



Eficacia de las barreras verdes en la reducción de contaminantes atmosféricos en Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Karen Judith Barrón Cerda^a, Sergio David López Martínez^b, Sandra Pioquinto García^{c*}

^a Facultad de Ciencias Químicas Avenida Universidad s/n, Cd. Universitaria, Ciudad Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, N.L. Nuevo León, México. <https://orcid.org/0009-0004-5663-6152>

^b Facultad de Ciencias Químicas Avenida Universidad s/n, Cd. Universitaria, Ciudad Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, N.L. Nuevo León, México. <https://orcid.org/0000-0003-2724-2029>

^c Facultad de Ciencias Químicas Avenida Universidad s/n, Cd. Universitaria, Ciudad Universitaria, 66455 San Nicolás de los Garza, N.L. Nuevo León, México. <https://orcid.org/0000-0003-4533-4664>

*sandra.pioquintogr@uanl.edu.mx

Recibido 30 de septiembre 2025, Aceptado 10 octubre 2025

Resumen

Este estudio analiza la eficacia de dos barreras verdes ubicadas en Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, utilizando la plataforma de estimación ecológica i-Tree para evaluar su capacidad de captura de CO₂ y remoción de material particulado. Los resultados muestran que, en las zonas estudiadas, las concentraciones de partículas suspendidas superan los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente. La barrera verde de la Facultad de Ciencias Químicas, localizada en la calle Pedro de Alba, presentó una captura estimada de 2.7 toneladas de CO₂ equivalente, mientras que la barrera situada sobre la Avenida Universidad registró 31.68 toneladas de CO₂ equivalente. En cuanto a la remoción de material particulado, la barrera de Avenida Universidad mostró una eficacia de 65.2 kg/año y la de Pedro de Alba de 5.6 kg/año. Estos hallazgos sugieren que la implementación de una estrategia de reforestación en Ciudad Universitaria podría aumentar de manera significativa la capacidad de las barreras verdes para mitigar contaminantes atmosféricos.

Palabras clave: Dióxido de carbono, PM_{2.5}, PM₁₀, árboles, i-tree.

Abstract

This study analyzes the effectiveness of two tree barriers located in Ciudad Universitaria at the Universidad Autónoma de Nuevo León, using the i-Tree ecological assessment platform to evaluate their capacity for CO₂ capture and particulate matter removal. The results show that, in the areas studied, suspended particle concentrations exceed the maximum permissible limits established by current regulations. The tree barrier at the School of Chemical Sciences, located on Pedro de Alba Street, recorded an estimated capture of 2.7 tons of CO₂ equivalent, while the barrier located on Universidad Avenue registered 31.68 tons of CO₂ equivalent. Regarding particulate matter removal, the Universidad Avenue barrier demonstrated an effectiveness of 65.2 kg/year, compared to 5.6 kg/year for the Pedro de Alba barrier. These findings suggest that implementing a reforestation strategy within Ciudad Universitaria could significantly enhance the ability of tree barriers to mitigate atmospheric pollutants.

Keywords: Carbon dioxide, PM_{2.5}, PM₁₀, trees, i-tree.

1. Introducción

Uno de los problemas ambientales más persistentes en el estado de Nuevo León es la contaminación atmosférica por las altas concentraciones de sustancias en el aire que provocan daños a la población humana, a los ecosistemas y demás organismos. Los daños que provocan por una mala calidad del aire incluyen el envejecimiento acelerado de los pulmones (pérdida de la capacidad pulmonar), la estimulación de condiciones como el asma o la bronquitis y el agravamiento en general de las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. [1] Estos daños pueden afectar a cualquier habitante, sin embargo, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud los

sectores más vulnerables son los niños menores de 15 años, adultos mayores, personas gestantes y aquellos que trabajan o practican algún deporte al aire libre. [2]

Para asegurar el derecho humano a un medio ambiente sano, la calidad del aire es primordial, por lo que se deben analizar las causas de la contaminación natural o antropogénica, siendo la última la de mayor recurrencia. Algunos ejemplos de actividades humanas con mayor impacto en la calidad del aire son la quema de combustibles fósiles para la generación de energía, la agricultura y las fuentes móviles como los vehículos motorizados, mientras ejemplos de fuentes naturales son las erupciones volcánicas, las emisiones de los océanos

y el polen, cuya frecuencia es mucho menor en comparación con las causas antropogénicas. [3]

Un fenómeno que se relaciona con el uso de los automóviles es el smog. El smog es una mezcla de niebla, partículas y humo, derivada generalmente de actividades antropogénicas, en donde las partículas de polvo y de humo se adhieren a las gotas de agua, lo que provoca una niebla más densa y turbia. [4] Es posible conocer la calidad del aire en el ambiente mediante el índice de calidad del aire que se puede consultar en nuestros dispositivos móviles, aplicaciones del clima y páginas web.

El presente trabajo de investigación surge de la necesidad de profundizar en el entendimiento de la calidad del aire como un factor determinante en la salud humana y en la sostenibilidad de los entornos urbanos. En particular, se reconoce que Ciudad Universitaria constituye un espacio de alta afluencia académica, social y profesional, en la cual la contaminación atmosférica representa un riesgo latente cuyas repercusiones pueden manifestarse en el mediano y largo plazo. A pesar de los avances en la discusión científica y social sobre este tema, persiste una brecha significativa de información y concientización en la población, lo que limita la capacidad de dimensionar adecuadamente la severidad de convivir en un ambiente contaminado.

En este sentido, la investigación se orienta en evaluar la calidad del aire al analizar la eficacia de las barreras verdes (BVs) de la UANL como mecanismos de mitigación de contaminantes y, de manera complementaria un diagnóstico exploratorio, con el objetivo de establecer un referente inicial que permita vincular el conocimiento técnico con la sensibilización pública.

2. Parte experimental

2.1 Selección de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se seleccionaron a conveniencia, considerando espacios que coinciden con la descripción de una barrera verde (BV) dentro de Ciudad Universitaria (CU), áreas donde la población universitaria transita o tiene contacto con el área de estudio (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Información de los puntos de muestreo para CO_2 , PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Puntos de muestreo	Coordenadas Barrera	Coordenadas Vialidad	Distancia a vialidad más próxima (m)
1	25°43'35.5"N 100°18'28.7"W	25°43'35.1"N 100°18'27.5"W	44.04

2	25°43'26.7"N 100°18'56.7"W	25°43'25"N 100°18'56"W	35.24
3	25°43'49"N 100°18'23"W	25°43'48"N 100°18'22"W	30.06

Para facilitar la identificación de cada punto se asignó un nombre acorde al área próxima: Punto 1 “Estación del Metro Universidad”, Punto 2 “FCQ” y Punto 3 “Ternium”. El punto 2 se encuentra al oeste de CU, mientras que los Puntos 1 y 2 se localizan al norte y noreste de CU, respectivamente, (Ver Figura 1).

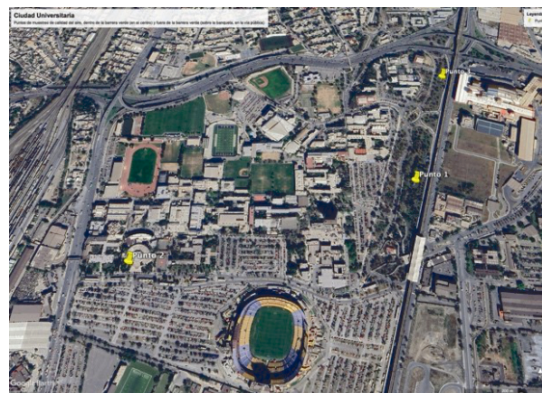


Figura 1. Mapa de los Puntos de muestreo en CU para la evaluación de la eficacia de las barreras verdes. Imagen de Google Earth.

Los 3 puntos se encuentran a menos de 45 m de una vialidad. Para los puntos 1 y 3 la vialidad colindante es Avenida Universidad, mientras que para el punto 2 lo es la Calle Pedro de Alba.

2.2 Equipo de medición

El equipo que se empleó para la medición de CO_2 , $PM_{2.5}$ y PM_{10} fue un detector de calidad del aire multifuncional Camnoon, el cual se ilustra en la Figura 2.



Figura 2. Equipo de medición Camnoon

Las características del detector son las siguientes:

-Detector de calidad del aire multifuncional.

-Monitoreo en tiempo real de la concentración de CO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{1.0}, HCHO, TVOC.

-Alta precisión: sensor de semiconductores de aire, sensor de infrarrojo PM_{2.5}, sensor electroquímico y chip de alto rendimiento.

-Batería integrada: 2000 mAh, bajo consumo de energía.

-Disipación de calor rápida: múltiples orificios de ventilación.

La calibración se realizó en espacios cerrados conforme a las indicaciones del manual de usuario, previo a las mediciones en campo. Para una lectura más confiable del equipo se sugirió un tiempo de espera de 30 minutos.

2.3 Muestreo en los puntos seleccionados

Para la medición de la concentración de los contaminantes CO₂, PM_{2.5} y PM₁₀ se estableció una altura desde el suelo de 1.60 metros. Por cada punto de muestreo se tomaron dos mediciones: la primera dentro de la BV y la segunda fuera de la BV o próxima a la vialidad. Las mediciones del equipo Camnoon fueron puntuales, es decir se tomaron al instante. Los muestreos se realizaron los días 28 de octubre y 03 de noviembre del 2025 entre las 18 y las 21 horas, no hubo presencia de lluvias. En la tabla 2 se listan las condiciones meteorológicas para los días de muestreo.

Tabla 2. Condiciones meteorológicas de los días de muestreo

Día de muestreo	Condiciones meteorológicas		
	T(°C)	% Humedad	Vel. del viento (km/h)
28 de octubre	28	49	13
03 de noviembre	23	50	15

2.4 Descripción del punto de muestreo

Para la descripción de la flora que conforman las BVs de CU, se consultó el programa permanente de arborización de la UANL y el listado de árboles y plantas nativas del estado de Nuevo León. También se empleó la aplicación móvil *PictureThis* para el reconocimiento de las especies. Esta herramienta permitió identificar la vegetación existente a partir de fotografías, ofreciendo de manera automática la información de la especie registrada.

2.5 Plataforma de estimación ecológica i-Tree

Para evaluar la eficacia de las BVs en la reducción de la contaminación atmosférica se empleó una de las herramientas de i-Tree. I-Tree es un conjunto de software de última generación, revisado por pares, desarrollado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), que proporciona herramientas para el análisis y la evaluación de los beneficios de los bosques urbanos y rurales. Las herramientas de i-Tree ayudan a cuantificar la estructura del bosque y los beneficios ambientales y económicos que los árboles ofrecen.^[5] i-Tree Canopy permite estimar la proporción de diferentes tipos de cobertura del suelo (árboles pasto, agua, edificaciones, etc.) en un área seleccionada. Se usan marcas de muestreo aleatorios sobre imágenes de Google Maps y cada marca es clasificada según el tipo de cobertura, es posible una mejor precisión con 500 a 1000 marcas. Para simplificar el estudio los Puntos 1 y 3 se unificaron en una sola BV, el Punto 2 permaneció igual. El número de marcas para cada una de las BVs fue de aproximadamente 500.

3. Resultados y discusión

3.1 Mediciones en campo

Las concentraciones de CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} recabadas en la realización de este proyecto fueron:

Tabla 3. Concentración de contaminantes CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} del Punto 1 - Estación del metro Universidad

Equipo		Camnoon			
Fecha		28 de octubre		03 de noviembre	
Ubicación		A	B	A	B
Contaminante	CO ₂ (ppm)	402	406	53	409
	PM ₁₀ (µg/m ³)	84	68	72	69
	PM _{2.5} (µg/m ³)	74	60	63	61

Tabla 4. Concentración de contaminantes CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} del Punto 2 - FCQ

Equipo		Camnoon			
Fecha		28 de octubre		03 de noviembre	
Ubicación		A	B	A	B
Contaminante	CO ₂ (ppm)	401	406	401	45
	PM ₁₀ (µg/m ³)	64	65	67	71
	PM _{2.5} (µg/m ³)	56	57	59	62

Tabla 5. Concentración de contaminantes CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} del Punto 3 - Ternium

Equipo		Camnoon			
Fecha		28 de octubre		03 de noviembre	
Ubicación		A	B	A	B
Contaminante	CO ₂ (ppm)	405	400	418	406
	PM ₁₀ (µg/m ³)	69	76	71	67
	PM _{2.5} (µg/m ³)	61	67	62	50

En las Tablas 3, 4, y 5 se muestran las concentraciones de los contaminantes CO₂, PM₁₀ y PM_{2.5} para los Punto 1 – Estación del Metro Universidad, 2 – FCQ y 3 – Ternium. Las mediciones fueron realizadas A) dentro de la barrera

verde y B) próxima a la vialidad. Al comparar las concentraciones obtenidas con los valores establecidos en la NOM-025-SSA1-2021, que regula las partículas suspendidas PM₁₀ (60 µg/m³) y PM_{2.5} (33 µg/m³) en aire ambiente, se observa que todas las mediciones de los tres puntos muestreados superan los límites normados, tanto

dentro de las BVs como en las zonas cercanas a las vialidades.

Para el caso de la concentración de CO₂ no existe una normativa mexicana en el aire exterior pero normalmente varía entre 300 y 400 partes por millón (ppm). Al comparar las concentraciones obtenidas de CO₂ dentro de la BV con las concentraciones próximas a la vialidad del Punto 1 se encontró una disminución de 1 % hasta 87 %. Lo mismo ocurrió con el Punto 2 el día 28 de octubre. Sin embargo, las concentraciones para el punto 2 del día 03 de noviembre y ambas concentraciones del Punto 3 mostraron un incremento desde 1% hasta 89%, es decir, la concentración de CO₂ fue mayor dentro de las BVs que en la proximidad con las vialidades. Sin embargo, la mayoría de las concentraciones de CO₂ en los tres Puntos son iguales o superiores a 400 ppm.

3.2 Descripción del sitio de muestreo

En cada punto de muestreo se realizó el levantamiento de árboles que integran el inventario de identificación de la BV. Los árboles identificados se muestran en la Figura 3 y Tabla 6. No se consideraron las plantas y pastos de la zona para dicho inventario.

Una Ecorregión es una unidad geográfica de flora, fauna y ecosistemas únicos. El inventario de árboles por punto de muestreo se construyó considerando las Ecorregiones 1 y 3 correspondientes a matorral espinoso tamaulipeco y a matorral submontano de Tamaulipas – Nuevo León, respectivamente.

Los Puntos 1 y 2 presentaron la mayor diversidad en vegetación, con 4 especies cada uno. De las 10 especies listadas, 6 son nativas del estado de Nuevo León y los 4 restantes son especies introducidas. [6]

Figura 3. Vegetación identificada en cada punto de muestreo.

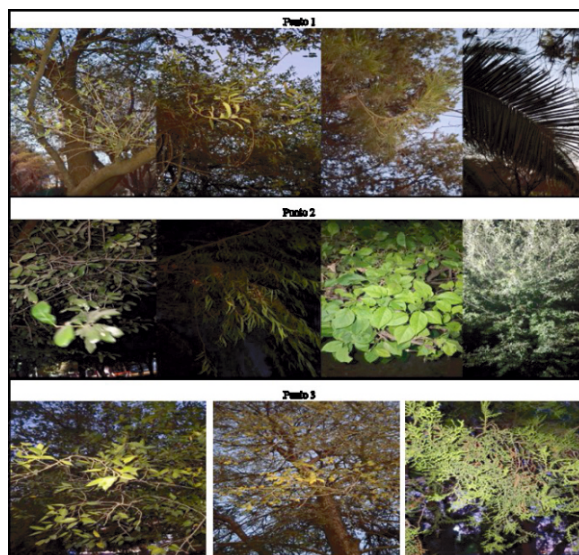



Tabla 6. Listado de árboles por punto de muestreo


Punto	Especie (origen)	Nombre
1	Encino siempreverde (nativo)	<i>Quercus virginiana</i> Mill
	Olivo (introducido)	<i>Olea europaea</i>
	Pino blanco (nativo)	<i>Pinus pseudostrabus</i> Lindl
	Palmera canariense (introducida)	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud
2	Encino siempreverde (nativo)	<i>Quercus virginiana</i> Mill
	Sauz (nativo)	<i>Salix nigra</i> Marshall
	Bugambilia (introducida)	<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy
	Encino bravo (nativo)	<i>Quercus fusiformis</i> Small
3	Palo blanco (nativo)	<i>Celtis laevigata</i> Willd
	Olmo mexicano (nativo)	<i>Ulmus Carssifolia</i> Nutt
	Tuya (introducida)	<i>Thuja occidentalis</i> L.

3.3 Eficacia de las barreras verdes

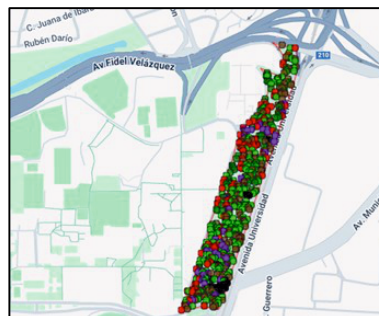
En la Figura 4 se observa el área seleccionada con marcas que fueron clasificadas según el tipo de cobertura (Ver Tabla 7). Al unir los Puntos 1 y 3 se conformó la barrera verde 1 (BV1), que se observa en la Figura 4a. El punto 2 se situó sobre la barrera verde 2 llamada BV2 (Ver Figura 4b).

Tabla 7. Tipo de cobertura para clasificación de áreas.

Color	Tipo de cobertura
	Puente peatonal, banqueta o pasillo
	Árboles
	Construcción, Edificio
	Calle, camino
	Pasto/hierbas

	Suelo/terreno desnudo
---	-----------------------

a)



b)

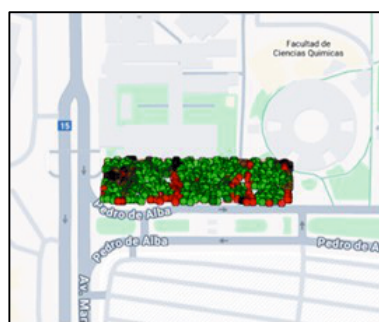


Figura 4. Área seleccionada con marcas aleatorias para el proyecto. a) Puntos 1 y 3; BV1, b) Punto 2; BV2

El secuestro de carbono anual por los árboles de la BV1 se calculó en 31.68 toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq), mientras que para la BV2 fue de 2.7 ton CO₂ eq. En total el secuestro de carbono para las áreas en estudio fue de 34.4 ton de CO₂ eq y el valor monetario asociado a la captura de carbono total se estimó en \$82,560.00 pesos mexicanos. La mayor cantidad de secuestro de carbono ocurrió en la BV1 que es la que tiene mayor área superficial (8.12 ha), en comparación con la BV2 (0.38 ha). Por otro lado, el carbono almacenado en las BV1 y BV2 se calculó en 217 y 18 toneladas respectivamente.

En la BV1 la remoción total al año de material particulado (MP) fue de 65.2 kg, de los cuales 7.5 kg corresponden a PM_{2.5} y 57.7 kg a PM₁₀. Mientras que en la BV2 se estimó una remoción total anual de 5.6 kg de MP, de los cuales 0.6 kg corresponden a PM_{2.5} y 5.0 kg a PM₁₀. La remoción total de MP de las áreas en estudio fue de 70.8 kg/año y el valor monetario de la remoción total fue de \$12, 510.00 pesos mexicanos.

Las lecturas tomadas de los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} en los tres Puntos de muestreo en Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, mostraron concentraciones que superan el límite máximo permisible establecido en la NOM-025-SSA1-2021. El

muestreo fue realizado entre los meses de octubre y noviembre en los que de acuerdo con el Informe Anual de la Tendencia de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Monterrey 2020, la mayoría de los días registra una mala calidad del aire. Además, Huertas, J. *et al.* (2024) ya exponían que las concentraciones de partículas suspendidas en San Nicolás de los Garza excedían el límite permisible.

Por otro lado, aunque no hay una normativa que regule el CO₂ en el aire exterior, pero se sabe que las altas concentraciones de CO₂ asociadas principalmente al uso de combustibles fósiles y al cambio de uso de suelo han potencializado el cambio climático y el aumento de los gases de efecto invernadero^[7]. Por ello se requiere monitorear y buscar opciones que disminuyan la concentración de CO₂ a nivel global. En el caso particular de este proyecto las concentraciones de CO₂, dentro de la barrera como próximas a la vialidad fueron iguales o superiores a 400 ppm que coincide con la concentración promedio global (417 ppm).

Los árboles urbanos brindan numerosos servicios ambientales como la mejora de la calidad del aire, la regulación de la temperatura, la mejora en la calidad del paisaje y espacios de recreación para la población. Además, los árboles urbanos funcionan como filtros biológicos y como oxigenadores ambientales. Los árboles nativos son aquellos que están adaptados ecológicamente a una región en específico, se caracterizan por resistir determinadas temperaturas, plagas, enfermedades y son parte del entorno cultural y regional^[8, 9]. Algunas especies de árboles nativos en el estado de Nuevo León son: huizache, encino, anacahuita, magnolia, ébano, mezquite, palo blanco, crespón, duraznillo y sicomoro^[10]. Dentro de las BVs en estudio se encontraron las siguientes especies nativas: encino siempreverde, pino blanco, sauz, encino bravo, palo blanco y olmo mexicano. Por otro lado, las especies introducidas encontradas en las BVs fueron: olivo, palmera canadiense, buganvilia y tuya.

El secuestro de carbono por medio del arbolado urbano puede estudiarse usando la información de las especies o usando imágenes satelitales como en el presente estudio. El secuestro de carbono está directamente relacionado a algunos factores como tipo de cobertura (natural o urbano), densidad de los árboles, alometría, entre otros. Domínguez – Madrid (2016) reportó que el parque urbano de la Delegación Centenario (Tijuana) con 0.30 hectáreas (ha) tuvo una capacidad de captura de CO₂ de 15.33 toneladas anuales, en contraste la BV2 con similitud de área resultó en 2.7 ton CO₂ eq., asimismo, al comparar el área total del estudio de Domínguez con casi 7 ha y la del presente estudio con 8.5 ha, hay una diferencia de captura de carbono de más de 200 ton de CO₂ eq. Este resultado se atribuye a la presencia de edificaciones, banquetas, calles, suelo desnudo, caminos y puentes peatonales dentro de la BV1 de Ciudad

Universitaria^[11] Quiñones, et al. (2021) ya señalaban que las áreas verdes urbanas se veían reducidas por el acelerado proceso de urbanización e industrialización del Área Metropolitana de Monterrey.

Por otro lado, Rey Guerra C. V *et al.*, (2024) reportaron para una BV de 1.33 ha una capacidad de remoción de 61.1 kg al año de MP, el área de estudio se constituía de 189 individuos arbóreos adultos^[12]. Para nuestro proyecto, el área total en estudio fue de 8.5 ha y se obtuvo una mayor capacidad de remoción con 70.8 kg al año de MP. Sin embargo, Rey Guerra *et al.*, obtuvieron una relación de remoción por área de 46 kg de MP/ha mientras que para el presente estudio se calculó una relación de 8.3 kg de MP/ha. Estos resultados también se asociaron a una menor área arborizada por la presencia de banquetas, caminos y demás construcciones necesarias para la accesibilidad en CU.

4. Conclusiones

El análisis de la estructura y función de los árboles urbanos es fundamental para su adecuada conservación, particularmente debido a los múltiples servicios ambientales que proporcionan, como la filtración biológica de contaminantes atmosféricos y la regulación microclimática. En este contexto, el presente estudio destaca la relevancia de las barreras verdes ubicadas en Ciudad Universitaria de la UANL como mecanismos naturales para disminuir la concentración de partículas en suspensión y contribuir a la captura de CO₂.

El secuestro total de carbono estimado para las BVs analizadas fue de 34.4 toneladas de CO₂ equivalente, mientras que la remoción anual de material particulado alcanzó los 70.8 kg/año. Aunque estos valores son menores en comparación con otros estudios, se explican principalmente por la sustitución y reducción de superficie arbolada, ya que el área se ubica dentro de una institución educativa caracterizada por la presencia de pasillos, banquetas, vialidades, puentes peatonales y otras infraestructuras destinadas a facilitar el tránsito de la comunidad universitaria y el público en general.

Los resultados confirman que incluso superficies verdes fragmentadas pueden aportar beneficios ambientales significativos, por lo que se recomienda fortalecer las estrategias de manejo y reforestación dentro del campus para maximizar su capacidad de mitigación y mejorar la calidad del aire en la zona.

5. Agradecimientos

Al personal de la Facultad de Ciencias Químicas, por las facilidades brindadas para el uso del equipo de medición empleado en esta investigación, así como por su guía y valiosa asesoría.

6. Referencias

- [1] *Características de los contaminantes* (s.f). Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT. Recuperado el 05 de diciembre, 2025 de <https://rama.edomex.gob.mx/caracteristicas>
- [2] *Calidad del aire*. (Septiembre, 2025). Organización Panamericana De La Salud. Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire>
- [3] Martínez, E., & Díaz, Y. (2004). *Contaminación Atmosférica. Colección Ciencia y Técnica (1ª ed., Vol. 45)* Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. ISBN 8484273245
- [4] *Smog Meaning, Causes, and Effects: Comprehensive Definition*. (s.f). Airly. Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://airly.org/en/smog-definition-effects-and-causes/>
- [5] *i-Tree Tools*. (s.f.). i-Tree Tools. Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://www.itreetools.org/>
- [6] *Listado de árboles y plantas nativas del estado de Nuevo León*. (s.f). Gobierno de Nuevo León. Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://www.nl.gob.mx/es/publicaciones/listado-de-arboles-y-plantas-nativas-del-estado-de-nuevo-leon>
- [7] *Mauna Loa carbon dioxide forecast for 2025*. (s.f). Met office. Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/seasonal-forecast/forecasts/co2-forecast>
- [8] Alanís- Rodríguez E., et al (2023). Cambios en la composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Gayana Botánica. Vol. 80.* 64-74. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432023000100064>
- [9] Alanís- Flores G. J., González- Alanís D (2003). *Flora nativa ornamental. Para el área metropolitana de Monterrey*. Universidad Autónoma de Nuevo León & Ayuntamiento de Monterrey. ISBN 970-649-122-3. <https://static1.squarespace.com/static/5ecfd7b1d5367e68d807d415/t/60edd345bf52576c624606d7/1626198856280/Flora+nativa+Ornamental+para+Mty+Glaforo-Diego.pdf>
- [10] Medina Viezca, B. (2021, 20 julio). *Necesita Nuevo León más árboles nativos*. *Vida Universitaria*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://vidauniversitaria.uanl.mx/expertos/necesita-nuevo-leon-mas-arboles-nativos/>
- [11] Domínguez – Madrid A. Y. (2016) *ESTIMACIONES DE CAPTURA DE LOS PARQUES Y EMISIONES DE CO2 VEHICULAR EN TIJUANA, B.C.* Recuperado el 05 de diciembre, 2025, de <https://posgrado.colef.mx/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Dom%C3%ADnguez-Madrid-Ana-Yurendy.pdf>
- [12] Rey – Guerra C. V., et al., (2024) *Descripción de la remoción de material particulado por una barrera arbórea en un entorno urbano*. *Colombia Forestal. Vol. 28. N. 1.* <https://doi.org/10.14483/2256201X.22550>