Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 17 (98)
Dasonomía Urbana (2026)

DOI: 10.29298/rmcf.v17i98.1682

Artículo de investigación

La vegetación urbana en la conservación de la riqueza y diversidad de mariposas diurnas en Ciudad Victoria, Tamaulipas

The urban vegetation in the conservation of the abundance and diversity of day-flying butterflies in *Ciudad Victoria*, state of *Tamaulipas*

Santiago Niño-Maldonado[1], Vannia del Carmen Gómez-Moreno[1]*, Jesús Lumar Reyes-Muñoz[2], José Norberto Lucio-García[3], Sandra Aurora Esquivel-Niño[4]

Fecha de recepción/Reception date: 21 de abril de 2026.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 29 de agosto de 2026.

[1]Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Victoria. México.

[2]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas. México.

[3]Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. México.

[4]Laboratory of Synergistic Approaches for Neurodegeneration. Departamento de Genética y Biología Molecular, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav)-Unidad Zacatenco. México.

*Autor por correspondencia; correo-e: mantiz@hotmail.com

*Corresponding author; e-mail: mantiz@hotmail.com

Resumen

La urbanización transforma la cobertura vegetal y fragmenta los hábitats, e incide sobre la disponibilidad de recursos para los invertebrados, entre ellos las mariposas, que cumplen funciones ecológicas esenciales. La presencia, densidad y estructura de la vegetación en las áreas urbanas influyen en la riqueza, diversidad y composición de las comunidades de mariposas, debido a su dependencia de los recursos vegetales para la alimentación, reproducción y permanencia. Este estudio analizó la diversidad, composición y distribución de mariposas diurnas en relación con la heterogeneidad de la vegetación en Ciudad Victoria, Tamaulipas. Se seleccionaron 12 sitios de estudio y se realizó una clasificación supervisada para caracterizar y cuantificar las coberturas del suelo. Se efectuaron 144 muestreos mediante recorridos con red entomológica. Se identificaron 297 especies pertenecientes a 186 géneros y seis familias. *Kricogonia lyside* y *Phoebis agarithe* registraron las mayores abundancias. El sitio Río San Marcos presentó la mayor riqueza específica (197 spp.), seguido por Ejido Benito Juárez. El análisis comparativo de la composición comunitaria no detectó diferencias significativas entre los sitios con diferentes tipos de vegetación. Los resultados indican que, pese al proceso de urbanización, Ciudad Victoria conserva áreas verdes con una cobertura vegetal capaz de favorecer la persistencia de comunidades diversas de mariposas diurnas. Estos espacios desempeñan un papel relevante en el mantenimiento de la diversidad local y en la disponibilidad de recursos dentro del mosaico urbano.

Palabras clave: Área verde, ciudad, composición de especies, ecología urbana, invertebrados, urbanización.

Abstract

Urbanization transforms vegetation cover and fragments habitats, affecting resource availability for invertebrates, including butterflies, which perform essential ecological functions. The presence, density, and structure of vegetation in urban areas influence the richness, diversity, and composition of butterfly communities because these organisms depend on plant resources for feeding, reproduction, and persistence. This study analyzed the diversity, composition, and distribution of diurnal butterflies in relation to vegetation heterogeneity in *Ciudad Victoria*, *Tamaulipas*, Mexico. Twelve study sites were selected, and supervised classification was conducted to characterize and quantify land-cover types. A total of 144 surveys were conducted using entomological nets along designated sampling routes. 297 species wre identified which belong to 186 genera and six families. *Kricogonia lyside* and *Phoebis agarithe* had the highest abundances. The *Río San Marcos* site had the highest species richness (197 spp.), followed by *Benito Juárez ejido*. Comparative analysis of community composition detected no significant differences among sites with different vegetation types. These results indicate that, despite urbanization, *Ciudad Victoria* keeps green areas with vegetation cover that can support the persistence of diverse diurnal butterfly communities. These green spaces play an important role in maintaining local diversity and resource availability within the urban mosaic.

Keywords: Green area, city, species composition, urban ecology, invertebrates, urbanization.

Introducción

La urbanización modifica en gran medida los ecosistemas naturales mediante la transformación del suelo, la fragmentación del hábitat y la construcción de infraestructura para satisfacer las necesidades humanas (McDonnell & Hahs, 2010). Este proceso constituye una de las principales amenazas para la biodiversidad a escala global, ya que reduce la cobertura vegetal original, altera las condiciones ambientales y limita la disponibilidad de recursos para numerosas especies (Czech et al., 2000). En respuesta a este escenario, diversos estudios han analizado el impacto del desarrollo urbano sobre la biodiversidad durante las últimas décadas, entre los que destacan problemas relacionados con la pérdida de hábitat, la fragmentación de la vegetación, las especies invasoras, la contaminación y la presión creciente sobre áreas prioritarias para la conservación (McDonnell & Hahs, 2010; Potgieter et al., 2024).

Dentro de las ciudades, las áreas verdes urbanas adquieren una importancia fundamental como remanentes de vegetación y elementos de conectividad que pueden

disminuir parcialmente los efectos negativos de la urbanización (Hong et al., 2012). La presencia de cobertura vegetal conformada por árboles, arbustos y vegetación nativa puede incrementar la heterogeneidad estructural del paisaje urbano y favorecer la permanencia de especies al proporcionar una mayor diversidad de recursos y microhábitats (Gómez-Moreno et al., 2023). Las investigaciones en ecología urbana han demostrado que la persistencia de la fauna en las ciudades depende tanto de las características de las áreas verdes, del tamaño, la composición vegetal y la disponibilidad de recursos, así como de los atributos propios de cada especie, incluidos sus requerimientos ecológicos y su capacidad de adaptación (Koptur et al., 2024; McKinney, 2008). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en vertebrados, mientras que los invertebrados han recibido menor atención, a pesar de su dominancia taxonómica y su papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas (McKinney, 2008).

Entre los invertebrados, las mariposas diurnas destacan como uno de los grupos más estudiados debido a su sensibilidad a los cambios ambientales y a su relevancia ecológica como polinizadores y componentes clave de las redes tróficas (Greeney et al., 2012). La presencia y diversidad de estos organismos en ambientes urbanos están estrechamente relacionadas con la disponibilidad de vegetación, ya que las plantas hospederas y los recursos florales determinan procesos esenciales como la alimentación y la reproducción. No obstante, muchas especies enfrentan amenazas asociadas con el cambio de uso del suelo, la contaminación y la expansión urbana, lo que puede provocar disminuciones en la abundancia, extinciones locales y modificaciones en la composición de las comunidades (Anoop et al., 2023; Lizee et al., 2016). La calidad y cantidad de recursos disponibles para larvas y adultos, así como el grado de conectividad entre áreas verdes influyen de manera directa en la ocupación y persistencia de las especies (Muñoz-Galicia et al., 2023). Al respecto, la composición vegetal y la estructura de la cobertura verde urbana representan factores determinantes para comprender los patrones de diversidad de las mariposas en paisajes urbanos.

En este contexto, resulta necesario evaluar cómo la cobertura vegetal forestal y la heterogeneidad de la vegetación influyen en la diversidad y composición de mariposas en ciudades intermedias del noreste de México, donde la información aún es limitada. En el presente estudio se analiza la diversidad, composición y distribución de mariposas diurnas en relación con la heterogeneidad y las características de la vegetación urbana en 12 áreas verdes de Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El municipio Ciudad Victoria, Tamaulipas, se localiza en la región central del estado (23°43'15.4" N y 99°09'04.9" O; 365 msnm) y tiene una superficie de 1 538.25 km^2 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2025). Presenta una población cercana a los 380 000 habitantes y una zona urbana de 70.22 km^2 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática [INEGI], 2016).

El clima es semicálido húmedo, con temperaturas medias anuales entre 18 y 22 °C y precipitaciones promedio de 360 a 800 mm anuales (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio], 2026). La vegetación forestal natural dentro del municipio incluye matorral submontano y bosques de encino y pino (Zurita-Zaragoza & Elizondo-Elizondo, 2009). En la periferia urbana dominan el matorral submontano, vegetación secundaria e incluyen áreas de cultivo; mientras que las áreas verdes urbanas presentan especies arbóreas como *Fraxinus americana* L., *Azadirachta indica* A. Juss., *Casuarina cunninghamiana* Miq., *Ficus benjamina* L., *Tecoma stans* (L.) Juss., *Ehretia anacua* (Terán & Berland.) I. M. Johnst. y *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Gómez-Moreno et al., 2023).

Selección y descripción de sitios de estudio

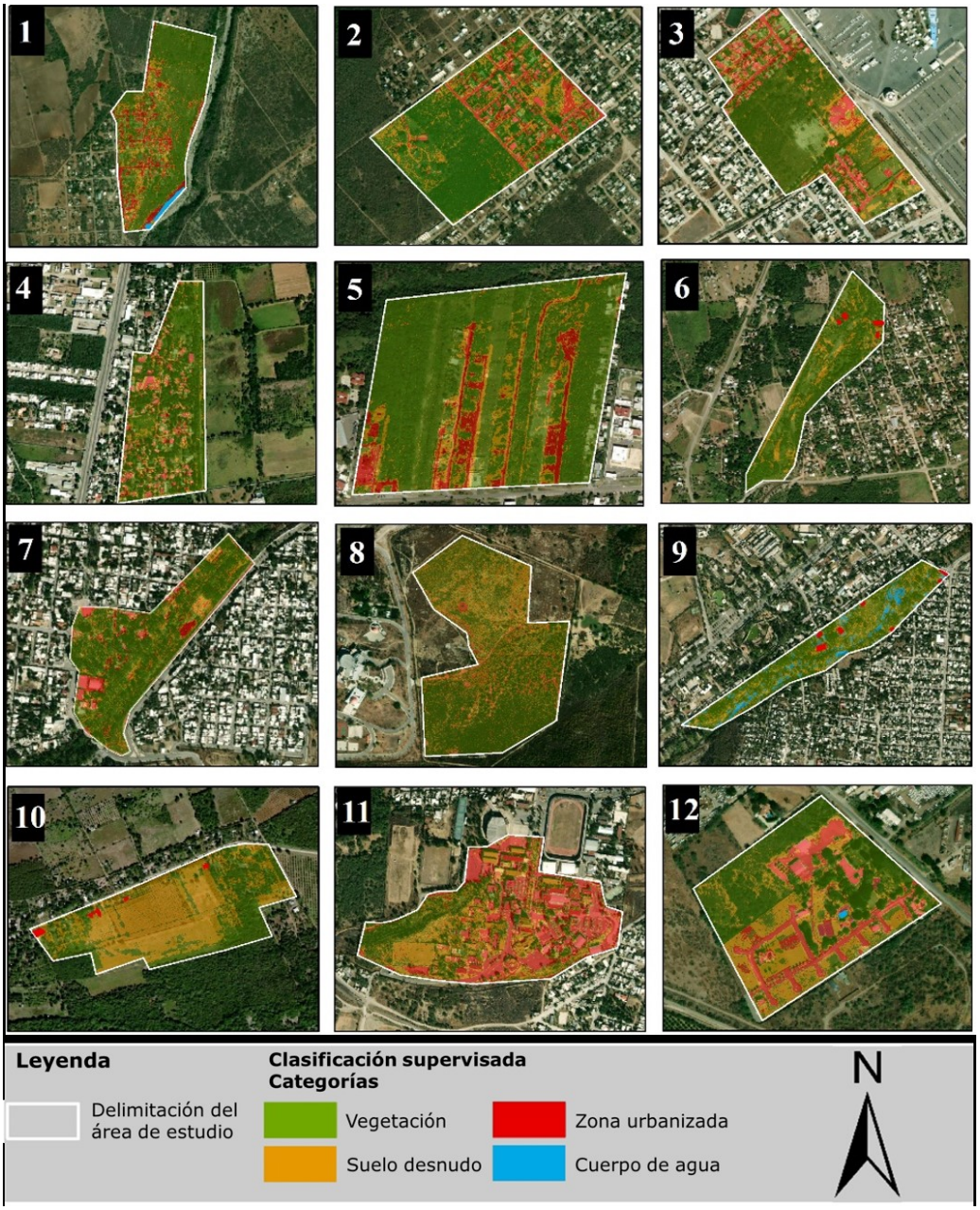
Se realizaron recorridos de campo para elegir sitios de estudio en Ciudad Victoria, Tamaulipas, a partir de tres criterios: (1) presencia de parches de vegetación, (2) ubicación dentro del municipio Ciudad Victoria y (3) superficies de tamaño similar.

Se eligieron 12 sitios, cada uno con una extensión de 19.50 a 22.10 ha. Después, se analizó la cobertura del suelo de cada sitio con imágenes satelitales *Landsat 8 OLI/TIRS C1* de nivel 1 a través del sitio web del *USGS Global Visualization Viewer GloVis* (United States Geological Survey [USGS], 2025) y mediante una clasificación supervisada en *ArcGIS* 10.2 (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 2025). Para ello, se utilizaron muestras de entrenamiento obtenidas en campo y verificadas con ortofotografías de alta resolución espectral de 30 m. La cobertura del suelo se dividió en cuatro categorías: vegetación, suelo desnudo, áreas urbanizadas y cuerpos de agua. Para clasificar cada pixel, se aplicó el algoritmo de Máxima Verosimilitud (Vargas-Sanabria & Campos-Vargas, 2018). Posteriormente, se elaboraron mapas temáticos por sitio y se midió la superficie de cada categoría en hectáreas mediante estadísticas zonales. Esto favoreció la determinación de la cobertura dominante en los 12 sitios de estudio (Cuadro 1, Figura 1). Además, para definir el tipo de vegetación en los sitios, se utilizó la capa de uso del suelo y vegetación a escala 1:250 000, serie VII (Inegi, 2018).

Cuadro 1. Localización, superficie total y cobertura del suelo de los 12 sitios de estudio en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

Sitio	Clave	Coordenadas	Superficie total (ha)	Vegetación (ha)	Urbano (ha)	Suelo desnudo (ha)	Cuerpo de agua	Tipo de vegetación
1 Boca de Juan Capitán	BJC	23°38′53″ N-99°06′31″ O	19.41	10.11	9.30	0.003	Si	MAT-VS-CUL
2 Col. Esfuerzo Popular	CEP	23°41′56″ N-99°08′40″ O	20.27	15.75	4.52	2.42	No	MAT-VS
3 Col. Área Pajaritos	CAP	23°45′07″ N-99°06′23″ O	21.90	13.14	4.81	3.95	No	MAT-AVA
4 Ejido Benito Juárez	EBJ	23°47′00″ N-99°08′00″ O	22.30	14.20	5.42	2.68	No	AN-AI-MSM
5 El Cuartel	EC	23°43′50″ N-99°11′00″ O	19.10	14.33	1.91	2.87	No	MAT-VS
6 La Misión	LM	23°48′09″ N-99°06′66″ O	19.00	15.75	2.25	3.00		MSM-VS-CUL
7 Paseo Méndez	PM	23°43′30″ N-99°09′00″ O	20.30	17.60	1.20	1.50	Si	MAT-VR
8 Planetario	P	23°43′00″ N-99°07′30″ O	21.50	16.70	0.00	4.80	No	ORN-AI-MAT
9 Río San Marcos	RSM	23°43′00″ N-99°13′00″ O	21.80	18.90	0.65	2.29	Si	AN-AI-MAT-VR
10 Santa Ana	SA	23°43′00″ N-99°13′30″ O	22.00	10.56	0.66	10.78	Si	AF-AN-MAT-VR
11 Universidad Autónoma de Tamaulipas	UAT	23°43′02″ N-99°09′01″ O	22.10	2.65	13.90	5.52	No	MSM-AN-AI-ORN-JAR
12 Unidad Deportiva	UD	23°42′12″ N-99°06′58″ O	21.80	12.90	3.79	5.01	Si	AN-AI-MAT

MAT = Matorral; MSM = Matorral submontano; VS = Vegetación secundaria; VR = Vegetación riparia; CUL = Áreas de cultivo; AN = Árboles nativos; AI = Árboles introducidos; AF = Árboles frutales; ORN = Plantas de ornato; JAR = Jardines.



Áreas de estudio: 1 = Boca de Juan Capitán (BJC); 2 = Col. Esfuerzo Popular (CEP); 3 = Col. Área Pajaritos (CAP); 4 = Ejido Benito Juárez (EBJ); 5 = El Cuartel (EC); 6 = La Misión (LM); 7 = Paseo Méndez (PM); 8 = Planetario (P); 9 = Río San Marcos (RSM); 10 = Santa Ana (SA); 11 = Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT); 12 = Unidad Deportiva (UD).

Figura 1. Análisis de clasificación supervisada para las 12 áreas de estudio en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

La clasificación obtenida se corroboró mediante recorridos de campo, en los que se registraron las especies vegetales dominantes y la estructura de la vegetación de cada sitio. La identificación de los taxa observados se verificó con bases de datos taxonómicas en línea como *worldfloraonline.org* (World Flora Online [WFO], 2026), así como otros catálogos especializados (Conabio, 2024; Villaseñor, 2016). Esta información permitió confirmar los tipos de vegetación presentes en las áreas de estudio.

Muestreo

El muestreo se realizó durante un año, de junio de 2024 a julio de 2025. Se visitó cada uno de los 12 sitios una vez al mes, a razón de un día de muestreo por sitio. En cada jornada participaron dos equipos, cada uno integrado por dos observadores capacitados en la captura, manejo e identificación de mariposas, con el fin de estandarizar los criterios de detección y registro de los individuos. Ambos equipos muestrearon simultáneamente dos sitios agrupados por cercanía geográfica para optimizar los tiempos de traslado, en un horario de 08:00 a 16:00 h.

Se hicieron recorridos continuos en cuatro transectos lineales previamente delimitados dentro de cada sitio. La longitud de los transectos fue de 300 a 400 m y la separación entre ellos fue de 50 y 60 m. Todos los recorridos se efectuaron a velocidad constante con puntos de inicio y final en una misma dirección para minimizar el doble conteo de individuos. Los dos equipos aplicaron el mismo esfuerzo de muestreo en todos los sitios para garantizar la comparabilidad entre áreas y se capturaron todas las mariposas visibles dentro del trayecto. Para ello, fueron utilizadas redes aéreas entomológicas con aro de 42 cm de diámetro, malla fina y mango de 1.5 m de longitud.

Para la identificación de los ejemplares se consultaron guías especializadas de campo (Glassberg, 2017; Llorente-Bousquets et al., 1997; Luis-Martínez et al., 2003). Se registró la especie, la hora de captura, el área de muestreo y la fecha. Después, los ejemplares se liberaron en el mismo sitio de captura. Con la lista de especies obtenida, se evaluó el estatus de conservación de cada taxón de acuerdo con la Lista Roja de la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2025) y la NOM-059-SEMARNAT-2025 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2025).

Análisis estadísticos

Se utilizó el análisis PERMANOVA (*Permutational Multivariate Analysis of Variance*) para determinar diferencias significativas en la composición de las comunidades de mariposas entre los sitios de estudio, con una medida de distancia de *Bray-Curtis* (matriz de abundancia), la prueba realiza 999 permutaciones y un valor de significancia de $P<0.05$ (Anderson, 2001). El esfuerzo de muestreo se evaluó mediante curvas de acumulación de especies de los estimadores no paramétricos *Chao1* y *Jackknife 2*. Además, se calcularon intervalos de confianza al 95 % mediante remuestreo *Bootstrap* para evaluar la precisión de las estimaciones de riqueza (Colwell & Coddington, 1994).

Se compararon diversidades con los índices de *Shannon-Wiener* (*H'*, riqueza y equitatividad), *Simpson* (*1-D*, probabilidad de co-especificidad) y dominancia (*D*, alta indica dominancia específica) (Gotelli & Colwell, 2001). Estos índices fueron transformados a Números Efectivos de Especies (*NES*), siguiendo la propuesta de Jost (2007). La riqueza de especies corresponde al orden $q=0$, el Índice de *Shannon* se transformó mediante $e^{H'}$ ($q=1$) y el Índice de *Simpson* mediante *1/D* ($q=2$), lo que permitió expresar la diversidad como el número equivalente de especies igualmente

abundantes y facilitar la comparación entre comunidades (Jost, 2007). Todos los análisis estadísticos se realizaron en *PAST* 4.03 (Hammer & Harper, 2025), *RStudio* 2025-09 (Posit Software PBC., 2025) y *EstimateS* 8.2 versión (Colwell, 2025).

Resultados

Se identificaron 19 765 ejemplares de 297 especies de mariposas, distribuidas en 186 géneros y seis familias (Apéndice 1). Las especies con mayor abundancia fueron: *Kricogonia lyside* (Godart, 1819) con 1 308 individuos, *Phoebis agarithe* (Boisduval, 1836) con 1 138, *Lerodea arabus* (Edwards, 1882) con 704, *Pyrisitia lisa* (Boisduval & LeConte, 1829) con 644, *Libytheana carinenta* (Cramer, 1777) con 634, *Mestra dorcas* (Fabricius, 1775) con 601, *Pyrgus oileus* (Linnaeus, 1767) con 507, y *Hemiargus hanno* (Stoll, 1790) con 381 individuos. En relación con la riqueza esperada, se estimó que el muestreo representó 93.3 % de las especies según el estimador de *Chao1*, 87.4 % según *Jackknife 2* y 92.8 % de acuerdo con *Bootstrap*.

Análisis de diversidad entre sitios de estudio

La abundancia varió de 1 003 individuos en UAT hasta 2 430 en RSM. La riqueza de especies (q=0) entre 122 (CAP y UAT) y 197 especies (RSM). La diversidad efectiva de orden 1 (q=1), que considera la riqueza y la equidad en las abundancias, registró valores de 87.36 especies efectivas en EBJ, seguido de RSM con 83.93, EC con 70.81 y UD con 69.41 (Cuadro 2), mientras que los valores más bajos se ubicaron en CAP,

con 33.45 especies efectivas; SA, con 39.65; y BJC, con 45.15. La diversidad efectiva de orden 2 (q=2), que da mayor peso a las especies dominantes fue de 58.82 especies efectivas en EBJ, seguido de RSM con 47.62, PM con 43.48, mientras que UD y UAT registraron 41.67. En contraste, CAP (11.11) y en SA (12.99) se tuvieron los valores más bajos, lo que sugiere una mayor dominancia de pocas especies.

Cuadro 2. Números efectivos de especies (*NES*) para las 12 áreas de muestreo en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

	BJC	**CEP**	**CAP**	**EBJ**	**EC**	**LM**	**PM**	**P**	**RSM**	**SA**	**UAT**	**UD**
Abu	1 602	1 870	1 215	1 333	1 964	1 985	1 437	1 284	2 430	2 231	1 003	1 411
q=0	133	152	122	157	165	144	143	131	197	169	122	137
q=1	45.15	59.74	33.45	87.36	70.81	50.91	68.03	50.91	83.93	39.65	64.72	69.41
q=2	22.73	29.41	11.11	58.82	35.71	22.22	43.48	24.39	47.62	12.99	41.67	43.48

BJC = Boca de Juan Capitán; CEP = Col. Esfuerzo Popular; CAP = Col. Área Pajaritos; EBJ = Ejido Benito Juárez; EC = El Cuartel; LM = La Misión; PM = Paseo Méndez; P = Planetario; RSM = Río San Marcos; SA = Santa Ana; UAT = Universidad Autónoma de Tamaulipas; UD = Unidad Deportiva. Abu = Abundancia; q=0 corresponde a la riqueza observada de especies; q=1 representa la diversidad efectiva derivada del Índice de *Shannon* ($e^{H'}$); q=2 corresponde a la diversidad efectiva derivada del Índice de *Simpson* (*1/D*).

En el análisis PERMANOVA (Cuadro 3), la suma total de cuadrados fue de 15.47, mientras que la suma de cuadrados dentro de los grupos fue de 11.83. El valor de F fue de 1.007, lo cual indica una baja diferencia entre los grupos, con un valor de P=0.441, no hubo diferencias significativas en cuanto a la composición de especies de mariposas entre los sitios de estudio.

Cuadro 3. Análisis PERMANOVA de las comunidades de mariposas de los 12 sitios de estudio en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

	BJC	CEP	CAP	EBJ	EC	LM	PM	P	RSM	SAN	UAT	UD
BJC	-	0.7941	1.243	1.115	0.9826	1.018	1.422	1.178	0.9795	0.8286	0.9468	0.705
CEP	0.6697	-	0.9969	0.986	0.8672	0.7559	1.153	0.92	1.16	1.1	0.8521	0.721
CAP	0.1663	0.5078	-	0.9342	1.15	0.97	0.959	1.083	1.294	1.022	0.9059	0.888
EBJ	0.1991	0.3151	0.6611	-	0.9645	1.014	1.204	1.195	1.258	1.141	1.062	0.796
EC	0.4	0.7121	0.2016	0.5139	-	0.9402	1.528	1.18	0.9313	1.033	1.082	0.757
LM	0.3986	0.9416	0.5324	0.2809	0.639	-	1.039	0.7768	1.153	0.8563	1.025	0.723
PM	0.1765	0.2845	0.5641	0.1945	0.1135	0.3997	-	1.215	1.467	1.365	1.041	0.955
P	0.462	0.5422	0.3106	0.1958	0.2335	0.7198	0.344	-	1.353	1.013	1.021	0.748
RSM	0.3477	0.2277	0.2637	0.1434	0.6007	0.2224	0.14	0.1734	-	0.7659	1.063	0.687
SAN	0.5134	0.2827	0.4777	0.2001	0.5119	0.776	0.116	0.4535	0.6889	-	1.229	0.897
UAT	0.372	0.658	0.5727	0.3496	0.2878	0.3692	0.396	0.3991	0.4243	0.1642	-	0.473
UD	0.890	0.971	0.791	0.828	0.942	0.969	0.461	0.828	0.860	0.740	0.968	-

BJC = Boca de Juan Capitán; CEP = Col. Esfuerzo Popular; CAP = Col. Área Pajaritos; EBJ = Ejido Benito Juárez; EC = El Cuartel; LM = La Misión; PM = Paseo Méndez; P = Planetario; RSM = Río San Marcos; SA = Santa Ana; UAT = Universidad Autónoma de Tamaulipas; UD = Unidad Deportiva. Se indican los valores de *P* abajo de la diagonal y valores de *F* arriba de la diagonal.

De las 297 especies registradas (Apéndice 1), la mayoría se clasifican como de preocupación menor (LC) de acuerdo con la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2025) y no presentan categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2025 (Semarnat, 2025). La excepción fue *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), catalogada como sujeta a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2025 (Semarnat, 2025) y con tendencia poblacional decreciente por la IUCN (2025). Esta especie presentó diferentes niveles de abundancia entre los 12 sitios; destacaron PM, BJC, UAT y SA como los de mayor relevancia.

Discusión

Se registraron 297 especies de mariposas diurnas en las áreas verdes de Ciudad Victoria, una riqueza notable que sostiene la vegetación, principalmente forestal, en un ambiente urbano (Ramírez-Restrepo & Halffter, 2013). Este resultado sugiere que, a pesar del grado de urbanización, esos espacios mantienen a una comunidad de Papilionoidea. La presencia de seis familias de mariposas diurnas registradas para México refuerza la importancia de las áreas verdes urbanas (Llorente-Bousquets et al., 2014). Aunque se han realizado estudios de mariposas diurnas en otras ciudades de México (Xalapa donde se identificaron 172 especies; San Cristóbal de las Casas, Chiapas, con 90 especies y el parque La Cantera en la Ciudad de México con 50 especies [Ayala-Azcárraga et al., 2025; León-Cortés et al., 2019; Ramírez-Restrepo & Halffter, 2013; Ramírez-Restrepo et al., 2015]), se descartó hacer una comparación entre las riquezas debido a diferencias en cuanto al esfuerzo de muestreo, la duración de los estudios, la extensión de las áreas evaluadas y los criterios taxonómicos. Por ejemplo, en la investigación de Ramírez-Restrepo et al. (2015) en Xalapa no incluyeron a la familia Hesperiidae, grupo que representa una proporción importante de la diversidad de Papilionoidea en México, lo que probablemente redujo la riqueza observada y limita la comparabilidad con el presente estudio.

La riqueza de especies registrada posiciona a Ciudad Victoria como un sistema urbano con alto potencial de conservación en el noreste de México. Los resultados sugieren que la conservación de mosaicos con vegetación forestal variada como matorrales, vegetación secundaria, árboles nativos e introducidos, así como áreas de cultivo, vegetación de ornato y presencia de cuerpos de agua (Cuadro 1), son elementos clave para sostener comunidades diversas de mariposas en entornos urbanos (Muñoz-Galicia et al., 2023). Más que la cantidad absoluta de área verde, la calidad estructural y la disponibilidad de recursos parecen desempeñar un papel determinante (Ramírez-Restrepo & Halffter, 2013).

En cuanto a las especies de mariposas más abundantes en las áreas verdes de Ciudad Victora obresalieron *Kricogonia lyside*, *Phoebis agarithe* y *Lerodea arabus* lo cual destaca su capacidad de adaptación a los ambientes modificados y su posible comportamiento oportunista (Koptur et al., 2024) que les permite explorar los recursos disponibles en las áreas verdes de la ciudad. Koptur et al. (2024) señalan que algunas especies como *Kricogonia lyside* pueden adaptarse a los ambientes urbanizados y cumplen sus ciclos de vida con éxito, donde las larvas se alimentan de plantas de ornato y exóticas comunes en los jardines de las ciudades; mientras que otros taxa como *Phoebis agarithe* y *Lerodea arabus* están adaptadas a matorrales submontanos y suelen desarrollarse cerca de áreas alteradas por el hombre como jardines, pastos, bordes de carreteras, senderos y parques. Por el contrario, 37 especies tuvieron un solo ejemplar, lo que podría evidenciar cierta sensibilidad a las condiciones de las áreas urbanas (Apéndice 1).

Esta baja abundancia también es probable que se relacione con requerimientos ecológicos específicos, como la disponibilidad de plantas hospederas para su alimentación o de sitios para refugio. Recursos que las áreas urbanas no les proporcionan (Muñoz-Galicia et al., 2023).

Se identificaron variaciones en riqueza y abundancia entre sitios. Río San Marcos presentó los valores más altos (197 especies; 2 430 individuos), seguido de Santa Ana (169 especies; 2 231 individuos) y El Cuartel (165 especies; 1 964 individuos). Resultados que sugieren la existencia de condiciones ambientales favorables, como mayor disponibilidad de recursos florales (Natuhara et al., 1999). Río San Marcos y Santa Ana, ubicados en contextos distintos, comparten la presencia de cuerpos de agua y áreas riparias, elementos clave para muchas especies. En estos ambientes, los adultos realizan *mud-puddling* (succión en charcos de lodo) para obtener minerales esenciales que incrementan su éxito reproductivo (Anoop et al., 2023), comportamiento observado con frecuencia durante el muestreo.

La alta riqueza de especies efectivas en los sitios Ejido Benito Juárez y Río San Marcos, reflejada de los índices de *Shannon* y *Simpson*, sugiere comunidades relativamente equitativas y con baja dominancia. Esta similitud puede relacionarse con la presencia

de matorrales, que constituyen un elemento común en ambos sitios y proporcionarían una mayor variedad de recursos y condiciones ambientales para las mariposas, incluyendo plantas como *Acacia farnesiana* (L.) Wight & Arn., *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf., *Senegalia berlandieri* (Benth.) Britton & Rose), *Erythrostemon mexicanus* (Rose) Gagnon & G. P. Lewis, *Mimosa texana* (A. Gray) Small para fuentes de néctar, refugio y sitios de reproducción. Desde la perspectiva de la teoría de mosaicos de paisaje, la conservación de este tipo de vegetación nativa dentro de la matriz urbana favorece el establecimiento de núcleos de diversidad, al mantener recursos y condiciones ambientales que contribuyen a la permanencia de las comunidades de mariposas (Muñoz-Galicia et al., 2023; Natuhara et al., 1999). Mientras que, la menor riqueza de especies efectivas se identificó en los sitios Col. Área Pajaritos y Santa Ana, lo cual podría relacionarse con una mayor proporción de suelo desnudo y superficie urbana (Figura 1); así como, con una menor heterogeneidad y disponibilidad de recursos vegetales (Muñoz-Galicia et al., 2023; Ramírez-Restrepo & Halffter, 2013), que limitaría la presencia de especies con requerimientos ecológicos específicos y favorecería únicamente a aquellas capaces de utilizar los recursos disponibles (Koptur et al., 2024).

El análisis PERMANOVA no detectó diferencias significativas en la composición entre los sitios. Hallazgo que podría indicar una composición comunitaria relativamente similar, fenómeno común en paisajes urbanizados donde las especies generalistas y altamente móviles tienden a dominar, mientras que las especialistas disminuyen (Lizee et al., 2016; Sidat & Bhatt, 2020). La ausencia de diferencias composicionales marcadas quizás se asocia con una matriz urbana que permite el movimiento de las especies entre los diferentes parches de vegetación o con condiciones ambientales que no son suficientemente contrastantes para generar ensamblajes diferenciados (Kumar et al., 2023).Al respecto, Ciudad Victoria aún conserva pequeños parches de vegetación, representados por áreas arboladas, jardines públicos y residenciales, jardineras, terrenos baldíos con vegetación secundaria y remanentes de vegetación nativa. Elementos que contribuyen a mantener la conectividad del paisaje urbano y funcionar como sitios de tránsito para las mariposas; con ello se reduce el aislamiento de las

áreas verdes y facilita el desplazamiento de los individuos entre ellas (Gómez-Moreno et al., 2023; Greeney et al., 2012). En conjunto, esta conectividad podría favorecer el intercambio de individuos entre los sitios y, en consecuencia, contribuir a mantener una composición comunitaria relativamente similar.

Asimismo, las áreas verdes urbanas representan elementos importantes para especies migratorias como *Danaus plexippus*, al mantener recursos y condiciones que favorecen su permanencia temporal durante sus desplazamientos. La presencia de *D. plexippus*, especie bajo protección especial en México (Semarnat, 2025) y con poblaciones decrecientes a nivel global (IUCN, 2025), destaca la importancia de estos espacios como sitios potenciales de alimentación y descanso durante la migración (Koptur et al., 2024; Myers et al., 2019). La disponibilidad de vegetación entre los diferentes parches urbanos puede contribuir el desplazamiento de la especie y proporcionarle recursos necesarios a lo largo de su recorrido. En este contexto, los sitios Paseo Méndez, Boca de Juan Capitán y Universidad Autónoma de Tamaulipas, probablemente funcionen como microcorredores y puntos de apoyo dentro del paisaje urbano, que contribuyen a mantener la conectividad funcional de la especie durante su ruta migratoria (Myers et al., 2019).

Conclusiones

Las áreas verdes de Ciudad Victoria conservan una alta riqueza de mariposas diurnas, lo que destaca su importancia como refugios y espacios de conservación dentro del paisaje urbano. La riqueza de especies tiende a incrementarse en sitios con mayor cobertura de vegetación nativa y presencia de remanentes de matorral, mientras que disminuye en áreas con mayor proporción de suelo desnudo y superficie urbanizada. Los sitios Río San Marcos y Ejido Benito Juárez sobresalen por presentar los valores

más altos de especies efectivas y por albergar taxa de interés para la conservación, como *Danaus plexippus*. En conjunto, los resultados evidencian el papel de las áreas verdes urbanas en el mantenimiento de la diversidad de mariposas y respaldan la implementación de estrategias de conservación y restauración basadas en el uso de vegetación forestal nativa y el establecimiento de jardines para polinizadores, con el propósito de mejorar la conectividad, disponibilidad de recursos y calidad del hábitat en el entorno urbano.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en especial a la Facultad de Ingeniería y Ciencias, por las facilidades brindadas. De igual manera, a la Consultoría Servicios Profesionales en Biodiversidad por el apoyo económico y a los revisores por sus cometarios que permitieron mejorar este manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no existe ningún conflicto de interés con empresa o institución relacionada con el presente trabajo.

Contribución por autor

Santiago Niño-Maldonado: determinación de las especies, elaboración del manuscrito y salidas a campo; Vannia del Carmen Gómez-Moreno: revisión del manuscrito, elaboración de análisis estadísticos, elaboración de mapas y salidas a campo; Jesús Lumar Reyes-Muñoz: revisión del manuscrito, apoyo en la determinación de

ejemplares; José Norberto Lucio-García: revisión del manuscrito; Sandra Aurora Esquivel-Niño: revisión del manuscrito.

Referencias

Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, *26*(1), 32-46. https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x

Anoop, N. R., Femi, E. B., Yathumon, M. A., & Punnath, A. (2023). Butterflies with a taste for elephant dung: Puddling of adult butterflies on elephant dung in India's Western Ghats. *Food Webs*, *37*, Article e00323. https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2023.e00323

Ayala-Azcárraga, C., Hinojosa-Díaz, I. A., Segura, O., Pacheco-Muñoz, R., Larrucea-Garritz, A., & Díaz, D. (2025). Evaluation of sustainable landscape design: presence of native pollinators in an urban park in Mexico City, Mexico. *Sustainability*, *17*(2), Article 799. https://doi.org/10.3390/su17020799

Colwell, R. K. (2025). *EstimateS* (Version 8.2) [Computer software]. Academic Website-EstimateS. https://www.robertkcolwell.org/pages/1407

Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, *345*(1311), 101-118. https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2024). *EnciclоVida* [Base de datos]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://enciclovida.mx/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2026). *Geoportal Conabio 2026. Climas* [Mapa interactivo escala 1:1 000 000]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw

Czech, B., Krausman, P. R., & Devers, P. K. (2000). Economic associations among causes of species endangerment in the United States: Associations among causes of species endangerment in the United States reflect the integration of economic sectors, supporting the theory and evidence that economic growth proceeds at the competitive exclusion of nonhuman species in the aggregate. *BioScience*, *50*(7), 593-601. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0593:EAACOS]2.0.CO;2

Environmental Systems Research Institute. (2025). *ArcGIS Esri comprehensive geospatial platform* (Version 10.2) [Computer software]. Environmental Systems Research Institute. https://www.esri.com/en-us/home

Glassberg, J. (2017). *A Swift Guide to Butterflies of Mexico and Central America*. Princeton University Press. https://www.jstor.org/stable/j.ctt1wf4d1m

Gómez-Moreno, V. del C., González-Gaona, O. J., Niño-Maldonado, S., Azuara-Domínguez, A., & Barrientos-Lozano, L. (2023). Las áreas verdes urbanas con vegetación mixta favorecen la riqueza y abundancia de aves en Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, *71*(1), Article e50729. https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.50729

Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, *4*(4), 379-391. https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x

Greeney, H. F., Dyer, L. A., & Smilanich, A. M. (2012). Feeding by lepidopteran larvae is dangerous: A review of caterpillars' chemical, physiological, morphological, and behavioral defenses against natural enemies. *Invertebrate Survival Journal*, *9*, 7-34. https://www.isj.unimore.it/index.php/ISJ/article/view/256

Hammer, Ø., & Harper, D. A. T. (2025). *PAST data analysis package* (version 4.03) [Computer software]. University of Oslo. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/pastprog/index.html

Hong, S.-H., Han, B.-H., Choi, S.-H., Sung, C. Y., & Lee, K.-J. (2012). Planning an ecological network using the predicted movement paths of urban birds. *Landscape and Ecological Engineering*, *9*, 165-174. https://doi.org/10.1007/s11355-012-0194-3

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Conjunto de datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VII. Conjunto Nacional* [Cartas de

Uso del Suelo y Vegetación]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842781

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). *Consulta de indicadores sociodemográficos y económicos por área geográfica* [Base de datos]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. (2016). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI*. Capa Unión [Cartas de Uso del Suelo y Vegetación]. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359

International Union for Conservation of Nature. (2025). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2026-1* [Database]. International Union for Conservation of Nature. https://www.iucnredlist.org/en

Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, *88*(10), 2427-2439. https://doi.org/10.1890/06-1736.1

Koptur, S., Salas-Primoli, A., Ferrerira-Paulino-Neto, H., & Whitfield, J. (2024). Pierid butterflies, legume hostplants, and parasitoids in urban areas of Southern Florida. *Insects*, *15*(2), Article 123. https://doi.org/10.3390/insects15020123

Kumar, P., Parmar, B., & Kumar, P. (2023). Preliminary checklist of butterfly diversity from the Himachal Pradesh Agricultural University, Palampur, India. *Environment Conservation Journal*, *24*(3), 215-221. https://doi.org/10.36953/ecj.16492525

León-Cortés, J. L., Caballero, U., Miss-Barrera, I. D., & Girón-Intzin, M. (2019). Preserving butterfly diversity in an ever-expanding urban landscape? A case study in the highlands of Chiapas, México. *Journal of Insect Conservation*, *23*, 405-418. https://doi.org/10.1007/s10841-019-00149-7

Lizee, M.-H., Tatoni, T., & Deschamps-Cottin, M. (2016). Nested patterns in urban butterfly species assemblages: respective roles of plot management, park layout and landscape features. *Urban Ecosystems*, *19*, 205-224. https://doi.org/10.1007/s11252-015-0501-5

Llorente-Bousquets, J. E., Oñate-Ocaña, L., Luis-Martínez, A., Vargas-Fernández, I. (1997). Papilionidae y Pieridae de México: distribución geográfica e ilustración.

Universidad Nacional Autónoma de México. https://books.google.com.ec/books?id=X_5HfolC85EC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B. C., & Warren, A. D. (2014). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *85*(Supl. 85), S353-S371. https://doi.org/10.7550/rmb.31830

Luis-Martínez, A., Llorente-Bousquets, J. E., & Vargas-Fernández, I. (2003). Nymphalidae de México I (Danainae, Apaturinae, Biblidinae y Heliconiinae): Distribución geográfica e ilustración. Universidad Nacional Autónoma de México. https://books.google.com.mx/books?id=41LBD5QLPK4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

McDonnell, M. J., & Hahs, A. K. (2010). Comparative ecology of cities and towns: past, present and future. In M. J. McDonnell, A. K. Hahs & J. H. Breuste (Eds.), *Ecology of cities and towns: A comparative approach*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/cbo9780511609763.006

McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, *11*, 161-176. https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4

Muñoz-Galicia, D., Lara, C., Castillo-Guevara, C., Cuautle, M., & Rodríguez-Flores, C. (2023). Impacts of land use change on native plant–butterfly interaction networks from central Mexico. *PeerJ*, *11*, Article e16205. https://doi.org/10.7717/peerj.16205

Myers, A., Bahlai, C. A., & Landis, D. A. (2019). Habitat type influences *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) oviposition and egg survival on *Asclepias syriaca* (Gentianales: Apocynaceae). *Environmental Entomology*, *48*(3), 675-684. https://doi.org/10.1093/ee/nvz046

Natuhara, Y., Imai, C., & Takahashi, M. (1999). Pattern of land mosaics affecting butterfly assemblage at Mt Ikoma, Osaka, Japan. *Ecological Research*, *14*(2), 105-118. https://doi.org/10.1046/j.1440-1703.1999.00287.x

Posit Software PBC. (2025). *Downloads: RStudio 2025-09 Desktop* [Software computer]. RStudio Builds. https://dailies.rstudio.com/version/2025.09.0+387/

Potgieter, L. J., Li, D., Baiser, B., Kühn, I., Aronson, M. F. J., Carboni, M., Celesti-Grapow, L., De Matos, A. C. L., Lososová, Z., Montaño-Centellas, F. A., Pyšek, P., Richardson, D. M., Tsang, T. P. N., Zenni, R. D., & Cadotte, M. W. (2024). Cities shape the diversity and spread of nonnative species. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, *55*, 157-180. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102722-012749

Ramírez-Restrepo, L., & Halffter, G. (2013). Butterfly diversity in a regional urbanization mosaic in two Mexican cities. *Landscape and Urban Planning*, *115*, 39-48. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.03.005

Ramírez-Restrepo, L., Cultid-Medina, C. A., & MacGregor-Fors, I. (2015). How many butterflies are there in a city of *Circa* half a million people? *Sustainability*, *7*(7), 8587-8597. https://doi.org/10.3390/su7078587

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2025). *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2025, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio*. Diario Oficial de la Federación. https://diariooficial.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5754858

Sidat, A., & Bhatt, U. (2020). Annotated checklist of butterflies of Ankleshwar—an industrial town in Gujarat, India. *Check List*, *16*(4), 997-1015. https://doi.org/10.15560/16.4.997

United States Geological Survey. (2025). *SGS Global Visualization Viewer (GloVis)*. United States Government. http://glovis.usgs.gov/

Vargas-Sanabria, D., & Campos-Vargas, C. (2018). Sistema multi-algoritmo para la clasificación de coberturas de la tierra en el bosque seco tropical del Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, *31*(1), 58-69. https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3497

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *87*(3), 559-902. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017

World Flora Online. (2026, 6 May). *World Flora Online* [Data set]. Global Strategy for Plant Conservation and Convention on Biological Diversity. https://www.worldfloraonline.org/

Zurita-Zaragoza, O., & Elizondo-Elizondo, R. (2009). *Guía de árboles y otras plantas nativas de la zona metropolitana de Monterrey*. Fondo Editorial de Nuevo León. https://fondoeditorialnl.gob.mx/producto/guia-de-arboles-nativos-en-la-zona-metropolitana-de-monterrey-digital/

Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales –**sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0* Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional), que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.