







Composición florística y carbono en la vegetación arbórea de un área periurbana en Tabasco, México

Floristic composition and carbon in arboreal vegetation in a periurban area in Tabasco, Mexico

Aydee Tobías-Baeza¹, Pedro Salvador-Morales^{1*}, Rufo Sánchez-Hernández^{1,2}, Silvia del Carmen Ruiz-Acosta¹, Agrícola Arrieta-Rivera¹, Héctor Andrade-Prado¹

¹Instituto Tecnológico de la Zona Olmeca, Villa Ocuilzapotlán, CP. 86270, Centro, Tabasco, México.

²División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco

* Autor de correspondencia: pchoco336@hotmail.com

Nota científica recibida: 08 de octubre de 2018 **aceptada:** 04 de marzo de 2019

RESUMEN. El objetivo fue determinar la composición florística, y la captura de carbono (C) en los parches de vegetación arbórea del área periurbana de Ocuilzapotlan-Macultepec. Se evaluaron los subsistemas: frutales (FR), selva media subperennifolia (SM), árboles en potreros (AP) y una plantación forestal de *Cedrella odorata* (PF). En cada subsistema se establecieron parcelas de muestreo de 1000 m² en las que se realizaron inventarios forestales para determinar las especies y se midieron los diámetros y alturas de los árboles. En el área de estudio se registraron 21 familias, 35 géneros y 38 especies, valores más bajo a los reportados para áreas naturales no perturbadas. Sin embargo, algunas especies poseen características de equidad y dasométricas, que les confieren una capacidad para almacenar de 38.99 a 84.82 Mg C ha⁻¹, por esta razón, la captura de carbono es una de las principales funciones ambientales que ofrece esta área periurbana.

Palabras clave: Coeficiente de Sorenson, Conservación, Estructura arbórea, Fragmentación de espacios naturales, Shannon-Wiener.

ABSTRACT. The aim was to determinate the floristic composition, and the carbon (C) stored in the patches of arboreal vegetation of peri-urban zone of Ocuilzapotlán-Macultepec. Were evaluated the subsystems: fruit trees (FR), middle jungle (SM), trees in grasslands (AP) and a forestall plantation of *Cedrella odorata* (PF). In each subsystem were stablished sampling plot of 1000 m², in these plots were realized forestall inventories to determinate the species and the trees diameters and heights were measured. In the study area were recorded 21 families, 35 genus and 38 species, values more lower to reported for undisturbed natural areas. However, some species have equity and dasometric characteristics, which give them a capacity to store 38.99-84.82 Mg C ha⁻¹, for this reason, the carbon capture can be considered as one of the main environmental functions offered by this peri-urban area.

Key words: Arboreal structure, Conservation, fragmentation of natural spaces, Shannon-Wiener, Sorenson Coefficient.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el sureste de México ha sufrido severos procesos de degradación, particularmente provocado por el cambio de uso de suelo y deforestación (Ramos *et al.* 2004). La perturbación de hábitats naturales por acciones antropogénicas es un fenómeno global (Achard *et al.* 2002), causado por la agricultura (Harvey *et al.* 2006) y la urbanización (Husté y Boulmier 2007). Al respecto se sabe que las zonas periurbanas son un espacio limítrofe que

constituyen un territorio de interfase, entre dos tipos de espacios geográficamente oposicionales y diferenciados entre el campo y la ciudad (Fernández y De la Vega 2017). En estas zonas se realizan actividades agrícolas, cría de ganado y se encuentran pequeños parches de vegetación, expuestos a la presión urbana (Ávila 2009).

Los recursos forestales de las áreas periurbanas son una opción que permite la generación de alimentos, bioenergía y la reducción de los gases efecto invernadero (Civeira 2015). Siendo los eco-

sistemas de bosques los que destacan por su capacidad de fijar carbono (C) en sus estructuras, de manera particular en la parte leñosa (Sullivan *et al.* 2017). Según Avendaño *et al.* (2009) el fuste de los árboles almacena aproximadamente el 84% de biomasa, de la que el 46% es C. Debido a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición florística, y la captura de C en los parches de vegetación arbórea del área periurbana de Ocuilzapotlan-Macultepec.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó en el área periurbana Ocuilzapotlan-Macultepec Centro, Tabasco, ubicada entre las coordenadas 18° 07' 7.75" y 18° 09' 39" LN y 92° 52' 24" y 92° 50' 55" LO. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual de 27 °C, y precipitación de 1 926 mm (INEGI 2017). La diversidad de suelos del área incluye Antrosoles, Fluvisoles, Gleysoles, Luvisoles, Lixisoles, Cambisoles, y en particular Acrisoles; todos ellos sobre un paisaje geomorfológico de terrazas costeras, formadas sobre rocas detríticas, con extensas áreas de lomeríos, pendiente suave, y buen drenaje superficial, con zonas de valles acumulativos y depresiones receptoras de sedimentos fluviodeluviales en la época de lluvias (Zavala-Cruz *et al.* 2016).

Muestreo de la vegetación

Mediante recorridos de campo se identificaron cuatro grupos de vegetación en el área de estudio: parches de selva media subperennifolia (SM), Plantación forestal (PF), Frutales (FR) y árboles en potrero (AP). En cada uno de los parches se establecieron parcelas de muestreo de 1000 m² (20 x 50 m) en las que se realizó un inventario, para determinar las especies arbóreas; diámetro normal a 1.3 m del suelo con una cinta diamétrica, y la altura con una regla de Christensen (Christensen *et al.* 1996). Con la ayuda de los propietarios de los parches se registraron los nombres comunes de las especies arbóreas, y con literatura especializada y el apoyo de

expertos, se identificaron los nombres científicos y se realizó la clasificación taxonómica a nivel de familia, género y especie.

Análisis de diversidad, uniformidad y similitud

La diversidad de especies arbóreas en las diferentes formaciones vegetales, se calculó con el índice de Shannon-Wiener (Magurran 2004).

$$H' = -\sum_{i=1}^S pi \ln pi$$

Dónde: pi es la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población.

También, se evaluó la uniformidad o equidad (E) de las especies, mediante la ecuación $E = H'/\ln(S)$. Dónde: H' es el índice de Shannon-Wiener, y S el número total de especies. El valor de E se sitúa entre 0 y 1 en los que valores cercanos a 1 representan condiciones de igualdad en la abundancia entre las especies de una población, mientras que valores cercanos a 0 indican la predominancia de una sola especie. La semejanza florística se calculó con el Coeficiente de Sorensen: $S_i = (2C / (A + B))$, que se basa en la relación presencia-ausencia de especies entre dos sistemas. Dónde: A es el número de especies encontradas en la comunidad A, B el número de especies encontradas en la comunidad B, y C el número de especies comunes en ambos sistemas, es decir que compara el porcentaje de especies que se comparten entre dos poblaciones determinadas.

Análisis estructural

Para conocer la estructura, se calculó la densidad, dominancia y frecuencia por especie, el Índice de Valor de Importancia (IVI), que se calculó con la Ecuación propuesta por Stiling (1999).

$$IVI = DR + DOR + FR$$

Dónde: DR=Densidad relativa; DOR = dominancia relativa y FR = Frecuencia relativa.

La estructura vertical se determinó con los siguientes estratos de formación vegetal: bajo (0-10 m), medio (11-20 m) y alto (> 21), mientras que la estructura horizontal contempló seis clases diamétri-

cas con ancho de 10 cm, como lo establecen López-Pérez *et al.* (2014).

Carbono en la biomasa aérea

Para cuantificar el carbono (C) fijado en la biomasa arbórea de cada formación vegetal se utilizó la ecuación propuesta por Chave *et al.* (2014).

$$AGBest = 0.0673 X (\rho D^2 H) 0.976.$$

Dónde: D es el diámetro normal en cm, H es la altura total en m, y ρ es la densidad de la madera en cm^{-3} .

Los valores de densidad de la madera se obtuvieron de la Global Wood Density Database (Zanne *et al.* 2009). Para el cálculo del contenido de C en la biomasa arbórea, se empleó la fórmula propuesta por el IPCC (2003).

$$C = B * FC$$

Dónde: C es el carbono en la biomasa arbórea, B: la biomasa arbórea en kg, y FC: la fracción de C (0.5).

Análisis de los datos

El contenido de carbono se analizó mediante estadística no paramétrica, con la prueba de Kruskal Wallis a un nivel de significancia de $p < 0.05$ (Siegel y Castellan 1995), mientras que los análisis se realizaron con el programa estadístico Statgraphics[®] centurión XVI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 402 individuos que se encuentran en los relictos de vegetación del área periurbana Ocuilzapotlán-Macultepec se agruparon en 21 familias, 35 géneros y 38 especies, el 62% de las familias estuvieron representadas por un género, 24% por dos géneros, y el 14% restante por más de 2 géneros. Las familias más representadas fueron las Fabáceas (cinco géneros y cinco especies), Bignoniáceas (cuatro géneros y cuatro especies) y Malváceas (tres géneros y tres especies). Las Meliáceas, Palmae, Sapindáceas y Sapotáceas tu-

vieron dos géneros y dos especies cada una, en tanto que la familia Rutáceas tuvo dos géneros y cinco especies. Del total de individuos registrados, el 55% se agruparon en cuatro familias: Fabáceas (18%), Apocynáceas (15%), Malváceas (12%) y Anacardiáceas (10%). Las especies más frecuentes fueron: *Haematoxylum campechianum* (63 individuos), *Tabernaemontana alba* (60 individuos), *Mangifera indica* (41 individuos), *Guazuma ulmifolia* (32 individuos), *Coccoloba barbadensis* y *Tabebuia rosea* (22 individuos cada una), y *Rinorea guatemalensis* (20 individuos). Los estudios sobre espacio periurbano en el estado de Tabasco son escasos, lo que hace difícil contrastar los hallazgos bajo el enfoque de la riqueza florística del espacio periurbano. Al respecto, Zavala-Cruz *et al.* (2016) señalan que la vegetación natural arbórea periurbana de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, se distribuye en relictos de selva mediana subperennifolia de *Brosimum alicastrum* en los lomeríos, *Haematoxylum campechianum* en las llanuras de inundación y valles, así como vegetación secundaria de *Cecropia obtusifolia*, *Heliconia donnell-Smithii* y *Guazuma ulmifolia* en la planicie fluviodeltaica, con excepción de *Brosimum alicastrum*, todas estas especies se encontraron en el presente estudio. Mientras que Bodin *et al.* (2006), señalan que la importancia de conservar las áreas periurbanas, radica en su riqueza florística, más allá de su extensión, ya que actualmente el establecimiento de zonas prioritarias para la conservación a escalas estatales o nacionales, se hace solo considerando áreas extensas e ignorando pequeñas áreas producidas por fragmentación del hábitat, aunque estas pueden contener diversidad.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') indica que los FR registraron la mayor diversidad de especies ($H' = 2.8$), seguido de los parches de SM ($H' = 1.9$), y AP ($H' = 1.0$). Con base en el valor de equidad de especies (E), el número de especies es más equitativo en los FR con E de 0.84, seguido de la SM y AP con valores de E de 0.70 y 0.53, respectivamente. Las pruebas pareadas para determinar el coeficiente de similitud florística de Sorensen (S_i), indican que la SM y AP, son similares en un 17% con respecto a las especies presentes en

las dos poblaciones ($S_i = 0.17$), entre SM y FR del 36%, mientras que entre AP y FR fue del 34%. Los valores obtenidos son menores que los reportados para áreas no perturbadas, como lo demuestran Carreon-Santos y Valdez-Hernández (2014) quienes reportaron valores de $H' = 3.3$ en selva mediana subperenifolia, $H' = 3.3$ a 3.9 para selva mediana perennifolia (Vázquez-Negrín *et al.* 2011); $H = 3.4$ en selva alta perennifolia y en selva mediana subcaducifolia de $H' = 3.6$ a 4.8 (Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares 2010). Por lo que los índices de diversidad muestran que la SM ha sido severamente intervenida, debido a que los pobladores extraen la madera para construcción de casas, leña, estacas para alambrado y otros usos domésticos. Para las formaciones vegetales a base de frutales (FR) se observó una mayor diversidad de especies como mango, cítricos, zapotes y chicozapotes, además de árboles maderables como cedro y caoba, en estas formaciones vegetales el manejo es fundamental para conservar dichas especies para comercializar los frutos o autoconsumo y por otro lado la madera se usa para muebles o venta. La riqueza de especies presente en los parches de vegetación en los potreros es más limitada, ya que solo dejan las plantas de interés, razón por la cual resalta la especie *Haematoxylum campechianum*, debido a su uso para reparar las cerca de alambrado que dividen los predios. En la Tabla 1, se muestran las especies que tuvieron los mayores IVI por formación vegetal, el valor más alto fue de 56.03 para la *Ceiba pentandra* localizada en la SM, debido a su mayor área basal, le siguen en orden de importancia, *Tabernaemontana alba* (48.58) y *Guazuma ulmifolia* (32.69). En árboles de potreros (AP), los IVI más altos lo tuvieron las especies *Haematoxylum campechianum*, *Coccoloba barbadensi* y *Tabebuia rosea* con valores de 127.09, 77.39 y 43.02, respectivamente; debido a su mayor abundancia y área basal; las tres especies son comunes en praderas de inundación. Mientras que los parches de vegetación correspondiente a frutales (FR) registraron IVI de 45.39, 24.12 y 19.82 para las especies *Mangifera indica*, *Manilkara Zapota* y *Spathodea campanulata*, respectivamente, debido a su frecuencia y área basal.

La altura promedio de los árboles fue de 8.5

m para SM con rango de 2 a 30 m, para los FR fue de 12.9 m, con rango de 3 a 36 m y la formación vegetal AP fue de 7.4 m con rango de 3 a 34 m. La mayoría de las especies arbóreas se encuentran entre 0 y 10 m de altura, por lo que en FR se encontró el 53%, para el SM 74% y 91% para AP. En el estrato medio de 11 a 20 m de altura, los porcentajes encontrados fueron de 30, 22 y 9% para FR, SM y AP, respectivamente; mientras que, en el estrato alto mayor de 20 m de altura, los FR y SM representaron solo el 17 y 4%, respectivamente (Figura 1). Estos resultados indican diferentes estados de sucesión de los parches de vegetación, debido a la extracción de madera en SM, a la preservación selectiva de las especies arbóreas de interés en FR y AP. Las tendencias observadas son similares a las reportadas por otros autores en selvas tropicales como López-Pérez *et al.* (2014) quienes reportan que en el estrado bajo se acumula el 80% de las especies, en el medio el 13% y en el estrato alto entre 4 y 9%. Mientras que Zamora-Crescencio *et al.* (2017) indican que el mayor número de individuos se concentran en el primer estrato, disminuyendo según incrementa la altura.

El diámetro promedio de los árboles en SM fue de 17.3 con rango de 5.1 a 160.7 cm, en FR de 21 con rango de 5.1 a 65.3 cm y en AP de 20 cm con rango de 5.5 a 66.8 cm. Para la distribución de las clases diamétricas, la mayor proporción de individuos se concentraron en la clase de 0 a 10 cm para FR y SM con 33 y 56%, respectivamente. Para AP la mayor proporción (36%) lo presentó la clase de 11 a 20 cm, en la clase de diámetros mayores de 50 cm se encontraron 4, 3 y 4% para FR, SM y AP, respectivamente (Figura 2). Se encontró que la mayor cantidad de individuos son menores a los 10 cm de diámetros, resultados similares son reportados por Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares (2010), quienes indican que entre el 64 y 76%, corresponden a individuos cuyas clases diamétricas son las más bajas (< 10 cm), comportamiento que se encontró en el presente estudio.

La densidad de árboles por tipo de vegetación fue de 477 árboles ha^{-1} para SM, 288 árboles ha^{-1} para FR y de 323 árboles ha^{-1} para AP. Los mayores valores de área basal (AB) se encontraron en SM

Tabla 1. Especies con mayor índice de valor de importancia por cada formación vegetal.

Familia	Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia Relativa	IVI
SM Euphorbiaceae	<i>Apium pedicellatum</i>	5.36	6.67	12.19	24.21
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	3.57	6.67	45.80	56.03
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	11.90	10.00	10.79	32.69
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	1.79	3.33	15.30	20.42
Violaceae	<i>Rinorea guatemalensis</i>	11.90	10.00	3.86	25.76
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana alba</i>	35.71	10.00	2.86	48.58
	10 especies más	29.76	53.33	9.20	92.30
Total		100	100	100	300
AP					
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensi</i>	19.81	23.08	34.50	77.39
Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	59.43	23.08	44.58	127.09
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	6.60	23.08	13.34	43.02
	4 especies más	14.15	30.77	7.58	52.50
Total		100	100	100	300
FR					
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	11.15	2.33	2.12	15.60
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	11.15	9.30	24.94	45.39
Sapotaceae	<i>Manilkara Zapota</i>	6.69	2.33	15.11	24.12
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>	5.58	2.33	11.92	19.82
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	3.72	6.98	7.20	17.89
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	10.04	4.65	1.81	16.50
	22 especies más	52.68	72.10	36.89	162.68
Total		100	100	100	300

SM = selva mediana, AP = árboles en potrero, FR = frutales.

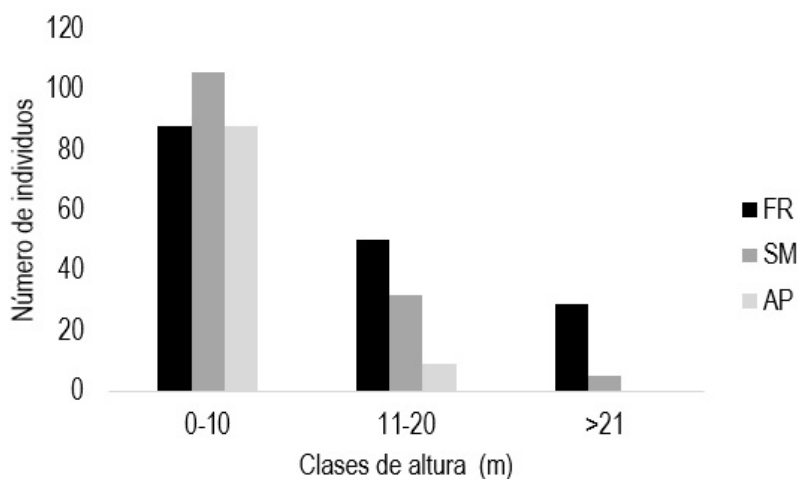


Figura 1. Distribución vertical del componente arbóreo en las tres formaciones vegetales. SM = selva mediana, AP = árboles en potrero, FR = frutales.

(28.14 m² ha⁻¹) debido a los arboles de ceiba que tuvieron diámetros mayores a 51 cm, en FR fue de 20.75 m² ha⁻¹, mientras que en AP fue de 14.85 m² ha⁻¹. Al respecto Honorio-Coronado *et al.* (2015) en bosques aluviales, reportan valores de AB similares a los encontrados en el presente estudio, pero la acumulación de C en la biomasa superior a la estimada en la presente investigación, llegando a acu-

mular hasta un 60% más C, con respecto a SM, FR y AP del área periurbana Ocuilzapotlán-Macultepec. La mayor acumulación de C, se atribuye a variables como la altura y la densidad de la madera, lo que concuerda con los resultados encontrados, ya que aunque el área basal es similar entre ambos trabajos, las alturas del arbolado periurbano en la SM, FR y AP no rebasan los 10 m. En el polígono del área

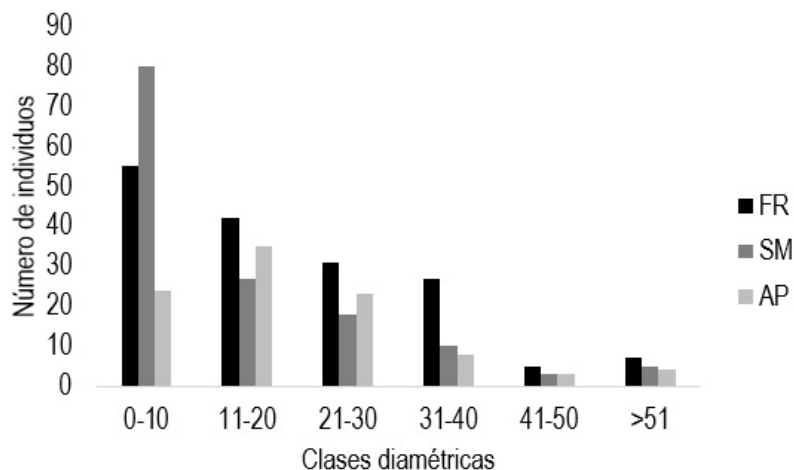


Figura 2. Distribución diamétrica del componente arbóreo en las tres formaciones vegetales. SM = selva mediana, AP = árboles en potrero, FR = frutales.

periurbana Ocuilzapotlán-Macultepec son pocas las especies con diámetros grandes debido al manejo de las plantaciones y saqueo de los relictos de selvas que aún pueden encontrarse. El C estimado en la biomasa arbórea mostró diferencias significativas entre las formaciones vegetales, para SM registró 84.82 Mg C ha⁻¹, seguido de FR con 80.94, PF con 48.42 Mg C ha⁻¹, y AP con 38.99 Mg C ha⁻¹, esta capacidad de captura de carbono aérea está influenciada por factores como la composición florística, la riqueza de especies, el área basal y el manejo proporcionado a las formaciones vegetales. Al respecto Aguirre-Calderón y Jiménez-Pérez (2011) reportan que el carbono secuestro en los ecosistemas forestales en forma de biomasa aérea, varía en función de la composición florística, la edad y la densidad de población de cada estrato. Mientras que Honorio-Coronado *et al.* (2015) reportan que los bosques aluviales capturan en promedio 193.9 Mg C ha⁻¹, pero se ha documentado que estos bosques pueden disminuir su ca-

pacidad de almacenamiento hasta alcanzar tasas de almacenamiento de tan solo 72.9 Mg C ha⁻¹ debido al uso irracional de los recursos naturales, y su transformación en áreas agropecuarias.

El área periurbana Ocuilzapotlán-Macultepec tiene menor diversidad de especies que áreas no perturbadas, pero a pesar de la reducción provocada por la intervención antropogénica, tiene una importante diversidad de especies, particularmente de frutales, selva mediana subperennifolia y árboles en potreros. Con base en el valor de equidad de especies, el número de especies es más equitativo en los FR, seguido de SM y AP. La altura y el diámetro de las especies le confieren una estructura de la vegetación arbórea, suficiente para albergar una biomasa que llega a acumular 84.82 Mg C ha⁻¹ en SM, seguido de FR, PF y AP con valores de 80.94, 48.42 y 38.99 Mg C ha⁻¹, respectivamente. La captura de carbono es una de las principales funciones ambientales del área periurbana evaluada.

LITERATURA CITADA

- Achard F, Eva HD, Stibig HJ, Mayaux P, Gallego J, Richards T, *et al.* (2002) Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297: 999-1002.
- Aguirre-Calderón OA, Jiménez-Pérez J (2011) Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. *Revista mexicana de Ciencias Forestales* 2: 73-84.
- Avendaño H, Acosta MDM, Carrillo AF, Etchevers BJD (2009) Estimación de biomasa y carbono en un bosque

- de *Abies religiosa*. *Revista Fitotécnica Mexicana* 32: 233-238.
- Ávila SH (2009) Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades. *Estudios Agrarios* 41: 93-123.
- Bodin Ö, Tengö M, Norman A, Lundberg J, Elmqvist T (2006) The value of small size: loss of forest patches and ecological thresholds in southern Madagascar. *Ecological Applications* 16: 440-451.
- Carreón-Santos RJ, Valdez-Hernández JI (2014) Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20: 119-130.
- Chave J, Réjou-Méchain M, Búrquez A, Chidumayo E, Colgan MS, Delitti WB, *et al.* (2014) Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* 20: 3177-3190.
- Christensen NL, Bartuska AM, Brown JH, Carpenter S, D'antonio C, Francis R, *et al.* (1996) The report of the Ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6: 665-691.
- Civeira HG (2015) Agroforestería periurbana una opción para la producción sustentable en los alrededores de Buenos Aires. *Revista Scientia Agroalimentaria* 2: 7-17
- Fernández P, De la Vega S (2017) ¿Lo rural en lo urbano? Localidades periurbanas en la Zona Metropolitana del Valle de México. *EURE* 43: 185-206.
- Harvey CA, Medina A, Merlo-Sánchez D, Vílchez S, Hernández B, Sáenz JC, *et al.* (2006) Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications* 16: 1986-1999.
- Honorio-Coronado EN, Vega-Arenas JE, Corrales-Medina MN (2015) Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del noreste peruano. *Folia Amazónica* 24: 55-70.
- Husté A, Boulinier T (2007) Determinants of local extinction and turnover rates in urban bird communities. *Ecological Applications* 17: 168-180.
- INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico de Tabasco. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. Gobierno del Estado de Tabasco. México. 440p.
- IPCC (2003) Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan. 595p.
- López-Pérez D, Castillo-Acosta O, Zavala-Cruz J, Hernández-Trejo H (2014) Estructura y composición florística de la vegetación secundaria en tres regiones de la sierra norte de Chiapas, México. *Polibotánica* 37: 1-23.
- Magurran AE (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell, Oxford. United Kingdom. 215p
- Maldonado-Sánchez EA, Maldonado-Mares F (2010) Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 26: 235-245.
- Ramos RR, Palma LDJ, Ortiz SCA, Ortiz GCF, Díaz-Padilla G (2004) Cambios de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera. *Terra Latinoamericana* 22: 267-278.
- Siegel S, Castellan NJ (1995) *Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta*, 4ta ed. Trillas. México. 437p.
- Stiling P (1999) *Ecology theories and applications*. 3 edition, Prentice Hall. New Jersey, USA. 840 p.
- Sullivan MJ, Talbot J, Lewis SL, Phillips OL, Qie L, Begne SK, *et al.* (2017) Diversity and carbon storage across the tropical forest biome. *Scientific Reports* 7: 39102 Doi: 10.1038/srep39102

- Vázquez-Negrín I, Castillo-Acosta O, Valdez-Hernández JI, Zavala-Cruz J, Martínez-Sánchez JL (2011) Estructura y composición florística de la selva alta perennifolia en el ejido Niños Héroes Tenosique, Tabasco, México. *Polibotánica* 32: 41-61.
- Zamora-Crescencio P, Rico-Gray V, Barrientos-Medina RC, Puc-Garrido EC, Villegas P, Domínguez-Carrasco MDR, et al. (2017) Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia en Bethania, Campeche, México. *Polibotánica* 43: 67-86.
- Zanne AE, Lopez-Gonzalez G, Coomes DA, Ilic J, Jansen S, Lewis SL, et al. (2009) Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>. Fecha de consulta 15 de febrero de 2019
- Zavala-Cruz J, Jiménez-Ramírez R, Palma-López DJ, Bautista-Zúñiga F, Gavi-Reyes F (2016) Paisajes geomorfológicos: base para el levantamiento de suelos en Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3: 161-171.