

Nota de Investigación

Cobertura del arbolado en áreas verdes y su contribución a la sostenibilidad urbana: el caso del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados

Tree cover in green areas and its contribution to urban sustainability: the case of the Campus Montecillo of the Colegio de Postgraduados

Inti Burgos-Hidalgo ¹, Tomás Martínez-Trinidad ^{1,*}, Marlín Pérez-Suárez ²

¹ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado en Ciencias Forestales, Km. 36.5 Carr. Méx-Tex. Montecillo, Texcoco, Estado de México, 56264.

² Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Edo. de México, 50295.

* Autor para correspondencia: tomtz@colpos.mx

Recibido:

8/01/2026

Aceptado:

2/09/2026

Publicado:

23/10/2026

Como citar:

Burgos-Hidalgo I., Martínez-Trinidad T., Pérez-Suárez M. (2026). Cobertura del arbolado en áreas verdes y su contribución a la sostenibilidad urbana: el caso del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados. Universitas Agri 5(2): e61. <https://doi.org/10.59741/agri.v5i2.61>

RESUMEN

La evaluación de la cobertura del suelo, en particular la cobertura del arbolado es fundamental para comprender el funcionamiento ambiental de los espacios urbanos y suburbanos y su relevancia para la sostenibilidad urbana. En este estudio se analiza la cobertura del arbolado en el área central del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados mediante el uso de la herramienta i-Tree Canopy, a partir de la clasificación de 1,125 puntos de muestreo aleatoriamente distribuidos y agrupados en seis categorías de cobertura de suelo. Adicionalmente, se obtuvieron estimaciones preliminares de los principales servicios ecosistémicos asociados a la cobertura arbórea. Los resultados muestran un paisaje predominantemente cubierto por vegetación, con 40.6 % de césped y 30.5 % de árboles, y una proporción relativamente baja de superficies construidas e impermeables. El arbolado del campus secuestra anualmente 10.68 t de carbono y almacena más de 218 t en biomasa. No obstante, el bosque ubicado en el sector norte del campus concentra una proporción significativa de la cobertura arbórea estimada (25 %). Esta configuración favorece el secuestro y almacenamiento de carbono como servicios ecosistémicos, así como la regulación del microclima y la mejora de la calidad del aire. Sin embargo, la distribución espacial del arbolado resulta un factor clave en la provisión de servicios ecosistémicos a la población. Más allá del porcentaje total de cobertura, el estudio resalta la importancia de su distribución espacial y funcional, y sugiere que una gestión orientada a la redistribución estratégica del arbolado podría potenciar los beneficios ambientales y de confort en el campus.

Palabras clave: Cobertura del suelo; Dasonomía urbana; Servicios ecosistémicos; Campus universitario; i-Tree Canopy.

ABSTRACT

The assessment of land cover, particularly tree cover, is essential to understand the environmental functioning of urban and suburban spaces and its relevance for urban sustainability. This study analyzes tree cover in the central area of the Campus Montecillo of the Colegio de Postgraduados using the i-Tree Canopy tool, based on the classification of 1,125 randomly distributed sampling points grouped into six land cover categories.

Additionally, preliminary estimates of the main ecosystem services associated with tree cover were obtained. The results indicate a landscape predominantly covered by vegetation, with 40.6 % grass cover and 30.5 % tree cover, and a relatively low proportion of built and impervious surfaces. Campus trees annually sequester 10.68 t of carbon and store more than 218 t in biomass. However, the woodland located in the northern sector of the campus accounts for a significant proportion of the estimated tree canopy cover (25 %). This spatial configuration favors carbon sequestration and storage as ecosystem services, as well as microclimate regulation and air quality improvement. Nevertheless, the spatial distribution of trees is a key factor in the provision of ecosystem services to the population. Beyond the total percentage of tree cover, this study highlights the importance of its spatial and functional distribution and suggests that management strategies oriented toward the strategic redistribution of trees could enhance the environmental and comfort benefits in the campus.

Keywords: Land cover; Urban Forestry; Ecosystem services; University campus; i-Tree Canopy.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la cobertura del suelo, y particularmente la cobertura del arbolado urbano, es clave para comprender la estructura y las necesidades de gestión de los entornos urbanos y suburbanos, dado que los árboles y los espacios verdes influyen directamente en procesos ecológicos esenciales y en la provisión de servicios ecosistémicos que sustentan la calidad ambiental y el bienestar humano (Nowak et al. 2013). La distribución y estructura de la cubierta arbórea dependen de factores ecológicos tales como la composición de especies, la edad y el estado de salud, así como de factores humanos asociados a la planificación del uso del suelo y las prioridades locales (Chen et al. 2020). Las áreas con árboles maduros y mayor diversidad tienden a proporcionar servicios ecosistémicos de mayor calidad, aunque su provisión varía según las condiciones climáticas, la humedad del suelo y la intensidad de manejo (Horta et al. 2024; Pace et al. 2023).

El equilibrio entre superficies vegetadas e impermeables influye directamente en los ciclos biogeoquímicos, particularmente en el balance de carbono. Mientras que la cubierta arbórea actúa como sumidero, otras coberturas, como el césped o las áreas con mantillo, pueden generar emisiones, por lo que el efecto neto depende de sus proporciones relativas y de las prácticas de gestión aplicadas (Hundertmark et al. 2021). En este sentido, el incremento de la cubierta arbórea y la reducción de superficies impermeables pueden favorecer la función de sumidero de carbono, aunque estos flujos suelen ser modestos frente a las emisiones antropogénicas totales (Kim et al. 2024).

La importancia de las mediciones de cobertura del suelo para la gestión ambiental radica en la necesidad de cuantificar espacialmente los elementos del paisaje que influyen en la provisión de servicios ecosistémicos y en la formulación de estrategias de planificación urbana. La herramienta en línea i-Tree Canopy, desarrollada por el Servicio Forestal del USDA, estima la proporción de distintos tipos de cobertura mediante la clasificación visual de puntos de muestreo aleatorios sobre imágenes satelitales de Google Earth (Kim & Kang 2022). Aunque la precisión del método aumenta con el número de puntos clasificados, también depende de la resolución de las imágenes disponibles y de la correcta interpretación visual del usuario, lo cual implica limitaciones asociadas a la calidad y actualidad de los datos base (Hwang & Wiseman 2020). Los campus universitarios o dedicados a la enseñanza-aprendizaje constituyen espacios heterogéneos que pueden ubicarse en contextos urbanos, suburbanos o rurales, lo que determina diferencias importantes en sus tipos y proporciones de cobertura del suelo. Sin embargo, este tipo de campus urbanos suele presentar áreas verdes limitadas debido a restricciones de espacio (Wurianturi et al. 2022), mientras que los suburbanos cuentan con mayores extensiones vegetadas e incorporan criterios de diseño paisajístico (Sadeq et al. 2025). En contraste, los campus universitarios rurales suelen disponer de amplias áreas verdes, arboladas o agrícolas, generalmente asociadas a funciones prácticas vinculadas con la enseñanza y la investigación (Siddik et al. 2024).

El Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados corresponde a un campus de carácter suburbano, rodeado por campos agrícolas experimentales y por áreas que han experimentado un proceso gradual de urbanización. En este contexto, el campus puede considerarse un oasis de vegetación dentro de un entorno cada vez más transformado por el crecimiento de la mancha urbana, lo que resalta su relevancia ambiental y funcional. Bajo esta perspectiva, resulta fundamental contar con herramientas que permitan caracterizar de manera objetiva la cobertura del suelo y del arbolado. En este sentido, el uso de la herramienta i-Tree Canopy permite clasificar y cuantificar de forma eficiente los distintos tipos de cobertura, generando información clave para apoyar la toma de decisiones orientadas a la sostenibilidad del campus, la planificación de su infraestructura verde y el fortalecimiento de los servicios ecosistémicos asociados a sus áreas arboladas. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue cuantificar la cobertura del arbolado y de los principales tipos de cobertura del suelo en el área central del Campus Montecillo mediante la herramienta i-Tree Canopy, así como estimar de manera preliminar los servicios ecosistémicos asociados a la cobertura arbórea para generar información que apoye la gestión y planificación de su infraestructura verde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La herramienta i-Tree Canopy se aplicó en las áreas verdes del casco central del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, ubicado en Texcoco, Estado de México. Cuenta con una superficie total de 129 ha (Figura 1) y se localiza a una altitud media de 2,250 m, en una zona de transición climática entre templado semiseco y subhúmedo, con una precipitación media anual de 700 mm (García, 1968). La selección del área de estudio se basó en que es la que tiene mayor similitud con un área urbana. Los suelos predominantes son de origen aluvial lacustre, con texturas medias, buen drenaje y pH alcalino, condiciones que influyen en el desarrollo y la distribución del arbolado (Islas-Rodríguez et al. 2012).

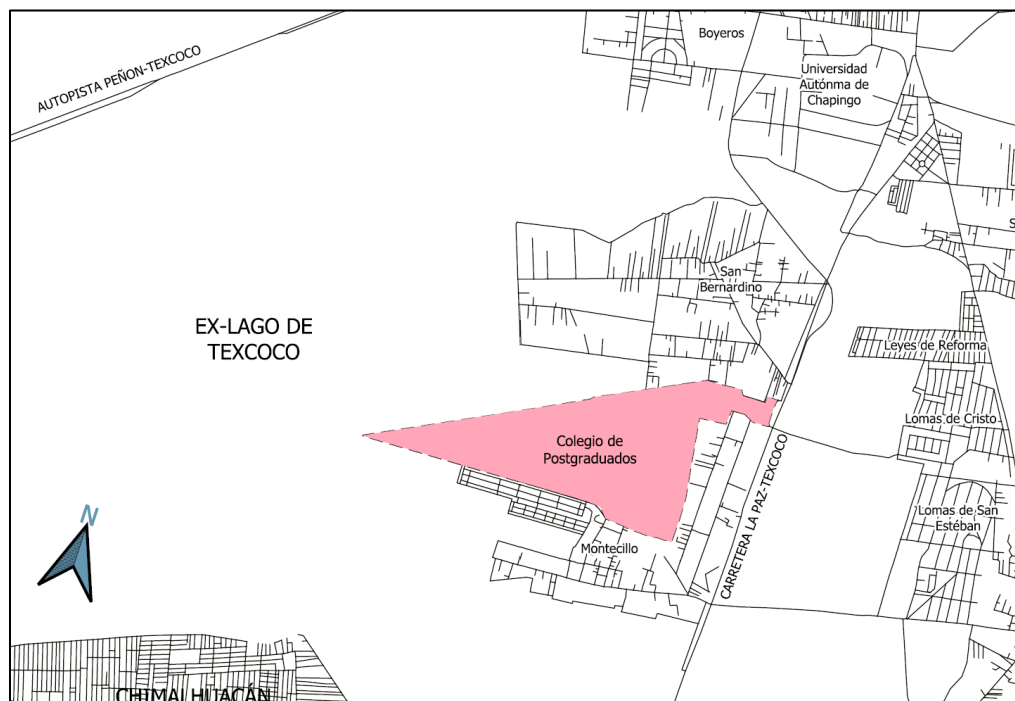


Figura 1. Mapa de localización del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados en Texcoco, Estado de México.

El análisis se centró exclusivamente en las áreas urbanizadas y de uso cotidiano del campus, tales como edificios, estacionamientos, áreas verdes, barreras rompevientos y vialidades principales, excluyendo los campos agrícolas

experimentales circundantes (Figura 2). Esta delimitación se definió con base en el objetivo del estudio, orientado a evaluar la cobertura del arbolado y otros tipos de cobertura del suelo en los espacios que concentran la mayor interacción entre la infraestructura, los usuarios y los servicios ecosistémicos del campus. De esta manera, se priorizaron las áreas cuya caracterización resulta más directamente útil para la gestión ambiental y paisajística, así como para la planificación de la infraestructura verde del campus.

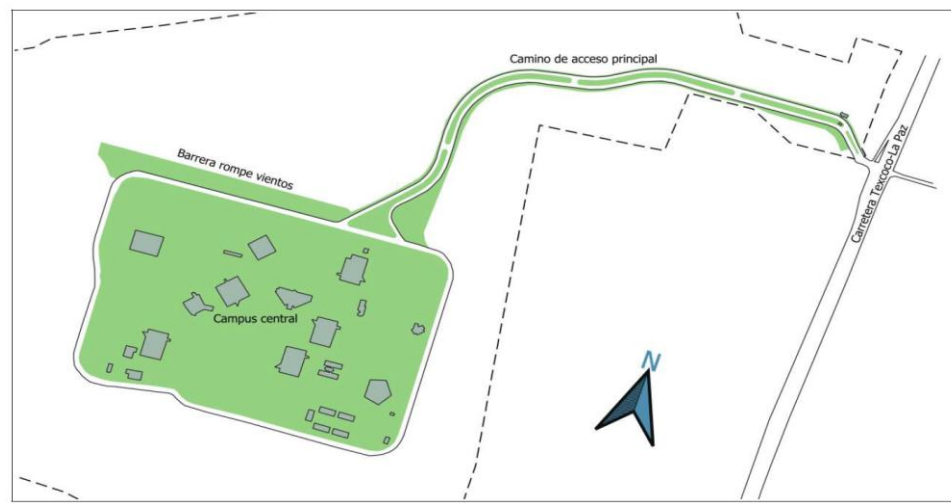


Figura 2. Esquema de localización del área con vegetación arbórea incluida en el estudio dentro del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

2.2 Utilización de i-Tree Canopy

Se creó un proyecto en la plataforma de la herramienta i-Tree Canopy, delimitando el polígono correspondiente al área de estudio. Posteriormente, la herramienta generó de manera aleatoria los puntos de muestreo, los cuales fueron clasificados visualmente sobre imágenes satelitales de Google Earth. En total se clasificaron 1,125 puntos de muestreo, número que, de acuerdo con los criterios de la propia herramienta, permite alcanzar niveles aceptables de precisión para la estimación de la cobertura del suelo al reducir el error estándar conforme aumenta el tamaño de muestra. Cada punto fue asignado a una de las seis categorías de cobertura previamente definidas: césped, edificaciones, superficies impermeables, superficies permeables, espacios residuales y arbolado. Finalmente, la plataforma estimó la proporción de cada tipo de cobertura y, a partir de la cobertura arbórea obtenida, generó las estimaciones de servicios ecosistémicos disponibles en i-Tree Canopy.

Las estimaciones de servicios ecosistémicos asociadas a la cobertura arbórea se obtuvieron utilizando los datos de referencia de condados del sur de California empleados por i-Tree Canopy (McPherson et al. 2017), adoptados como una aproximación metodológica ante la ausencia de factores de ajuste específicos para México. En consecuencia, estos resultados deben interpretarse como estimaciones preliminares.

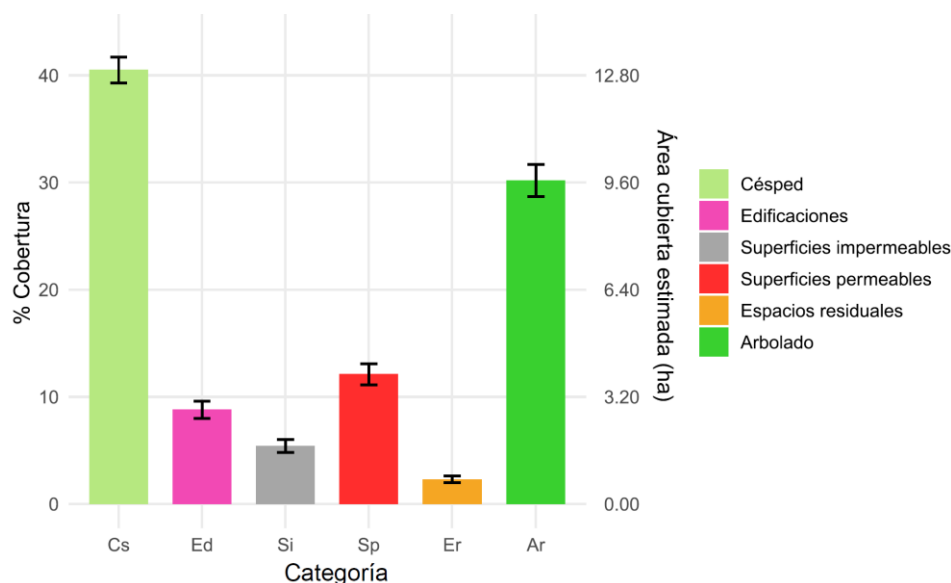
3. RESULTADOS

El área total evaluada fue de 31.85 ha. La distribución de los puntos de muestreo presenta un patrón heterogéneo, con predominio del césped en el núcleo del campus y una concentración de arbolado en sectores específicos, particularmente en un bosque ubicado al norte del polígono, que funciona como barrera rompevientos. La cobertura dominante fue el césped, con 40.62 %, seguida por el arbolado con 30.49 % (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del número de puntos de muestreo, porcentaje de cobertura y estimación del área equivalente proporcional (+/- Error Estándar), del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

Tipo de Cobertura	Puntos muestreo	Cobertura (%) $\pm$ SE	Superficie (ha) $\pm$ SE
Césped (Cs)	457	40.62 $\pm$ 1.46	12.94 $\pm$ 0.47
Arbolado (Ar)	343	30.49 $\pm$ 1.37	9.71 $\pm$ 0.44
Superficies Permeables (Sp)	136	12.09 $\pm$ 0.97	3.85 $\pm$ 0.31
Edificaciones (Ed)	99	8.80 $\pm$ 0.84	2.80 $\pm$ 0.27
Superficies Impermeables (Si)	62	5.51 $\pm$ 0.68	1.76 $\pm$ 0.22
Espacios Residuales (Er)	28	2.49 $\pm$ 0.46	0.79 $\pm$ 0.15

Desde una perspectiva integrada, el campus presenta una configuración paisajística dominada por coberturas vegetadas, las cuales ocupan la mayor proporción de la superficie analizada, en contraste con las superficies construidas e impermeables (Figura 3). Asimismo, se identificó la presencia de superficies clasificadas como pavimentos permeables dentro del conjunto de coberturas del sitio.

**Figura 3.** Distribución de coberturas utilizadas en el análisis del Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados.

En cuanto a los servicios ecosistémicos estimados como referencia, el arbolado del campus secuestra anualmente 10.68 t de carbono, equivalentes a 39.17 t de CO₂. Aunque esta cifra es modesta en comparación con inventarios urbanos (Nowak et al. 2013), es consistente con campus suburbanos con superficies de estudio similares (24-32 ha) (Lee et al. 2025; Sharma et al. 2020). El carbono almacenado en biomasa asciende a 218.51 t de carbono ($\approx$ 801.2 t de CO₂), lo que resalta el papel del campus como reservorio de carbono a largo plazo. Asimismo, el arbolado remueve aproximadamente 619 kg anuales de contaminantes atmosféricos, principalmente PM₁₀ y ozono, seguidos por NO₂, PM_{2.5}, SO₂ y CO. Esta remoción tiene implicaciones directas en la calidad del aire y en la salud de la comunidad universitaria, particularmente en el contexto del Valle de México (Omar et al. 2022).

Con respecto a los servicios ecosistémicos hidrológicos, el arbolado del área de estudio contribuye de manera significativa a la regulación del ciclo del agua, con una escorrentía evitada de 106.18 m³/año ($\pm$ 4.78 m³/año). Asimismo, los flujos ecohidrológicos asociados al dosel arbóreo (intercepción, evaporación y transpiración) alcanzan valores relevantes, lo que evidencia el papel del arbolado en la modulación del balance hídrico local y en la atenuación de escurrimientos superficiales en el entorno urbano analizado.

4. DISCUSIÓN

Con una cobertura arbórea de 30.49 %, el Campus Montecillo se sitúa dentro de rangos comúnmente considerados adecuados en criterios contemporáneos de planeación urbana y paisajística orientados al bienestar humano y la provisión de servicios ecosistémicos. En particular, este valor es consistente con el umbral del 30 % de cobertura de dosel propuesto en la regla 3-30-300, la cual sugiere que en entornos urbanos las personas deberían poder ver al menos tres árboles desde su vivienda, que los barrios cuenten con al menos 30 % de cobertura arbórea y que exista un área verde accesible a no más de 300 m de distancia (Konijnendijk 2023). Desde esta perspectiva, el campus cumple con uno de los componentes estructurales clave asociados a dicha recomendación.

Asimismo, el porcentaje de cobertura arbórea registrado es comparable con el reportado en otros campus universitarios a nivel internacional, los cuales suelen funcionar como espacios verdes de referencia dentro de sus respectivos contextos urbanos o suburbanos (Martin et al. 2011; Guban et al. 2019; Cruz et al. 2025). Sin embargo, estas comparaciones deben interpretarse con cautela, ya que los valores de cobertura están influenciados por factores como el clima, la historia de uso del suelo, la escala de análisis y las metodologías empleadas para su estimación, lo que limita la equivalencia directa entre estudios y refuerza la necesidad de interpretar estos resultados principalmente en su contexto local.

El nivel de cobertura observado indica que el dosel arbóreo ya proporciona servicios ecosistémicos relevantes, como sombra, captura de carbono, reducción de escorrentía y, de manera particular en este caso, retención de polvo proveniente de los campos agrícolas circundantes. Sin embargo, estudios previos señalan que algunos beneficios, como la reducción de la temperatura del aire y el incremento de la biodiversidad, tienden a aumentar de forma no lineal cuando la cobertura supera valores cercanos al 35–40 % (Wang et al. 2023). Por lo tanto, será importante verificar que la superficie cubierta por arbolado sea, como se sugiere, cercana a un 30 % para fomentar la mayoría de los servicios ecosistémicos.

Más allá del porcentaje total de cobertura, la distribución espacial del arbolado es un factor clave. Dos sitios con valores similares pueden ofrecer servicios ecosistémicos distintos según la continuidad del dosel y su relación con superficies construidas (Guban et al. 2019). En este sentido, el bosque del sector norte del campus destaca como un elemento estructural relevante, al concentrar el 25 % de la cobertura arbórea estimada y aportar beneficios funcionales específicos, pese a representar el 14.28 % de los puntos de muestreo clasificados como cobertura arbórea.

El arbolado del campus constituye una infraestructura verde funcional, con aportes ambientales importantes, aunque limitados en términos absolutos (Nowak et al. 2013). El secuestro anual de carbono debe interpretarse como una contribución parcial a la mitigación de emisiones asociadas a la operación cotidiana del campus, mientras que el carbono almacenado en biomasa resalta la importancia de conservar los individuos arbóreos de mayor porte, especialmente en un contexto regional de expansión urbana y pérdida de áreas vegetadas (Cruz-Bello et al. 2023). Los resultados de referencia de los servicios ecosistémicos hidrológicos confirman que la cobertura arbórea contribuye de manera significativa a la atenuación de escurrimientos superficiales, la regulación microclimática y el funcionamiento del ciclo hidrológico del campus.

Desde la perspectiva de la gestión institucional, los hallazgos indican que no necesariamente es prioritario incrementar de manera sustancial el porcentaje total de cobertura arbórea. En muchos casos, una planificación estratégica de la distribución del arbolado, orientada a futuras plantaciones y a la reposición de individuos en zonas de tránsito peatonal, estacionamientos y fachadas expuestas, puede generar mayores beneficios ambientales y de confort que un incremento extensivo de la cobertura de sitios no prioritarios. Por tanto, se recomienda dar seguimiento a la cobertura del suelo mediante monitoreos periódicos con i-Tree Canopy, complementados con inventarios de campo para evaluar la estructura, composición y condición del arbolado, con el fin de orientar las acciones de manejo y apoyar la toma de decisiones para la conservación y fortalecimiento de la infraestructura verde del campus. La definición de metas de cobertura debe basarse en las condiciones locales, los objetivos institucionales y criterios de manejo que aseguren la funcionalidad y permanencia del arbolado a largo plazo.



5. **CONCLUSIONES**

El análisis de la cobertura del suelo en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados muestra una configuración paisajística predominantemente vegetada, con una cobertura arbórea comparable con referencias empleadas en la planeación de campus universitarios. Esta estructura favorece la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación del microclima, la captura y almacenamiento de carbono y la mejora de la calidad del aire, en un contexto regional de creciente urbanización. Más allá del porcentaje total de cobertura arbórea, los resultados destacan la importancia de la distribución espacial y funcional del dosel, por lo que una gestión orientada a la redistribución estratégica del arbolado y a su integración con la infraestructura construida puede potenciar los beneficios ambientales y de confort del campus, fortaleciendo las estrategias institucionales de sostenibilidad.

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución de autoría

Conceptualización: I.B.-H, T.M.-T., Análisis formal: I.B.-H., Investigación: I.B.-H, T.M.-T, Metodología: I.B.-H, T.M.-T, Administración del proyecto: T.M.-T., Supervisión: T.M.-T, M.P.-S., Redacción - borrador original: I.B.-H, T.M.-T, Redacción - revisión y edición: T.M.-T, M.P.-S.

Agradecimientos

A la SECIHTI por la beca de posgrado para I.B.-H.

Literatura citada

- Chen G., Singh K.K., Lopez J. y Y. Zhou. 2020. 'Tree canopy cover and carbon density are different proxy indicators for assessing the relationship between forest structure and urban socio-ecological conditions'. *Ecological Indicators*, 113, 106279. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106279>
- Cruz J.R., Giordano A. y T.M. Waliczek. 2025. Developing a University Campus Tree Inventory and Determining the Value of the Campus Canopy through Student Service Learning. *HortTechnology*, 35, 687-698. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05713-25>
- Cruz-Bello G.M., Galeana-Pizaña J.M. y S. González-Arellano. 2023. Urban growth in peri-urban, rural and urban areas: Mexico City. *Buildings and Cities*, 4, 1-16. <https://doi.org/10.5334/bc.230>
- García E. 1968. *Los climas del Valle de México*. Colegio de Postgraduados.
- Gugan A., Walker H., Mooney H. y C. Scott. 2019. *University of Leeds: Enhancing the Benefits of Trees on Campus*. i-Tree Report No. 1. Leeds City Council, Woodland Trust, University of Leeds, United Bank of Carbon y Leeds 4 Trees. Disponible en: <https://leaf.leeds.ac.uk/wp-content/uploads/sites/86/2019/08/i-Tree-Report-2019-v1.42.pdf>
- Horta M.B., Carvalho-Ribeiro S.M., Mas J.F., Martins F.M., Resende F. de M., Goulart F.F. y G.W. Fernandes. 2024. Land Cover Patterns of Urban Lots and Their Contribution to Ecological Functions. *Sustainability*, 16, 3063. <https://doi.org/10.3390/su16073063>



- Hundertmark W.J., Lee M., Smith I.A., Bang A.H.Y., Chen V., Gately C.K., Templer P.H. y L.R. Huttyra. 2021. Influence of landscape management practices on urban greenhouse gas budgets. *Carbon Balance and Management*, 16, 1. <https://doi.org/10.1186/s13021-020-00160-5>
- Hwang W.H. y P.E. Wiseman. 2020. Geospatial Methods for Tree Canopy Assessment: A Case Study of an Urbanized College Campus. *Arboriculture and Urban Forestry*, 46, 51–65. <https://doi.org/10.48044/jauf.2020.005>
- Islas-Rodríguez L., Martínez-Trinidad T. y M. Hernández-Martínez. 2012. Diversidad y condición del arbolado en el Colegio de Postgraduados. En: *Propuestas para la gestión de los parques en México*, 91-99. Orgánica Editores. Disponible en: https://organicaeditores.mx/biblioteca/parques2012/contenido/5_Planificacion/5_09_Islas_Rodriguez.pdf
- Kim J. y W. Kang. 2022. Assessing Green Roof Contributions to Tree Canopy Ecosystem Services and Connectivity in a Highly Urbanized Area. *Land*, 11, 1281. <https://doi.org/10.3390/land11081281>
- Kim J., Kang Y., Kim D., Son S. y E.J. Kim. 2024. Carbon Storage and Sequestration Analysis by Urban Park Grid Using i-Tree Eco and Drone-Based Modeling. *Forests*, 15, 683. <https://doi.org/10.3390/f15040683>
- Konijnendijk C.C. 2023. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*, 34(3), 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- Lee S., Park W.B., Lee S., Lee J., Son Y. y T.K. Yoon. 2025. Tree mapping and carbon inventory on a university campus in South Korea: Case study and global review. *Ecosphere*, 16, e70118. <https://doi.org/10.1002/ecs2.70118>
- Martin N., Chappelka A., Keever G. y E. Loewenstein. 2011. A 100% Tree Inventory Using i-Tree Eco Protocol: A Case Study at Auburn University, Alabama, U.S. *Arboriculture & Urban Forestry*, 37, 207-212.
- McPherson E.G., Xiao Q., Van Doorn N.S., De Goede J., Bjorkman J., Hollander A., Boynton R.M., Quinn J.F. y J.H. Thorne. 2017. The structure, function and value of urban forests in California communities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 28, 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.09.013>
- Nowak D.J., Hoehn R.E., Bodine A.R., Greenfield E.J. y J. O'Neil-Dunne. 2013. Urban forest structure, ecosystem services and change in Syracuse, NY. *Urban Ecosystems*, 19(4), 1455-1477. doi:10.1007/s11252-013-0326-z
- Omar A.-M., González-Ramírez A.E. y R. Villalobos-Pietrini. 2022. Polycyclic aromatic hydrocarbons in PM_{2.5} in the metropolitan zone of Mexico Valley: Impact of air quality management programmes. *Urban Climate*, 42, 101096. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101096>
- Pace R., Chiocchini F., Sarti M., Endreny T.A., Calfapietra C. y M. Ciolfi. 2023. Integrating Copernicus land cover data into the i-Tree Cool Air model to evaluate and map urban heat mitigation by tree cover. *European Journal of Remote Sensing*, 56, 2125833. <https://doi.org/10.1080/22797254.2022.2125833>
- Sadeq A.Z.A., Wan Ismail W.N. y A. Abd. Manaf. 2025. Green Spaces Design in University Campus: A Review of Landscape Practice of Sustainability and Students' Well-Being. *Semarak Proceedings of Natural and Environmental Sciences*, 3, 1-12. <https://doi.org/10.37934/spnes.3.1.112a>
- Siddik Md. A., Rahman Md. A. y M.N. Islam. 2024. Students' Perception on Campus Land Use: A Case Study on Patuakhali Science and Technology University. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 13, 220-234. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2024v13i4.p220-234>
- Sharma R., Pradhan L., Kumari M. y P. Bhattacharya. 2020. Assessment of Carbon Sequestration Potential of Tree Species in Amity University Campus Noida. The 1st International Electronic Conference on Forests - Forests for a Better Future: Sustainability, Innovation, Interdisciplinarity, 52. <https://doi.org/10.3390/IECF2020-08075>

Wang H., Cai Y., Deng W., Li C., Dong Y., Zhou L., Sun J., Li C., Song B., Zhang F. y G. Zhou. 2023. The Effects of Tree Canopy Structure and Tree Coverage Ratios on Urban Air Temperature Based on ENVI-Met. *Forests*, 14, 80. <https://doi.org/10.3390/f14010080>

Wurianturi I., Sari Hasibuan H. y E. Suganda. 2022. Optimizing Open Green Space on Urban Campuses Through the Case of UI Salemba Campus: A Step Towards Improved Green Metric Ranking. *Nakhara Journal of Environmental Design and Planning*, 21, 224. <https://doi.org/10.54028/NJ202221224>

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Universitas agri ni de sus editores. Universitas agri y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

