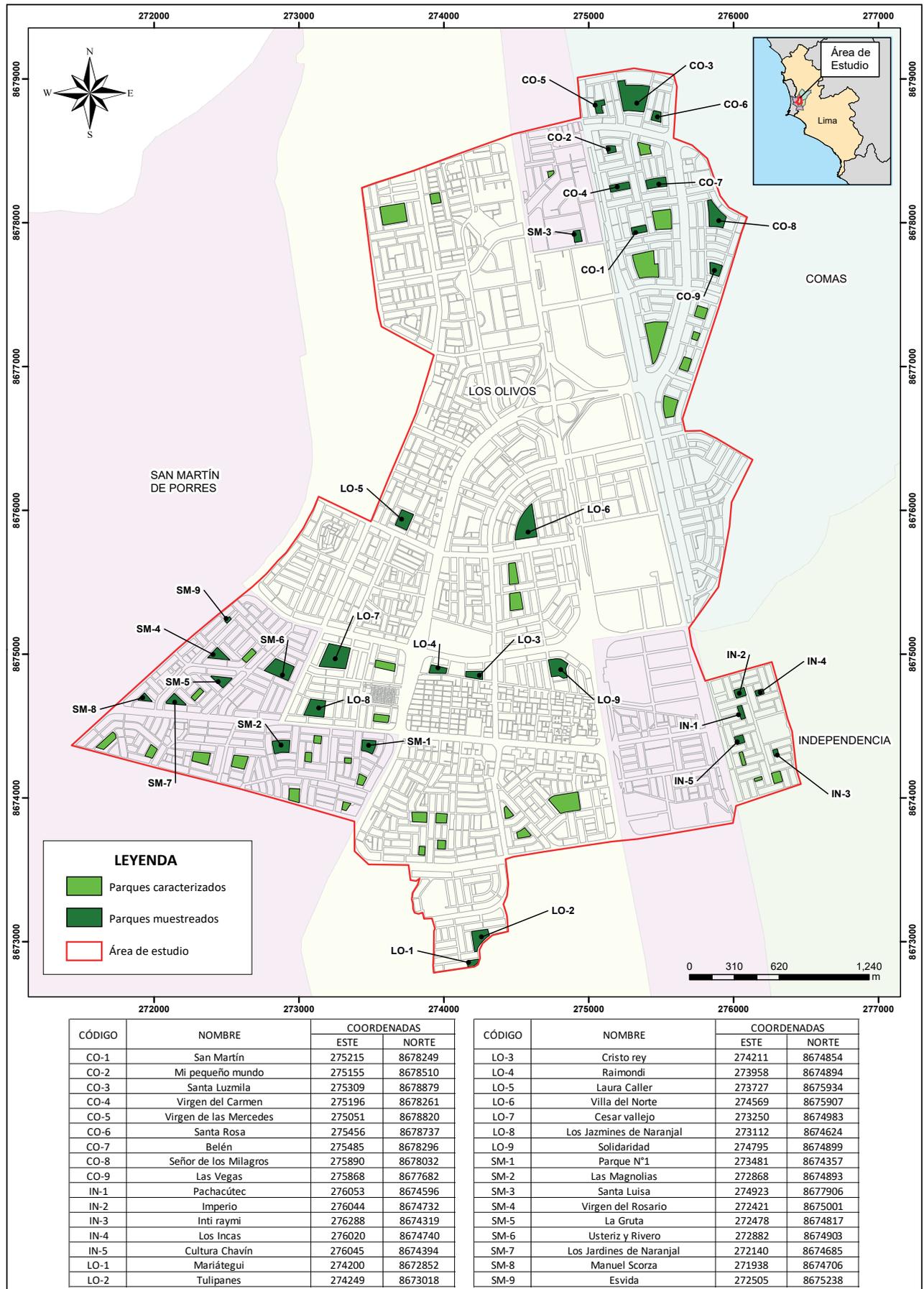


Figura 1. Plano del área de estudio – Parques considerados en la muestra.



Figura 2. Delimitación del área e identificación de coberturas mediante el software i-tree Canopy. Fuente: Tomado de la aplicación del software.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Captura de dióxido de carbono de los parques en función al porcentaje de árboles

Los volúmenes de captura de CO<sub>2</sub> en los parques depende de la estructura de la vegetación, principalmente de la presencia de árboles, por su parte la captura de CO<sub>2</sub> por los árboles depende de: especie, tamaño, edad, DAP (diámetro a la altura del pecho), cobertura de la copa, estado de conservación y manejo; la mayor parte de los parques del área de estudio cuentan con muy bajos porcentajes de árboles, en gran medida los parques están cubiertos por herbáceas y pavimento, principalmente por lozas deportivas, veredas y otras estructuras de concreto. Así mismo la cobertura arbórea no cuenta con las especies. En la siguiente tabla se muestran los valores correspondientes.

De los valores encontrados en la Tabla 1, podemos observar que los mayores volúmenes de captura de CO<sub>2</sub> por año se da en el parque IN1 correspondiente al distrito de Independencia con 0,774 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>- año seguido por el parque IN4 del mismo distrito con 0,671 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-año que son los distritos que tienen mayores porcentajes de árboles en su distribución con 70% y 62% respectivamente. Asimismo, el menor volumen de CO<sub>2</sub> capturado corresponde al parque con código CO2 del distrito de Comas que es el que tiene menor porcentaje de árboles (12%). De los resultados se tiene que el promedio de captura de los parques evaluados es de 0.34 CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>-año. Así mismo el valor acumulado de captura de dióxido de carbono en la muestra alcanza a 72.89 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea.

De la aplicación del coeficiente de Pearson se obtuvo una correlación de 0,994 como se observa en la Tabla 2, lo cual indica que existe una correlación positiva muy buena entre la cobertura arbórea y la captura de CO<sub>2</sub> de los parques en Lima Norte. Así mismo se puede observar que el grado de significancia 0,01 que demuestra alto grado de confiabilidad.

Tabla 1. Porcentaje de cobertura arbórea y kilogramos de CO<sub>2</sub> por año capturado en parques de Lima Norte

Parque	Area del Parque	% Cobertura Arbórea	KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> -año	kg CO <sub>2</sub> almacenado
CO1	4900	54.00	0.591	72746.68
CO2	3100	12.00	0.136	10623.00
CO3	30300	14.00	0.169	128680.00
CO4	5800	54.00	0.570	83057.78
CO5	4900	28.00	0.305	37581.73
CO6	4000	14.00	0.163	16328.96
CO7	8200	17.00	0.191	39384.82
CO8	15000	12.00	0.147	55432.47
CO9	11900	36.00	0.392	116001.96
IN1	2500	70.00	0.774	48587.95
IN2	4000	20.00	0.230	23115.27
IN3	2000	18.00	0.198	9941.84
IN4	1700	62.00	0.671	28662.64
IN5	2850	29.00	0.320	22903.30
LO1	2800	50.00	0.563	39619.90
LO2	10100	13.00	0.140	35500.61
LO3	10000	39.00	0.450	112950.00
LO4	6000	22.00	0.311	46792.42
LO5	10000	41.00	0.444	111510.00
LO6	24000	9.00	0.173	104200.00
LO7	15100	28.00	0.300	113780.00
LO8	13700	12.00	0.161	55229.62
LO9	5500	28.00	0.316	43671.35
SM1	7000	51.00	0.557	97850.00
SM2	16700	18.00	0.201	126690.00
SM3	4000	47.00	0.530	53225.40
SM4	6000	27.00	0.292	43956.52
SM5	5000	23.00	0.291	36482.97
SM6	2500	20.00	0.233	14607.03
SM7	2400	21.00	0.239	14421.90
SM8	3000	50.00	0.586	44125.48
SM9	1200	22.00	0.221	6646.14
Total	246150		0.340	1794306.74

### 3.2. Diagrama de Dispersión

Así mismo se realizó el diagrama de dispersión y la ecuación de la recta que representa a la relación existente entre la cobertura vegetal y la captura de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> por año en los parques urbanos de los distritos de Lima Norte (Ver Figura 3).

## IV. DISCUSIÓN

El propósito de esta investigación, es mostrar la importancia de la cobertura arbórea en una de las funciones ambientales del parque urbano como es la regulación de la calidad del aire mediante la captura de carbono, los resultados obtenidos evidencian esa importancia mediante una alta relación positiva entre la cobertura vegetal y la función de captura de dióxido de carbono por parte de los parques

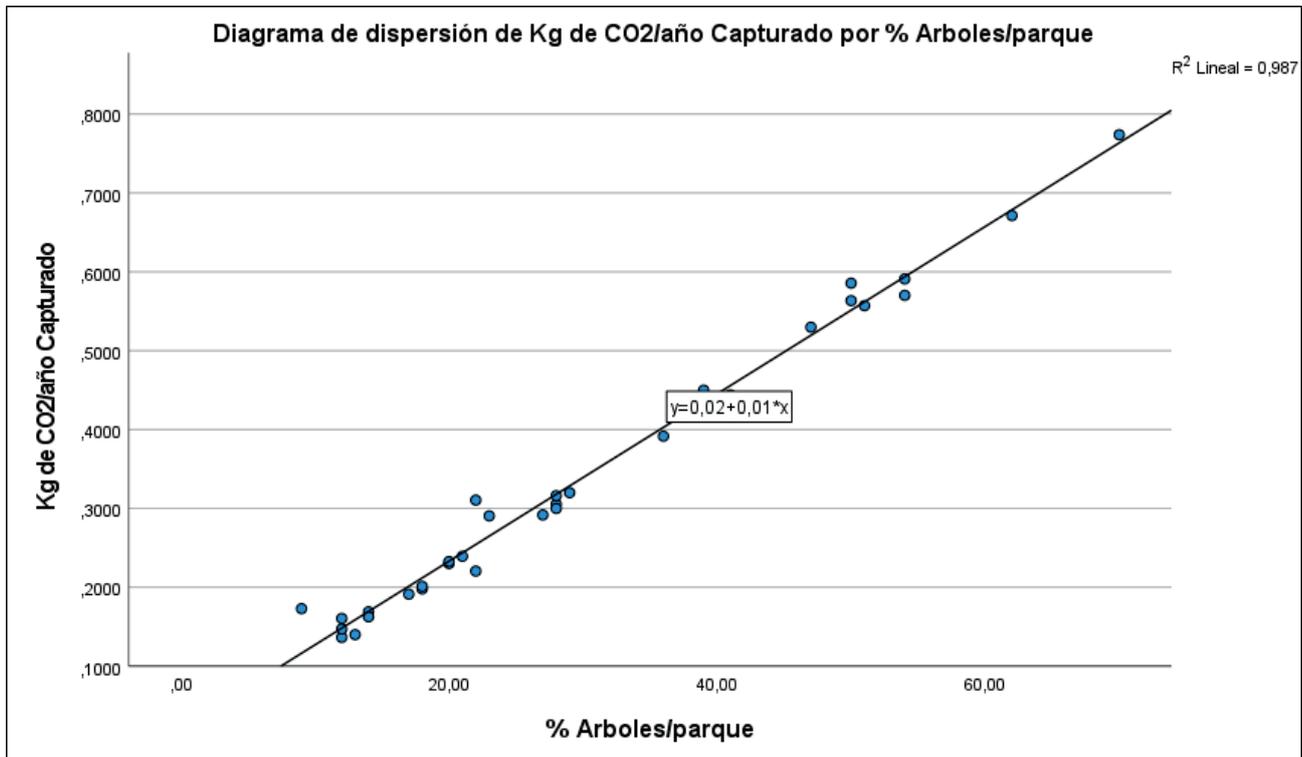
en Lima Norte; sin embargo, la insuficiente cobertura de árboles, la inadecuada composición florística, el clima desértico y el mal estado de la vegetación, determinan valores muy bajos de captación de dióxido de carbono con un valor promedio de 0.33 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> en comparación con los valores encontrados por Domínguez (2016), quien en los parques de Tijuana México encontró un valor promedio de 3.5 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> para el año 2015. Respecto a los valores acumulados o sumidero se estimó en 72.89 tn/ha. que es superior a los 32 tn/ha de los parques de Latacunga determinados por Reino Choto (2019).

Los resultados de las estimaciones de CO<sub>2</sub> difieren en función de las metodologías aplicadas, las metodologías utilizadas varían desde las mediciones directas basadas en ecuaciones alométricas o las mediciones remotas basadas en información satelital (Chaparro & Terrasdas,

**Tabla 2.** Resultado del análisis de correlación

		% Árboles/parque	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> - año
% Árboles/parque	Correlación de Pearson	1	0,994**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	32	32
kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> - año	Correlación de Pearson	0,994**	1
	Sig. (bilateral)	0,001	
	N	32	32

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).



**Figura 3.** Diagrama de dispersión del % árboles y CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> en los parques de Lima Norte.

2009) para esta investigación se decidió utilizar un trabajo mixto utilizando el trabajo de campo para determinar la cobertura arbórea y el software i-tree Canopy para estimar los volúmenes de CO<sub>2</sub>. Por lo que se considera que los resultados son confiables y pueden utilizarse para la toma de decisiones como referencia para futuras investigaciones.

## V. CONCLUSIONES

De la investigación se puede concluir que la vegetación arbórea es importante e influye de manera significativa en la función de regulación de los parques urbanos, esto se evidencia en la relación la relación positiva muy buena de 0,994 entre la cobertura de árboles y la captura de carbono de los parques en Lima Norte.

Los volúmenes de captura acumulado 72.89 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> y la captura por año 0.34 kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> obtenidos son bajos en comparación con valores encontrados en otras ciudades.

## VI. RECOMENDACIÓN

Para mejorar la funcionalidad de los parques en la sostenibilidad de la ciudad se recomienda seleccionar las especies más adecuadas, considerando dos aspectos: primero la adaptabilidad a la escasez de agua en zonas áridas y segundo la contribución ecosistémica. Es decir, aquellas especies con menor requerimiento de agua, con buena cobertura arbórea y mayor volumen de captura de CO<sub>2</sub>. Según los datos de Brescia De Fort (2010) y Domingez (2016) las siguientes especies cumplen mejor estos criterios: *Schinus molle* 182.6 kg CO<sub>2</sub>/año, *Schinus terebinthifolius* 74.4 kg CO<sub>2</sub>/año, *Grevillea robusta* con 229.0 kg CO<sub>2</sub>/año, *Eucalyptus globulus* 162.3 kg CO<sub>2</sub>/año y *Ficus benjamina* 63.9 kg CO<sub>2</sub>/año.

## VII. REFERENCIAS

Brescia De Fort, R. (2010). *Paisajes verdes con poca agua. Jardines para Lima y ciudades de regiones secas* (Wust Ediciones (ed.)). <https://es.scribd.com/document/433514489/Paisajes-Verdes-Con-Poca-Agua-Jardines-Para-Lima-y-Ciudades-de-Regiones-Secas-Rosa-Brescia-de-Fort>

Chaparro, L., & Terrasdas, J. (2009). Ecological Services of Urban Forest in Barcelona. In *Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica* (Vol. 29, Issue August). [www.crea.uab.cat](http://www.crea.uab.cat)

Domingez, A. (2016). Estimaciones de captura de los parques y emisiones de CO<sub>2</sub> vehicular en Tijuana, B.C. [Colegio de la Frontera Norte (COLEF)]. In *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)* (Vol. 23, Issue 45). <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Dominguez-Madrid-Ana-Yurendy.pdf>

INEI. (2015). *Perú Anuario de Estadísticas Ambientales*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1342/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/libro.pdf)

MINSA-Ministerio de Salud de Perú. (2012). Estudio de saturación Lima Metropolitana y Callao año 2011. In *SINIA - Sistema Nacional de Información Ambiental*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/estudio-saturacion-lima-metropolitana-callao-ano-2011>

Quispe, E. (2017). Situación de las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 1–62. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2990>

Reino Choto, D. X. (2019). Estimación de los servicios ecosistémicos de regulación (captura de carbono) en los Parques de la Ciudad de Latacunga [Universidad Técnica de Cotopaxi]. In *Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5944>

Zucchetti, A., & Freundt, D. (2018). Ciudades Del Perú - Primer Reporte Nacional de Indicadores Urbanos 2018 - con un enfoque de sostenibilidad y resiliencia. In *Primer reporte Nacional de Indicadores Urbanos*. [https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/ciudades\\_sostenibles\\_1.pdf](https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/ciudades_sostenibles_1.pdf)