



# Riqueza, composición y abundancia de especies en una comunidad vegetal ribereña en el río Santa Catarina, Monterrey, Nuevo León

## Richness, composition and abundance of species in a riparian plant community in the Santa Catarina river, Monterrey, Nuevo León

José Manuel Mata-Balderas<sup>1,2</sup>, Silvino Eduardo Hernández-Cárdenas<sup>1</sup>, Eduardo Alanís-Rodríguez<sup>2\*</sup>, Arturo Mora-Olivo<sup>3</sup>

### RESUMEN

La vegetación ribereña constituye un elemento clave para el mantenimiento de los ecosistemas fluviales, en especial, en aquellos que se encuentran circundados por zonas urbanas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación espacial de la riqueza, la composición y la estructura de la vegetación ribereña en un tramo del río Santa Catarina sobre dos municipios de la Zona Metropolitana de Monterrey. Para el análisis de la vegetación, se establecieron transectos de muestreo, en un tramo de 15.65 km. El estrato alto (plantas arbustivas y arbóreas), se analizó mediante un modelo de ordenación Bray-Curtis y una gráfica de dominancia-diversidad. Para el estrato bajo (plantas herbáceas), se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard. En el estrato alto, se registraron 16 familias pertenecientes a 25 géneros y 28 especies. Las especies con mayor número de individuos fueron *Salix nigra*, *Leucaena leucocephala*, *Ricinus communis* y *Parinsonia aculeata*. La composición de la vegetación tiene una similitud de intermedia a alta, ya que los grupos variaron con valores de 60 % a 71.53 %. En el estrato bajo, se registraron 25 familias, 53 géneros y 60 especies, con una similitud de baja a intermedia, debido a que los primeros tres grupos variaron entre 23 % a 47 %. Las especies que se reportaron con mayor distribución en el estrato bajo, fueron *Cyperus involucratus* y *Phragmites australis* en 7 sitios cada una, *Eragrostis mexicana*, *Heliantus annuus*, *Melinis repens*, *Polygonum pennsylvanicum* y *Typha domingensis*, en 6 sitios cada una. La composición de la vegetación se encuentra en un estado sucesional secundario, debido a que las especies con mayor presencia son introducidas, como *Leucaena leucocephala* y *Ricinus communis* para el estrato alto, y *Cyperus involucratus* y *Melinis repens*, para el estrato bajo.

**PALABRAS CLAVE:** ecosistemas fluviales, especies invasoras, estratos vegetales.

### ABSTRACT

Riparian vegetation constitutes a key element for the maintenance of fluvial ecosystems, especially for those that are surrounded by urban zones. The aim of this study was to evaluate the composition and variation of riparian vegetation in a stretch of the Santa Catarina river, over two cities of the Monterrey Metropolitan Area. For the analysis of the vegetation, sampling transects were established in a section of 15.65 km. The high stratum (shrub and tree plants) was analyzed using a Bray-Curtis ordering model and a dominance-diversity plot. The Jaccard similarity coefficient was used for the low stratum (herbaceous plants). In the high stratum, 16 families belonging to 25 genera and 28 species were recorded. The species with the highest number of individuals were *Salix nigra*, *Leucaena leucocephala*, *Ricinus communis* and *Parinsonia aculeata*. The composition of the vegetation has a similarity level of intermediate to high, because the groups vary between 60 % to 71.53 %. In the low stratum, 25 families, 53 genera and 60 species were recorded with a similarity level of low to intermediate, because the groups vary between 23 to 47 %. The species that were mostly registered in the low stratum were *Cyperus involucratus* in 7 sites, and *Eragrostis mexicana*, *Heliantus annuus*, *Melinis repens*, *Polygonum pennsylvanicum* and *Typha domingensis* in six sites each one. The composition of the vegetation is in a secondary successional state, because the species with greater presence are exotic or invasive, such as *Leucaena leucocephala* and *Ricinus communis* for the high stratum and *Cyperus involucratus*, *Typha domingensis* and *Melinis repens* for the low stratum.

**KEYWORDS:** river ecosystems, invasive species, plant strata.

\*Correspondencia: eduardo.alanisrd@uanl.edu.mx/ Fecha de recepción: 7 de agosto de 2018/ Fecha de aceptación: 6 de septiembre de 2019  
Fecha de publicación: 31 de enero de 2020.

<sup>1</sup>Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S. C., carretera San Miguel-Huinalá núm. 935, segundo piso, local 31, plaza comercial Acanto, Apodaca, Nuevo León, México, C. P. 66647. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Linares, Nuevo León, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Instituto de Ecología Aplicada, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

## INTRODUCCIÓN

La vegetación ribereña se desarrolla a lo largo de cursos de agua naturales, y constituye un elemento clave para el mantenimiento de los ecosistemas fluviales (Rzedowski, 2006). Estas comunidades vegetales representan un hábitat natural, y a su vez, corredores biológicos para la fauna silvestre que se desarrolla en ellas (Paolino y col., 2018). Así mismo, cumplen con una función de protección de grandes avenidas fluviales, evitando con ello el desbordamiento de ríos e inundaciones (Croke y col., 2017).

Estas comunidades vegetales tienen una estructura y composición florística muy rica, como resultado de una serie de sucesiones a lo largo del tiempo, que han propiciado un balance de especies que dominan 2 o más estratos; sin embargo, este equilibrio puede cambiar drásticamente para los que se encuentran dentro o cercanos a las áreas urbanas (Bozóki y col., 2018; Dahmer y col., 2018). Usualmente, las actividades antropogénicas, como la canalización, obras hidráulicas, desazolve, entre otros, contribuyen a que estas zonas riparias sean invadidas por especies introducidas y ruderales, potencialmente invasoras (Aronson y col., 2017; Grella y col., 2018), lo cual modifica la composición y variación de la vegetación nativa.

Lamentablemente, la modificación de los cursos de agua en zonas urbanas, es un fenómeno muy común en la actualidad (Aronson y col., 2017). Quizá las zonas rurales no presenten problemas tan drásticos en este sentido, pero en ciudades con altas densidades demográficas es evidente que existen graves complicaciones ecológicas y sociales (Guida-Johnson y col., 2017). Un ejemplo de lo anterior es la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), en el estado de Nuevo León, México, la cual es atravesada por el río Santa Catarina de poniente a oriente.

El río Santa Catarina nace en el cañón La Purísima de la sierra de San José (límites con Coahuila) y atraviesa parte de los municipios

de Santiago, Santa Catarina, San Pedro, Monterrey, Guadalupe, Juárez y Cadereyta, con una cuenca aproximada de 1 200 km<sup>2</sup>, y una longitud de 160 km, hasta su confluencia con el río San Juan, uno de los más importantes de la región noreste del país (Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Nuevo León, 2008).

En el año 2008, un trayecto del cauce del río Santa Catarina en la ZMM fue decretado como Área Natural Protegida Estatal, en categoría de Parque Urbano, bajo la denominación de “Parque Lineal”. Esta categoría obedece al hecho de que es un reducto de vegetación riparia, que ofrece múltiples servicios ambientales (Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Nuevo León, 2008).

A pesar de que el río normalmente lleva un gasto de poca consideración y sin turbulencia, con lluvias importantes en verano, se suele convertir en un temible torrente, no solamente por la cantidad de agua recibida del cañón La Purísima, sino también de los flujos torrenciales de la ZMM, cuya red fluvial se ve sobrepasada por las fuertes lluvias, como ha sucedido en años pasados, con los huracanes Gilberto, Emiliy y Alex (en los años 1988, 2005 y 2010, respectivamente), de acuerdo al Plan de desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey (PDUMM, 2012).

Los estudios florístico-ecológicos de los ríos generan conocimiento para la determinación de estrategias adecuadas para el manejo eficiente de estos ecosistemas. Actualmente, los antecedentes sobre estos temas, en la región, son el de Villarreal y col. (2006), quienes estudiaron la flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo en Coahuila; los de Treviño y col. (2001) y Canizales y col. (2010), que trabajaron con comunidades vegetales ribereñas de los ríos Ramos y Cabezones en Nuevo León. Sin embargo, ninguno de estos cuatro ríos fueron estudiados en una zona urbana afectada por el cambio de uso de suelo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación espacial de la riqueza, la composición y la estructura (únicamente en el estrato alto), de especies de la vegetación ribereña del río Santa Catarina, en una porción con alta densidad urbana.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

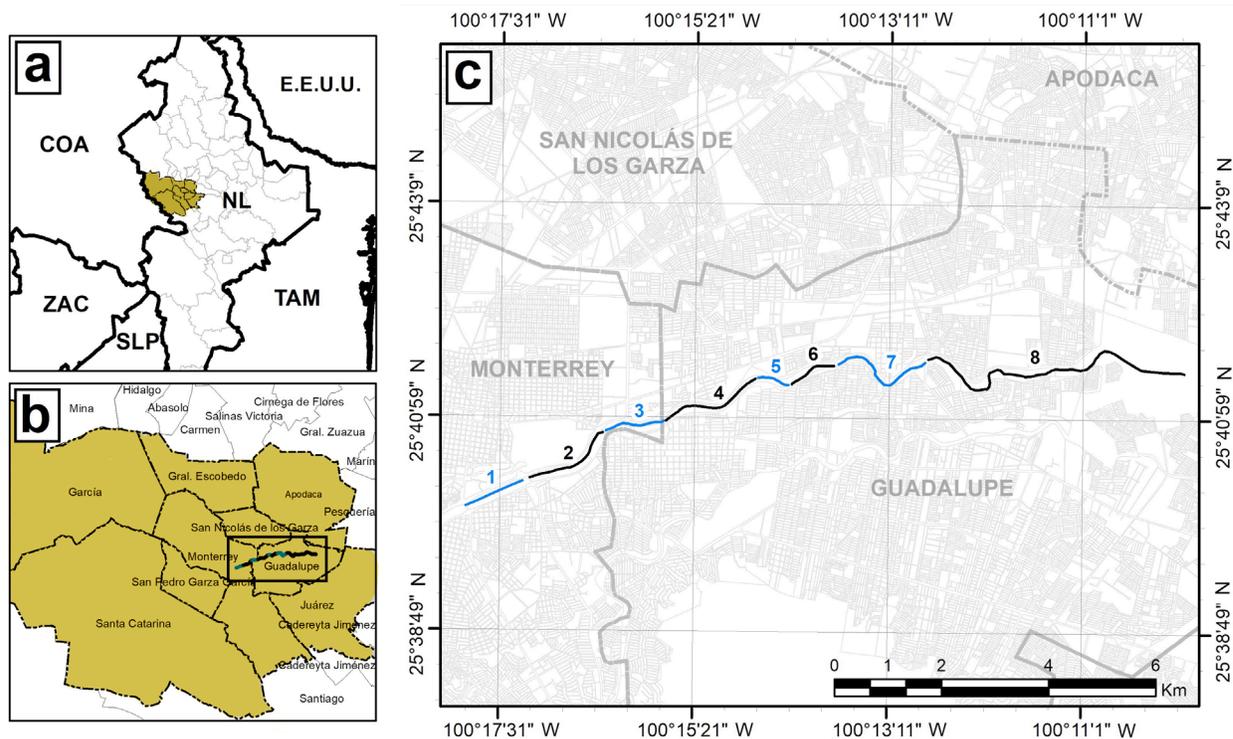
**Área de estudio**

El estudio se desarrolló en una comunidad vegetal ribereña en el río Santa Catarina, en el noreste de México, específicamente en los municipios de Monterrey y Guadalupe, Nuevo León (Figura 1). Las coordenadas de ubicación del sitio de inicio, al oeste son 25°40'04" N y 100°17'50" W, y las del sitio donde concluye el análisis, ubicado más al este, son 25°41'25" N y 100°09'53" W, con una altitud que varía de 428 msnm a 517 msnm.

De acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificada por García (1964), para la república mexicana, el clima es estepario, semicálido, subhúmedo ((A)Cx'), con lluvias de verano. El porcentaje de precipitación invernal es entre 5 % y 10.2 % anual, con una temperatura media anual de 18 °C a 22 °C. El suelo del área donde se realizó el estudio está constituido por feozem, un tipo caracterizado por su humedad, color oscuro, producto de la alta cantidad de materia orgánica y por su saturación de bases, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization) (FAO, 2015).

**Análisis de la vegetación**

El análisis de la comunidad vegetal se realizó en septiembre y octubre (meses de mayor



■ Figura 1. Localización del área de estudio. En la imagen “a”, se aprecia el noreste de México y sureste de Estados Unidos; en la imagen “b”, el Área Metropolitana de Monterrey; y en la “c”, el trayecto del río Santa Catarina evaluado. La línea negra y azul muestran los 8 tramos evaluados Figure 1. Location of the survey area. Image “a”: The state of Nuevo Leon. Image “b”: Metropolitan Area of Monterrey. Image “c”: Survey area. The black and blue line shows the 8 sections evaluated.

precipitación) mediante un inventario de la cubierta vegetal en un tramo de 15.65 km lineales y un ancho aproximado de 80 m (40 m en ambas riberas del río), sobre ambos lados del cauce del río Santa Catarina, conformando un área de estudio de 125.20 ha de superficie. La evaluación se realizó en 8 secciones (identificadas en forma numerada en la Figura 1) que variaron de 1.20 km hasta 3 km, a lo largo de la zona de estudio. El total del área muestreada fue de 9.6 ha de superficie, lo que representa el 7.66 % del área total. La longitud de cada una de las secciones obedeció a la accesibilidad del sitio y la abundancia de vegetación. En estas secciones se contabilizó el número total de individuos de estrato alto y la presencia de especies del estrato bajo. La clasificación de la cubierta vegetal se dividió en 2 clases y/o grupos. En el estrato alto, se consideró la vegetación de porte arbustivo y arbóreo que presentaron alturas que van de los 2 m hasta los 8 m de altura; y el estrato bajo, como las especies del grupo de las herbáceas, con alturas estimadas que van de los 0.30 m hasta los 1.99 m de altura. Las especies se identificaron utilizando claves taxonómicas de Correll y Johnston (1970) y el libro de Molina-Guerra y col. (2019). Para definir las especies introducidas se siguió principalmente a Villaseñor y Espinosa-García (2004).

### **Análisis de la información**

Para evaluar la diversidad beta, que es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico, a través de condiciones ambientales (Whittaker, 1972), en el estrato alto, se utilizó un algoritmo que analiza la similitud de las muestras mediante el cálculo del porcentaje de similitud (0 % a 100 %) entre cada una de ellas y que es representada en una gráfica de similitud de Bray-Curtis (Brower y col., 1998). Valores cercanos a 0 indican que existe una escasa similitud florística, valores cercanos al 50 % indican intermedia, y cercanos al 100 alta. El análisis se desarrolló mediante el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece y col., 1997).

Para el estrato bajo, únicamente se registró la presencia de las especies en los sitios de muestreo, por lo tanto, se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard para determinar el grado de semejanza entre los sitios (Magurran, 1988), mediante la siguiente ecuación:

$$(1) \quad I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

$I_j$  es el coeficiente de similitud de Jaccard,  $a$  es el número de especies presentes en el sitio A,  $b$  número de especies presentes en el sitio B, y  $c$  son las especies presentes en ambos sitios A y B. El análisis se realizó en el programa PAST 3.20 (Hammer y col., 2001).

Para describir la estructura de la comunidad, se generó una gráfica de dominancia-diversidad (Brower y col., 1998), la cual, describe la relación del número de individuos de las especies en función de un arreglo secuencial de especies, y esta se presenta del mayor al menor valor (Martella y col., 2012). De igual manera, los valores cercanos a 0 de este índice, indican que existe una escasa similitud florística, valores cercanos al 50 % indican intermedia, y cercanos al 100 alta.

## **RESULTADOS**

### **Variación de la riqueza**

En general, se registraron 87 especies, 77 géneros y 37 familias de plantas, incluyendo a una alga macroscópica. De estas, 18 especies son introducidas y el resto nativas. Algunos autores ya han reportado la presencia de especies introducidas en comunidades vegetales ribereñas e indican que existe una relación positiva entre el nivel de urbanización y el porcentaje de especies introducidas (Burton y col., 2005; Pennington y col., 2010).

### **Estrato alto**

Derivado del muestreo, en el estrato alto se registraron 16 familias pertenecientes a 25 géneros y 28 especies, incluyendo 9 especies introducidas (Tabla 1). Las especies

■ Tabla 1. Lista de especies del estrato alto (árboles y arbustos) presentes en cada uno de los sitios de muestreo.

Table 1. List of species in the high stratum (trees and shrubs) present in each of the sampling sites.

Familia/Nombre científico	Número de individuos								Total
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8	
ARECACEAE									
<i>Washingtonia filifera</i> *	10	20	7	12					49
ASPARAGACEAE									
<i>Agave americana</i>								6	6
<i>Agave lechuguilla</i>								36	36
<i>Yucca filifera</i>								5	5
BIGNONIACEAE									
<i>Tecoma stans</i>				4			3	10	17
BORAGINACEAE									
<i>Ehretia anacua</i>		9	2					19	30
CACTACEAE									
<i>Acanthocereus tetragonus</i>								2	2
<i>Opuntia engelmannii</i>								13	13
CANNABACEAE									
<i>Celtis laevigata</i>								49	49
<i>Celtis pallida</i>								39	39
CASUARINACEAE									
<i>Casuarina equisetifolia</i> *	3								3
EUPHORBIACEAE									
<i>Ricinus communis</i> *	124	59	88	498	140	31	36	732	1708
FABACEAE									
<i>Caesalpinia mexicana</i>		7	1						8
<i>Delonix regia</i> *				1					1
<i>Leucaena leucocephala</i> *	503	210	172	390	35	248	192	86	1836
<i>Parkinsonia aculeata</i>	114	124	79	269	80	5	37	437	1145
<i>Pithecellobium dulce</i>		11					2		13
<i>Prosopis glandulosa</i>	27	2	6	35	11	7		204	292
<i>Vachellia farnesiana</i>	107	65	12	10	15	1	7	114	331
<i>Vachellia rigidula</i>								58	58
MELIACEAE									
<i>Melia azedarach</i> *	4	3	8					20	35
MORACEAE									
<i>Morus nigra</i> *	1								1
OLACEAE									
<i>Fraxinus americana</i> *	18	49	87	50	22			91	317
PLATANACEAE									
<i>Platanus occidentalis</i>		4	3	1					8
SALICACEAE									
<i>Populus mexicana</i>	70	28	22	49	27			66	262
<i>Salix nigra</i>	107	222	137	711	123	214	15	677	2206
SAPINDACEAE									
<i>Sapindus saponaria</i>		5						3	8
SOLANACEAE									
<i>Nicotiana glauca</i> *	10	6	39	9	6	1	30	8	109
<b>Total</b>	<b>1 098</b>	<b>824</b>	<b>2 702</b>	<b>2 039</b>	<b>459</b>	<b>507</b>	<b>322</b>	<b>2 675</b>	<b>8 587</b>

\*Especies introducidas

con mayor número de individuos fueron *Salix nigra* Marshall 1785, *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit 1961, *Ricinus communis* L. 1753 y *Parkinsonia aculeata* L. 1753. Dichas especies, además de *Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn. 1834 y *Nicotiana glauca* Graham 1828, tuvieron presencia en todos los sitios de muestreo. Las especies *Vachellia rigidula* (Benth.) Seigler & Ebinger 2005, *Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck 1938, *Agave americana* L. 1753, *Agave lechuguilla* Torr. 1859, *Casuarina equisetifolia* L. 1759, *Celtis laevigata* Willd. 1814, *Celtis pallida* Torr. 1859, *Delonix regia*, *Morus nigra* L. 1753, *Opuntia engelmanni* Salm-Dyck 1849 y *Yucca filifera* Chabaud 1876, sólo se presentaron en un sitio de muestreo.

### Estrato bajo

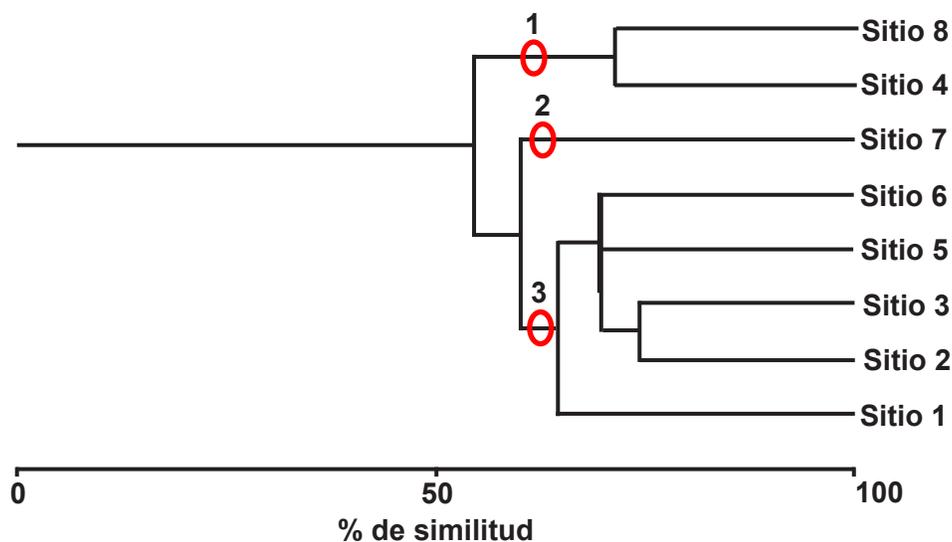
Se registraron 25 familias pertenecientes a 53 géneros y 60 especies (Tabla 2). Las especies que se reportaron con mayor distribución, fueron *Cyperus involucratus* Rottb. 1806 y *Phragmites australis* Cav. (Trin.) ex Steud 1840 en 7 sitios cada una, *Eragrostis mexicana* (Hornem.) Link 1827, *Helianthus annuus* L. 1753, *Melinis repens* (Willd.) Zizka 1988, *Po-*

*lygonum pensylvanicum* L. 1753 y *Typha domingensis* Pers. 1807 en 6 sitios cada una. Mientras que 26 de las especies registradas solo se presentaron en un sitio. Del total de las especies reportadas 10 son introducidas, entre las cuales, *Cyperus involucratus* y *Melinis repens* cuentan con presencia en la mayoría de los sitios de muestreo.

### Variación de la composición

#### Estrato alto

El dendrograma de similitud Bray-Curtis (Figura 2) muestra que el primer grupo que se forma es el que diferencia a los sitios 4 y 8 del resto de la comunidad, esto debido al gran número de individuos de las especies *Salix nigra* con 711 N/ha y 677 N/ha, *Ricinus communis* con 498 N/ha y 732 N/ha y *Parkinsonia aculeata* con 269 N/ha y 437 N/ha, respectivamente, así como de otras cantidades similares, pero con menor abundancia. El segundo grupo está conformado únicamente por el sitio 7, debido a la baja presencia de *Salix nigra* (15 N/ha). El tercer grupo (conformado por los sitios 1, 2, 3, 5 y 6) presenta intermedia presencia de *Salix nigra* ( $\geq 107$  N/ha y  $\leq 214$  N/ha). Es importante



■ Figura 2. Representación gráfica de la similitud Bray-Curtis (número de individuos) del estrato alto (árboles y arbustos) en 8 sitios de muestreo, en una porción de la subcuenca del río de Santa Catarina. Los grupos formados se presentan en rojo.

Figure 2. Graphic representation of the high stratum Bray-Curtis similarity found for 8 sampling sites in a portion of the Santa Catarina river sub-basin. The groups formed are presented in red.

■ **Tabla 2. Lista de especies del estrato bajo (herbáceas) presentes en cada uno de los sitios de muestreo.**  
 Table 2. List of species in the low stratum (herbaceous) present in each of the sampling sites.

Familia/Nombre científico	Número de individuos							
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8
<b>AMARANTHACEAE</b>								
<i>Amaranthus blitoides</i>	x							x
<i>Amaranthus palmeri</i>		x	x	x				x
<i>Salsola kali*</i>	x			x	x	x		
<b>ANACARDIACEAE</b>								
<i>Toxicodendron radicans</i>								x
<b>APOCYNACEAE</b>								
<i>Asclepias oenotheroides</i>								x
<b>ASTERACEAE</b>								
<i>Bidens odorata</i>	x		x	x		x		x
<i>Calyptracarpus vialis</i>			x		x			x
<i>Helianthus annuus</i>	x	x	x	x	x			x
<i>Parthenium hysterophorus</i>	x		x					x
<i>Pectis papposa</i>								x
<i>Porophyllum</i> sp.	x							
<i>Sanvitalia procumbens</i>								x
<i>Taraxacum officinale*</i>			x					
<b>BORAGINACEAE</b>								
<i>Heliotropium angiospermum</i>								x
<i>Tiquilia canescens</i>			x	x				
<b>BRASSICACEAE</b>								
<i>Lepidium virginicum</i>			x					
<b>CHARACEAE</b>								
<i>Chara vulgaris</i>	x		x					
<b>COMMELINACEAE</b>								
<i>Commelina diffusa</i>	x		x					x
<b>CONVOLVULACEAE</b>								
<i>Ipomoea</i> sp.			x					x
<i>Merremia dissecta</i>	x	x	x	x				x
<i>Merremia quinquefolia</i>						x		x
<b>CRASSULACEAE</b>								
<i>Kalanchoe</i> sp.*				x				
<b>CUCURBITACEAE</b>								
<i>Luffa aegyptiaca*</i>		x	x					x
<b>CYPERACEAE</b>								
<i>Cyperus esculentus*</i>								x
<i>Cyperus involucratus*</i>	x	x	x	x	x	x		x
<b>EUPHORBIACEAE</b>								
<i>Acalypha radians</i>								x
<i>Croton incanus</i>								x
<i>Euphorbia maculata</i>								x
<i>Euphorbia prostrata</i>			x					x
<b>FABACEAE</b>								
<i>Pitecellobium dulce</i>	x							

Continúa...

LOASACEAE							
<i>Cevallia sinuata</i>			x				x
LYTHRACEAE							
<i>Heimia salicifolia</i>			x				
MALVACEAE							
<i>Abutilon dugesii</i>			x	x	x		x
<i>Gossypium hirsutum</i>	x						
<i>Herissantia crispa</i>							x
<i>Waltheria indica</i>				x	x		
PASSIFLORACEAE							
<i>Passiflora foetida</i>		x					
<i>Passiflora tenuiloba</i>							x
POACEAE							
<i>Aristida pansa</i>				x			x
<i>Cenchrus ciliaris*</i>			x	x	x		x
<i>Cenchrus incertus</i>	x						x
<i>Chloris virgata</i>							x
<i>Cynodon dactylon*</i>	x		x		x		x
<i>Eragrostis mexicana</i>	x		x	x		x	x
<i>Melinis repens*</i>	x		x	x	x	x	x
<i>Paspalum virgatum</i>							x
<i>Pennisetum clandestinum*</i>		x		x			
<i>Phragmites australis</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Zea mays</i>							x
POLYGONACEAE							
<i>Polygonum pensylvanicum</i>	x	x	x	x	x		x
PORTULACACEAE							
<i>Portulaca pilosa</i>			x				x
RANUNCULACEAE							
<i>Clematis drummondii</i>							x
SOLANACEAE							
<i>Chamaesaracha sordida</i>							x
<i>Datura stramonium</i>	x		x				
<i>Solanum elaeagnifolium</i>		x					x
<i>Solanum nigrescens</i>		x					x
TYPHACEAE							
<i>Typha domingensis</i>	x	x	x	x	x	x	
VERBENACEAE							
<i>Aloysia macrostachya</i>							x
<i>Lantana velutina</i>							x
<i>Lippia graveolens</i>			x				x

\*Especies introducidas

mencionar que los 3 grupos presentan una similitud de intermedia a alta, debido a que la similitud entre el grupo 2 y 3 es del 60 % y del 1 con el resto es de 71.53 %.

**Estrato bajo**

Con base en el dendrograma de similitud de Jaccard (Figura 3), el sitio 7 se separa en cuanto a similitud de los demás, debido a que fue el sitio que menor número de especies presentó. El siguiente grupo está conformado por 4 sitios (2, 4, 5 y 6), los cuales comparten 3 especies en común (*Cyperus involucratus* y *Typha domingensis*), siendo una de estas introducida (*Cyperus involucratus*). Los sitios 1, 3 y 8 conforman otro grupo, en el cual destacan 9 especies compartidas (*Bidens odorata* Cav. 1791, *Helianthus annuus*, *Commelina diffusa* Burm. 1768, *Merrremia dissecta* (Jacq.) Hallier f. 1893, *Cyperus involucratus*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 1805, *Eragrostis mexicana*, *Melinis repens* y *Polygonum pensylvanicum*) siendo 3 introducidas (*Cyperus involucratus*, *Cynodon dactylon* y *Melinis repens*). En general, la composición

de la vegetación presenta una similitud de baja a intermedia, debido a que en los sitios del grupo 3, es de un 23 % a 40 %, y en los sitios de los grupos 1 y 2, es de 18 % a 47 %.

**Variación de la abundancia**

**Estrato alto**

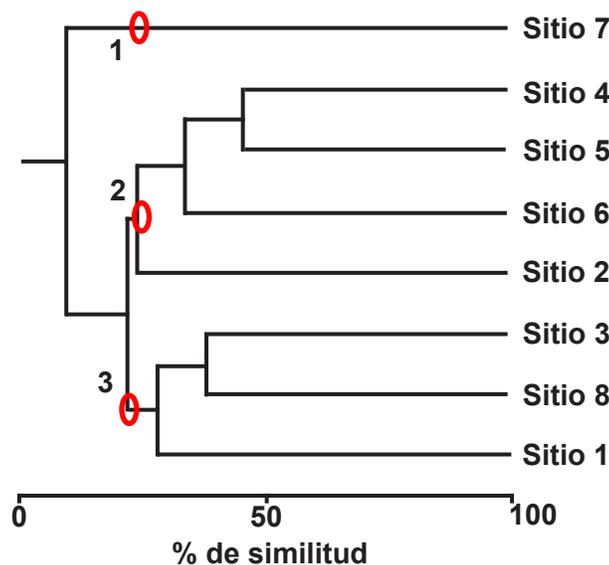
El gráfico de dominancia-diversidad (Figura 4), muestra una distribución de modelo geométrico de tipo discreta, en donde la comunidad vegetal ribereña está conformada por escasas especies muy abundantes, y el resto de las especies son prácticamente raras.

**DISCUSIÓN**

**Variación de la riqueza**

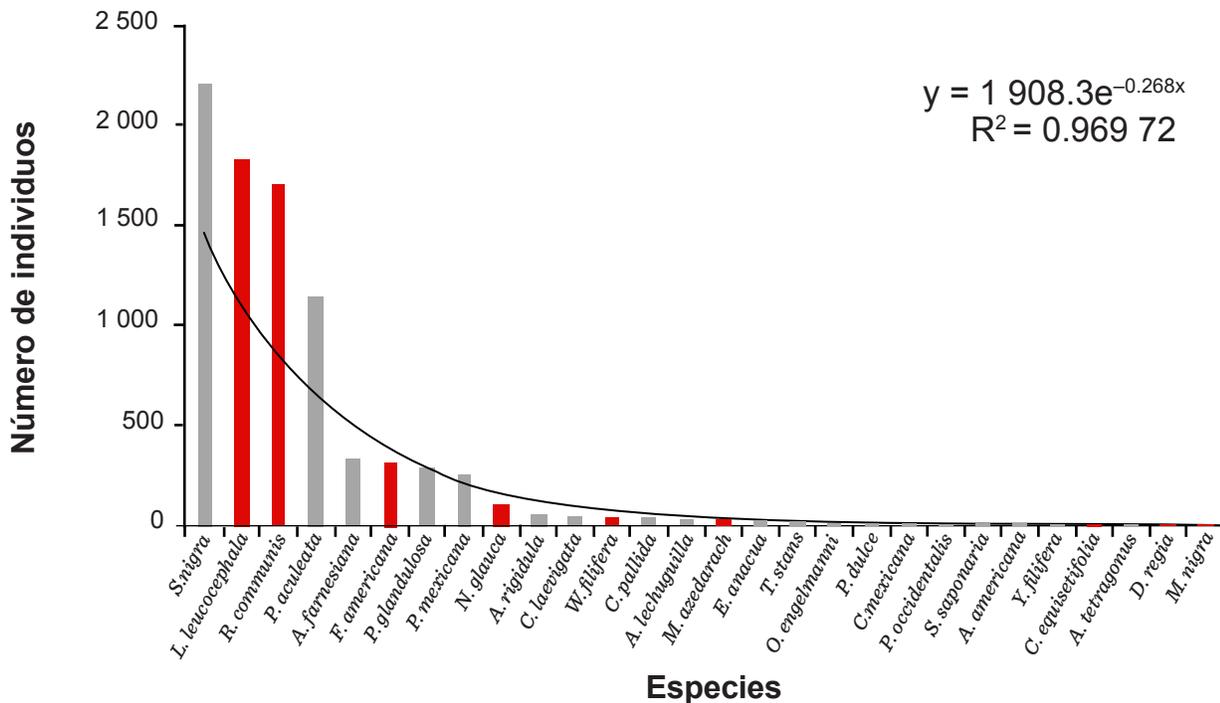
**Estrato alto**

La riqueza florística presente en el área de estudio del río Santa Catarina (15 km lineales) se considera media, a pesar de la influencia antropogénica, ya que se registró la presencia de 28 especies en total, en diferentes estadios sucesionales. En el estrato alto, se encontraron tanto especies nativas (19)



■ Figura 3. Representación gráfica del coeficiente de similitud de Jaccard (número de especies) para el estrato bajo (herbáceas) en los 8 sitios de muestreo. Los grupos formados se presentan en rojo.

Figure 3. Graphic representation of the low stratum (herbaceous) Jaccard similarity coefficient found for 8 sampling sites in a portion of the Santa Catarina river sub-basin. The groups formed are presented in red.



■ Figura 4. Gráfico de dominancia-diversidad del estrato alto (árboles y arbustos) en 8 sitios de muestreo, en una porción de la subcuenca del río de Santa Catarina. Las barras grises indican especies nativas y las rojas introducidas.

Figure 4. Dominance-diversity graphic of the high stratum (trees-shrubs) found for 8 sampling sites in a portion of the Santa Catarina river sub-basin. The gray bars indicate native species and the red ones introduced.

(por mencionar algunas, *Celtis laevigata*, *Celtis pallida*, *Populus mexicana* Wesm. ex DC. 1868) como introducidas (9) (por citar algunas, *Washingtonia filifera* (Linden ex André) H. Wendl. 1879, *Leucaena leucocephala*, *Morus nigra* y *Fraxinus americana* L. 1753). En otras comunidades vegetales ribereñas mejor conservadas, como Sabinas y San Rodrigo, en Coahuila, el estrato arbóreo tuvo una diversidad similar (17 especies), aunque la mayoría de esas especies fueron nativas (Villareal y col., 2006). Sin embargo, en ríos también afectados por cambios de uso de suelo, como el Ramos y Cabezones, en Nuevo León, la riqueza de árboles fue variable, con 7 y 19 especies, respectivamente (Treviño y col., 2001). Una posible explicación del por qué se registró un mayor número de especies en el presente estudio en comparación a otros desarrollados en el noreste de Méxi-

co, es debido a que en esta investigación se evaluó una comunidad vegetal en proceso de regeneración natural, y al haber mayor espacio disponible después del disturbio (Huracán Alex), existe la posibilidad de que se establezca un mayor número de especies (Alanís y col., 2011; Graciano-Ávila y col., 2018).

La alta presencia de individuos de *Salix nigra*, en el estrato alto, para la comunidad vegetal ribereña del río Santa Catarina coincide con lo registrado por Treviño y col. (2001), quienes la registraron como una de las más conspicuas en un estudio realizado en el río Cabezones, Nuevo León, México. Por su parte, Íñiguez-Ayón y col. (2015), reportaron esta especie en una evaluación del río Tamazula, en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México. Dicha especie ha sido ampliamente evaluada, se asocia a vegetación de galería, se

reproduce sexual y asexualmente, y se establece preferentemente en elevaciones intermedia y altas al cause del agua, donde los eventos de inundación son menos frecuentes (Stover y col. 2018), como en el caso de esta investigación.

La segunda especie con mayor abundancia fue la introducida e invasora *Leucaena leucocephala*, la cual, se encuentra en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe y col. 2004). Si bien, México es considerado el centro de máxima diversidad del género *Leucaena* (Zárate, 1994), la especie *L. leucocephala* se distribuye de manera natural en el sur de México (Peralta- Juárez y col., 2017), pero debido a su uso en actividades pecuarias (Ledesma, 2002), se ha distribuido en todo el mundo, incluyendo el noreste de México. Esta especie no ha sido documentada en comunidades ribereñas del noreste de México (Treviño y col., 2001 y Canizales y col., 2010), pero sí se tiene registro de su uso en plantaciones experimentales (Jurado y col., 1998) y áreas urbanas (Leal y col., 2018b). Es importante mencionar que la especie ha sido reportada en ecosistemas ribereños por algunos autores, como Moreno-Jiménez y col. (2017), que la registraron en un afluente del río Tacotalpa, en Tabasco, México; y Peguero (2010) ha reportado su presencia en vegetación riparia de la República Dominicana.

Otra especie de interés en este estudio, por su abundancia, fue *Ricinus communis*, una especie introducida que, comúnmente, se presenta en zonas ribereñas y que muestra adaptación en canales permanentes de riego (Reveles y col., 2010). Lo registrado en esta investigación coincide con Cornejo-Denman y col. (2018), quienes reportaron a *Parkinsonia aculeata* como una de las especies dominantes en un estudio de la vegetación riparia presente en la sección baja del río Bravo, entre México y Estados Unidos. De hecho, en otros países, como Australia, *Parkinsonia aculeata* forma poblaciones tan densas

a lo largo de ríos, que causa serios problemas para el uso del agua (Cochard y Jacques, 2005).

De las cuatro especies con mayor presencia en el estrato alto, Garcillán y Rebman (2016), registraron a *Ricinus communis* como una especie exótica de origen africano que se ha adaptado a las condiciones de los ecosistemas de México, y mencionaron que esta especie suele estar presente en zonas con disturbio antrópico o natural, como bordes de caminos, asentamientos humanos y zonas riparias. Muller (1947) y Rzedowski, y Calderón-de-Rzedowski (1997), reportaron a *Parkinsonia aculeata* como una especie que se distribuye de forma nativa en el matorral espinoso tamaulipeco.

Treviño y col. (2001); Canizales y col. (2010), realizaron estudios de diversidad y estructura de comunidades ribereñas maduras en el noreste de México, donde registraron a *Taxodium mucronatum* Ten. 1853 como una de las especies mayormente presentes, con altos valores de abundancia y dominancia, lo cual difiere con lo reportado en la presente investigación, ya que en el área de estudio no fue observada esta especie. Otra especie que presenta altos valores de abundancia (470 N/ha) en comunidades maduras es *Platanus occidentalis* L. 1753 (Canizales y col., 2010), mientras en este estudio, fue escasamente registrada, con 8 N/ha. Las especies antes mencionadas son esciófilas, ya que necesitan condiciones de sombra para germinar y desarrollarse en las primeras fases, y después de cierto tiempo, necesitan mayor intensidad de luz (Enríquez-Peña y col., 2004), por lo tanto, podrían considerarse indicadores de que la comunidad vegetal observada no presenta un grado de madurez avanzado y se encuentra en las primeras fases de estado sucesional.

### Estrato bajo

La presente investigación, a diferencia de Treviño y col. (2001); Rzedowski (2006), de Canizales y col. (2010) y de Santiago-Pérez y col.

(2014), incluyó el estrato bajo, el cual está conformado por 60 especies. Se consideró importante evaluar este estrato, debido a que se ha reportado que presenta alta riqueza de especies comparado con la comunidad arbórea y arbustiva (Pérez-Calix, 1996; Villarreal y col., 2006). Como se mencionó en la metodología, la vegetación del estrato bajo consistió en evaluar las herbáceas que van de los 0.30 m hasta los 1.99 m de altura, las cuales no han sido consideradas en los estudios desarrollados en México.

Rzedowski (2006) mencionó en su clasificación de la vegetación acuática y subacuática, que existen comunidades de tular y carrizal, las cuales presentan una distribución cosmopolita, y cuyas asociaciones principales están dominadas por *Typha* spp. y *Cyperus* spp. En el área de estudio se registraron en la mayoría de los sitios de muestreo *Cyperus involucratus* y *Typha domingensis*.

Las especies *Cyperus involucratus* y *Melinis repens* se encuentran reportadas como especies introducidas en México (Mora-Olivo y Villaseñor, 2007; SAGARPA, 2016). En diversos estudios, como los de McCoy-Sulentic y col. (2017) y Wassens y col. (2017), se ha demostrado los efectos que las especies introducidas provocan al ambiente en el que se desarrollan, uno de los principales, es que son responsables de gran número de extinciones. March-Mifsut y Martínez (2007), registraron en su estudio que *M. repens* es una especie que desplaza a la vegetación nativa y promueve regímenes anómalos de fuego, por lo que es importante realizar más estudios en el noreste de México para conocer la situación de estas especies en el área, y tomar las medidas que sean pertinentes para el control de las mismas.

## Variación de la composición

### Estrato alto

La diversidad beta presente en el estrato alto es de intermedia a alta, lo cual coincide con los resultados presentados por Canizales y col. (2010), quienes registraron una di-

versidad media alta en las áreas estudiadas en una comunidad ribereña en el noreste de México. La alta abundancia de las especies *Salix nigra* y *Leucaena leucocephala* es el factor principal de la agrupación de los sitios. La especie *Salix nigra* ha sido registrada con alta presencia en vegetación ribereña del noreste de México (Treviño y col., 2001), caso contrario a la introducida e invasora *Leucaena leucocephala*, que no ha sido reportada en el noreste de México, pero sí con escasa abundancia en vegetación ribereña del sureste de México (Moreno-Jiménez y col., 2017).

### Estrato bajo

La diversidad beta es de baja a intermedia. Gärtner y col. (2015), registraron valores similares en su estudio de patrones compositivos para herbáceas. Del total de las especies reportadas, 10 son introducidas, entre las cuales, *Cyperus involucratus* y *Melinis repens* cuentan con presencia en la mayoría de los sitios de muestreo. Espinosa-García y col. (2004), mencionaron que existe una relación positiva entre el tamaño de la población o el disturbio causado por la actividad humana con el número de especies exóticas presentes. Dado que el río Santa Catarina se encuentra inmerso en la mancha urbana, se esperaría que se presenten especies introducidas, como ya ha sido documentado en otras áreas urbanas (Aronson y col., 2017; Grella y col., 2018). El porcentaje de especies exóticas o introducida fue de 16.66 %, valor menor a lo reportado por Aronson y col. (2017), quienes registraron 55 % y 41 % en 2 ríos urbanos de Nueva Jersey, Estados Unidos.

## Variación de la estructura

### Estrato alto

Los resultados mostraron una distribución de modelo geométrico de tipo discreta, en donde la comunidad vegetal ribereña está conformada por escasas especies muy abundantes, el resto de las especies son prácticamente raras. El modelo supone que las especies difieren marcadamente en su domi-

nancia competitiva, de manera que las especies más abundantes ocupan una fracción grande del nicho y las demás especies se distribuyen en los espacios restantes. Este patrón suele observarse en estadios tempranos de una sucesión o en ambientes desfavorables (Martella y col., 2012). Dicho patrón ha sido documentado en comunidades vegetales regeneradas después de actividades pecuarias (Leal y col., 2018a) y mineras (Marroquín-Castillo y col., 2016). En el caso de esta investigación, la comunidad vegetal ribereña se encuentra en una fase de regeneración natural, donde no se han realizado prácticas de restauración ecológica y aún no llega a ser una comunidad vegetal madura.

## CONCLUSIONES

Se concluye que la variación de la vegetación del estrato alto, presenta similitud de intermedia a alta, debido a la alta abundancia de individuos de las especies *Salix nigra* y *Leucaena leucocephala*. La vegetación del estrato bajo, presenta una similitud de baja a intermedia, toda vez que existen escasas especies en común en el trayecto evaluado. La composición de la vegetación se encuentra en un estado sucesional secundario, debido a que algunas de las especies con mayor presencia son introducidas, como *Leucaena leucocephala* y *Ricinus communis* para el estrato alto, y *Cyperus involutus* y *Melinis repens* para el estrato bajo.

## REFERENCIAS

- Alanís, E., Jiménez, J., Valdecantos, A., Pando, M., Aguirre, O. y Treviño, E. J. (2011). Caracterización de regeneración leñosa post-incendio de un ecosistema templado del Parque Ecológico Chipinque, México. *Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17(1): 31-39.
- Aronson, M. F., Patel, M. V., O'Neill, K. M., and Ehrenfeld, J. G. (2017). Urban riparian systems function as corridors for both native and invasive plant species. *Biological Invasions*. 19(12): 3645-3657.
- Burton, M. L., Samuelson, L. J., and Pan, S. (2005). Riparian woody plant diversity and forest structure along an urban-rural gradient. *Urban Ecosystems*. 8(1): 93-106.
- Brower, J. E., Zar, J. H., and Von-Ende, C. N. (1998). *General Ecology*. Boston, MA. Estados Unidos: McGraw-Hill. 273 Pp.
- Bozóki, T., Krasznai-Kun, E. A., Csercsa, A., Várbíró, G., and Boda, P. (2018). Temporal and spatial dynamics in aquatic macroinvertebrate communities along a small urban stream. *Environmental Earth Sciences*. 77(559): 1-10.
- Canizales, P. A., Alanís, G. J., Lara, S., Torres, M., Alanís, E., Jiménez, J. y Padilla, H. (2010). Efecto de la actividad turística en la diversidad y estructura del bosque de galería en el noreste de México. *Ciencia UANL*. 13(1): 55-63.
- Cochard, R. and Jackes, B. R. (2005). Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. *Plant Ecology*. 180(1): 13-31.
- Correll, D. S. and M. C. Johnston. (1970). *Manual of the Vascular Plants of Texas*. College Station, TX. Estados Unidos: Texas Research Foundation. 1881 Pp.
- Croke, J., Thompson, C., and Fryirs, K. (2017). Prioritising the placement of riparian vegetation to reduce flood risk and end-of-catchment sediment yields: Important considerations in hydrologically-variable regions. *Journal of Environmental Management*. 190: 9-19.
- Dahmer, S. C., Matos, L., and Morley, A. (2018). Preface—Restoring Toronto's waters: Progress toward delisting the Toronto and Region Area of Concern. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 21(3): 223-229.
- Enríquez-Peña, E. G., Suzán-Azpiri, H. y Malda-Barrera, G. (2004). Viabilidad y germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* (Ten.) en el estado de Querétaro, México. *Agrociencia*. 38(3): 375-381.
- Espinosa-García, F. J., Villaseñor, J. L., and Vibrans, H. (2004). The rich generally get richer, but there are exceptions: Correlations between species richness of native plant species and alien weeds in Mexico. *Diversity and Distributions*. 10(5-6): 399-407.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. Roma: IUSS Working Group WRB. 205 Pp.
- García, E. (1964). *Clasificación Climática Köppen, Modificada por Enriqueta García*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. 90 Pp.
- Garcillán, P. P. y Rebman, J. P. (2016). Nota sobre

los primeros registros históricos de dos plantas invasoras en la península de Baja California: crónica del misionero jesuita Miguel del Barco. *Acta Botánica Mexicana*. (115): 43-49.

Gärtner, E., Rojas, G., and Castro, S. (2015). Compositional patterns of ruderal herbs in Santiago, Chile. *Gayana Botanica*. 72(2): 192-202.

Graciano-Ávila, G., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón, Ó. A., Rubio-Camacho, E. A. y González-Tagle, M. A. (2018). Estructura y diversidad postincendio en un área del matorral espinoso tamaulipeco. *Polibotánica*. 45: 89-100.

Grella, C., Renshaw, A., and Wright, I. A. (2018). Invasive weeds in urban riparian zones: the influence of catchment imperviousness and soil chemistry across an urbanization gradient. *Urban Ecosystems*. 21(3): 505-517.

Guida-Johnson, B., Faggi, A. M., and Zuleta, G. A. (2017). Effects of Urban Sprawl on Riparian Vegetation: Is Compact or Dispersed Urbanization Better -for Biodiversity? *River Research and Applications*. 33(6): 959-969.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., and Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1):9.

Íñiguez-Ayón, Y. P., Peña-Salmón, C. Á. y Sicairos-Avitia, S. E. (2015). Ecosistema fluvial urbano: evaluación ecológica y visual del río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. *Quivera*. 17(1):75-97.

Jurado, E., Flores, J., Navar, J., and Jiménez, J. (1998). Seedling establishment under native tamaulipan thornscrub and *Leucaena leucocephala* plantation. *Forest Ecology and Management*. 105(1-3): 151-157.

Leal, N. A., Alanís, E., Mata, J. M., Treviño, E. J. y Yerena, J. I. (2018a). Composición y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco regenerado post-ganadería en el noreste de México. *Polibotánica*. 45: 75-88.

Leal, C. E., Leal, N., Alanís, E., Pequeño, M. A., Mora-Olivo, A. y Buendía, E. (2018b). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 9(48): 252-270.

Ledesma, L. M. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15(2): 226-231.

Lonard, R. I. and Judd, F. W. (2002). Riparian vegetation of the lower Rio Grande. *The Southwestern Naturalist*. 47(3): 420-432.

Lowe, S., Browne M., Boudjelas S. y De-Poorter M. (2004). *100 de las Especies Exóticas Invasoras más*

*dañinas del mundo*. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI), un grupo especialista de la Comisión de Supervivencia de Especies (CSE) de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) Nueva Zelanda, 12 Pp.

Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press. 179 Pp.

March-Mifsut, I. J. and Martínez, J. R. (2007). *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad, prioridades en México*. México: IMTA, Conabio, GECI, AridAmérica. The Nature Conservancy. 72 Pp.

Marroquín-Castillo, J. J., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Mata-Balderas, J. M. y Chávez-Costa, A. C. (2016). Composición florística y diversidad de un área restaurada post-minería en el matorral espinoso tamaulipeco. *Polibotánica*. 42: 1-17.

Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología: Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*. Serie Ecología. 5(1): 71-115.

McAleece, N., Lamshead, P. J. D., Paterson, G. L. J., and Gage, J. D. (1997). Natural History Museum and Scottish Association for Marine Science, in *Biodiversity Professional (V.2.0)*. [En línea]. Disponible en: <http://biodiversity-pro.software.informer.com>. Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018.

McCoy-Sulentic, M. E., Kolb, T. E., Merritt, D. M., Palmquist, E., and Ralston, B. E. (2017). Changes in Community-Level Riparian Plant Traits over Inundation Gradients, Colorado River, Grand Canyon. *Wetlands*. 37(4): 635-646.

McLeod, K. W. and McPherson, J. K. (1973). Factors limiting the distribution of *Salix nigra*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*. 102-110.

Molina-Guerra, V. M., Mora-Olivo, A., Alanís-Rodríguez, E., Soto-Mata, B., Patiño-Flores, A. M. 2019. Plantas características del matorral espinoso tamaulipeco en México. Editorial Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. 114 Pp.

Mora-Olivo, A. and Villaseñor, J. L. (2007). Diversidad y distribución de la flora vascular acuática de Tamaulipas, México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*. 1(1): 511-527.

Moreno-Jiménez, V., Castillo-Acosta, O., Gama-Campillo, L., Zavala-Cruz, J. y Ortiz-Pérez, M. A. (2017). Relación de vegetación ribereña y propiedades del suelo en un afluente del río Tacotalpa, Tabasco, México. *Madera y Bosques*. 23(1): 91-109.

- Muller, C. (1947). Vegetation and climate in Coahuila, México. *Madroño*. 9: 33-57.
- Paolino, R. M., Royle, J. A., Versiani, N. F., Rodrigues T. F., Pasqualotto, N., Krepschi, V. G., and Chiarello, A. G. (2018) Importance of riparian forest corridors for the ocelot in agricultural landscapes. *Journal of Mammalogy*. 99(4): 874-884.
- Pedroche, S. Z. (1994). Revisión del género *Leucaena* en México (parte C). *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*. 65(2): 83-162.
- Peguero, B. (2010). *Composición y Estructura de la Vegetación en la Franja de la Línea de Transmisión Sub-estación Pizarrete Los Montones*. Santo Domingo, D. N., República Dominicana. [En línea]. Disponible en: [https://www.eib.org/attachments/pipeline/20070230\\_eia8\\_es.pdf](https://www.eib.org/attachments/pipeline/20070230_eia8_es.pdf). Fecha de consulta: 24 de junio de 2018.
- Pennington, D. N., Hansel, J. R., and Gorchov, D. L. (2010). Urbanization and riparian forest woody communities: diversity, composition, and structure within a metropolitan landscape. *Biological Conservation*. 143(1): 182-194.
- Peralta-Juárez, I., Gómez-Campos, A., Romero-Castillo, P. A., and Reyes-Dorantes, A. (2017). Uso antropocéntrico del guaje *Leucaena esculenta* (Moc. & Sessé ex. Dc.) Benth, en dos comunidades de la mixteca baja oaxaqueña, México. *Polibotánica*. (43): 349-364.
- Pérez-Calix, E. (1996). *Flora y vegetación de la cuenca del lago de Zirahuén, Michoacán, México*. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario XIII. Pátzcuaro, Michoacán: Instituto de Ecología. 73 Pp.
- Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Nuevo León (2008). Decreto por el cual se declara como "Área Natural Protegida Estatal, en categoría de "Parque Urbano", bajo la denominación de "Parque Lineal" el cauce del río Santa Catarina, localizado en los municipios de Monterrey, San Pedro Garza García, Guadalupe, Juárez y Santa Catarina, Nuevo León, supeditada la vigencia a los términos de su Artículo Cuarto, y 2 Anexos (primera publicación). [En línea]. Disponible en: [http://www.nl.gob.mx/sites/default/files/d\\_plineal.pdf](http://www.nl.gob.mx/sites/default/files/d_plineal.pdf). Fecha de consulta: 13 de abril de 2018.
- PDUMM, Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey 2013-2025 (2012). Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Monterrey. [En línea]. Disponible en: [http://portal.monterrey.gob.mx/pdf/2013\\_2025.pdf](http://portal.monterrey.gob.mx/pdf/2013_2025.pdf). Fecha de consulta: 22 de febrero de 2018.
- Revels, F. O., Rosales, R., Nava, C. A., Delgado, E., Cuéllar, E. I., Carrete, F. Ó. y Ríos, J. C. (2010). Identificación de especies vegetales con potencial para la producción de biocombustibles líquidos en Durango, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(1): 45-54.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. Primera edición digital. [En línea]. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf). Fecha de consulta: 13 de abril de 2018.
- Rzedowski, J. y Calderón-de-Rzedowski, G. (1997). *Flora del Bajío y zonas adyacentes. Fascículo 51. Familia Leguminosae. Sub-familia Caesalpinioideae*. Pátzcuaro, Michoacán. México: Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío. 57 Pp.
- SAGARPA, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016). *Acuerdo por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México*. Diario Oficial. Tercera Sección. México, D.F. [En línea]. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5464456&fecha=07/12/2016). Fecha de consulta: 6 de junio de 2018.
- Santiago-Pérez, A. L., Ayón, A., Rosas, V. C., Rodríguez, F. A. y Toledo, S. L. (2014). Estructura del bosque templado de galería en la Sierra de Quila, Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 5(24): 144-159.
- Stover, J., Keller, E., Dudley, T., and Langendoen, E. (2018). Fluvial geomorphology, root distribution, and tensile strength of the invasive giant reed, *Arundo donax* and its role on stream bank stability in the Santa Clara River, Southern California. *Geosciences*. 8(8): 304.
- Treviño, E. J., Cavazos, C. y Aguirre, O. A. (2001). Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques*. 7(1): 13-25.
- Villarreal, J. A., Carranza, M. A., Estrada, E. y Rodríguez, A. (2006). Flora riparia de los Ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta Botanica Mexicana*. 75: 1-20.
- Villaseñor, J. L. and Espinosa-García, F. J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions*. 10(2): 113-123.
- Wassens, S., Ning, N., Hardwick, L., Bino, G., and Maguire, J. (2017). Long-term changes in freshwater aquatic plant communities following extreme drought. *Hydrobiologia*. 779(1): 233-247.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21(2-3): 213-251.
- Zárate, S. (1994). Revisión del género *Leucaena* en México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica*. 65(2): 83-162.