



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE BIOLOGÍA

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**SÍNDROMES DE DISPERSIÓN DE LAS FORMAS DE
CRECIMIENTO Y TIPOS DE VEGETACIÓN DEL EJIDO DE
TUMBISCA, MICHOACÁN**

TESIS

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS BIOLÓGICAS EN ECOLOGIA Y CONSERVACIÓN**

PRESENTA

BIÓLOGO PEDRO CHAMU ALONSO

TUTOR

Dr. Leonel Arturo López Toledo (U.M.S.N.H)

COTUTOR

Dr. Guillermo Ibarra Manríquez (IIES-UNAM)

MORELIA, MICHOACÁN, MARZO 2021

U.M.S.N.H



**FACULTAD
DE
BIOLOGÍA**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

DR. LUIS FELIPE MENDOZA CUENCA
COORDINADOR GENERAL DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
P R E S E N T E

Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: “Síndrome de dispersión de las formas de crecimiento y tipos de vegetación del Ejido de Tumbisca, Michoacán” presentado por el BIOL. Pedro Chamu Alonso con Número de Matrícula 0734614F, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestro en Ciencias.

Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

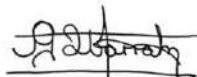
A T E N T A M E N T E

Morelia, Michoacán, a 10 de febrero de 2021

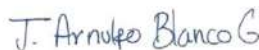
COMITÉ SINODAL



Dr. Leonel Arturo López Toledo
Director de Tesis



Dr. Guillermo Ibarra Manríquez
Co director



Dr. José Arnulfo Blanco García
Presidente



M. en C. Ma. Guadalupe Cornejo Tenorio
Vocal 1



Dr. Juan Carlos Montero Castro
Vocal 2

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UMSNH por permitirme continuar con mi estudios académicos de Maestría en el área temática de Ecología y Conservación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la manutención.

A mi asesor de tesis el Dr. Leonel Arturo López Toledo, por su apoyo académico.

Quiero agradecer muy especialmente a mi Co-asesor el Dr. Guillermo Ibarra Manríquez por dedicar parte de su tiempo a asesorar este trabajo, por compartirme sus conocimientos, por las enseñanzas y por su gran amistad.

Agradezco a mi comité revisor, Dr. José Arnulfo Blanco García, Dr. Juan Carlos Montero Castro y M. en C. Ma. Guadalupe Cornejo Tenorio, por sus sugerencias y comentarios para mejorar este proyecto de investigación.

Al Dr. Jorge Cortés Flores, por su apoyo y las recomendaciones en el análisis estadístico y por su amistad.

A la M. en C. Nadia Castro Cárdenas por su valiosa ayuda en la revisión de este manuscrito.

A mis compañeros del laboratorio de Ecología y Sistemática Vegetal IIES-UNAM, Karen, Ivan, Armando, Nadia por su valiosa amistad y buenos ratos que hemos compartidos.

Quiero agradecer a Dagoberto Valentín, Jesús Contreras, Luz Pérez y Diego Peña por su valiosa amistad y los momentos de diversión que pasamos juntos, lo cuales hicieron muy agradable mi estancia en la Maestría.

Especialmente y con mucho cariño a Celeste Alonso, por compartir conmigo esta etapa tan maravillosa de mi vida.

ÍNDECE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	10
PREDICCIONES.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivo particulares.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	13
Área de estudio.....	13
Síndromes de dispersión.....	15
Dispersión por forma de crecimiento y vegetación.....	16
Análisis estadístico.....	17
RESULTADOS.....	18
Composición florística y síndromes de dispersión.....	18
Síndromes de dispersión y formas de crecimiento.....	20
Síndromes de dispersión por forma de crecimiento entre tipos de vegetación.....	21
DISCUSIÓN.....	23
Síndromes de dispersión y composición florística.....	23
Síndrome de dispersión a nivel comunitario.....	23
Síndromes de dispersión y forma de crecimiento.....	24
Síndromes de dispersión y tipo de vegetación.....	25
CONCLUSIONES.....	26
Referencias.....	28
APÉNDICES.....	40
Apéndice.....	40
Apéndice.....	58

ÍNDECE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del ejido de Tumbisca, Michoacán, México.....	14
Figura 2. Climograma de la Estación Meteorológica de Jesús del Monte, municipio de Morelia, Michoacán.....	15
Figura 3. Niveles jerárquicos de agrupamiento para los análisis de los síndromes de dispersión.....	17
Figura 4. Familias con mayor porcentaje de especies entre los síndromes de dispersión del ejido de Tumbisca.....	19
Figura 5. Géneros con mayor porcentaje de especies por síndrome de dispersión en el ejido de Tumbisca.....	19
Figura 6. Síndromes de dispersión de la flora vascular del ejido de Tumbisca, Michoacán.....	20
Figura 7. Porcentaje de especies por síndromes de dispersión en cada tipo de vegetación del ejido de Tumbisca y entre las cuatro formas de crecimiento categorizadas en el estudio.....	22

ÍNDECE DE CUADROS

Cuadro 1. Tipos de diáspora y atributos que las caracterizan, indicando los síndromes de dispersión con los que se asocian.....	5
Cuadro 2. Porcentaje de síndromes de dispersión en distintos tipos de vegetación.....	7
Cuadro 3. Porcentaje de los síndromes de dispersión por forma de crecimiento en diferentes tipos de vegetación.....	8

RESUMEN

En el presente estudio se caracterizó, con base en la morfología de sus diásporas, el síndrome de dispersión de las 539 especies registradas en el ejido de Tumbisca, Michoacán, México. Los síndromes de dispersión se asignaron a especies con diferentes formas de crecimiento (73 especies arbóreas, 66 arbustos, 391 herbáceas y 9 lianas). Posteriormente, considerando la presencia de especies en el bosque de galería, pino-encino, encino y bosque tropical caducifolio, se registró la proporción de sus síndromes de dispersión. Además, para cada bosque se analizó la proporción de síndromes de dispersión entre las formas de crecimiento que los habitan. Los síndromes de dispersión fueron significativamente asociados a nivel de género y familia; su importancia a nivel de la flora fue: barocoria (36.2%), anemocoria (27.8%), zoocoria (25.1%) y autocoria (10.9%). Estas proporciones fueron significativas, al igual que las registradas entre formas de crecimiento (las leñosas inclinadas hacia la zoocoría, con las hierbas zoócoras y barócoras). La autocoria fue el síndrome de dispersión menos frecuente para las cuatro formas de crecimiento. Las diásporas endozoócoras y epizoócoras tuvieron un porcentaje similar para toda la flora, pero las formas de crecimiento leñosas presentaron un dominio estadísticamente significativo de las endozoócoras (69.5%). Los síndromes de dispersión entre los distintos tipos de vegetación se distribuyeron en la misma proporción. Independientemente del bosque analizado, los árboles, las lianas y las hierbas mostraron una asociación hacia las diásporas zoócoras, en tanto que para los arbustos predominó un diferente síndrome de dispersión entre los tipos de vegetación; para las hierbas, las barócoras también muestran una presencia relevante. La endo y epizoocoria fueron significativamente diferentes entre los bosques analizados, sin diferir entre formas de crecimiento. Se espera que los resultados del presente estudio contribuyan a una mejor comprensión de las implicaciones de la dispersión en la estructura y función de las comunidades vegetales.

Palabras clave: anemocoria, autocoria, barocoria, diáspora, zoocoria.

ABSTRACT

Based on the diaspore morphology of 539 species registered in the ejido of Tumbisca, Michoacán, Mexico, their dispersal syndromes [anemochory, autochory, barochory, and zoochory (endozoochory and epizoochory)] was characterized. Dispersal syndromes were assigned to species with different growth forms (73 tree species, 66 shrubs, 391 herbs, and 9 lianas). Subsequently, considering species presence in the gallery forest, pine-oak, oak, and the tropical deciduous forest, their dispersal syndromes' proportion was recorded. Besides, the proportion of dispersal syndromes among the growth forms that inhabit them was analyzed for each forest. Dispersal syndromes were significantly associated with genera and families. The importance of dispersal syndromes at the flora level was: barochory (36.2%), anemochory (27.8%), zoochory (25.1%), and autochory (10.9%), figures that are statistically different. Significance was also found among the dispersal syndromes by growth form, with the zoochory predominant among the woody ones and the barochory in the herbs. Autochory was the least frequent dispersal syndromes for the four growth forms. Endozoochory and epizoochory had a similar percentage for all flora, but woody growth forms presented a statistically significant dominance of the former (69.5%). The dispersal syndromes among the different types of vegetation were evenly distributed. Regardless of the forest analyzed, trees, lianas, and herbs showed an association towards zoochorous diaspores. A different dispersal syndrome prevailed among shrubs' vegetation types; for herbs, barochorous also show a relevant presence. The endo and epizoochorous diaspores were significantly different between the analyzed forests, without deferring between growth forms. The present study results are expected to contribute to a better understanding of the implications of dispersion on the structure and function of plant communities.

Key words: anemochory, autochory, barochory, diaspore, zoocory.

INTRODUCCIÓN

La dispersión es considerada como un proceso crucial para las especies de plantas, que puede ser abordada desde distintas escalas espaciales y temporales, y representa el vínculo entre la fructificación de las plantas adultas y el establecimiento de su progenie (Luftensteiner, 1979; Leiner *et al.*, 2009). La dispersión es definida como la separación o el movimiento unidireccional de las diásporas de la planta parental (Howe & Smallwood, 1982; Wang & Smith, 2002; Levin *et al.*, 2003). Se ha indicado que la dispersión de las diásporas trae consigo los siguientes beneficios (Howe & Smallwood, 1982; Willson & Traveset, 2000; Nathan & Muller-Landau, 2000; Wenny, 2001; Wang & Smith, 2002; Howe & Miriti, 2004; Norden *et al.*, 2014): i) permite la colonización de sitios adecuados para la germinación de las semillas y el establecimiento de las plántulas, ii) evita la competencia por recursos del ambiente entre los progenitores y sus plántulas y iii) disminuye la probabilidad de la mortalidad de semillas o plántulas causadas por patógenos o procesos de depredación denso-dependientes.

Por lo tanto, el estudio de la dispersión de diásporas en las comunidades vegetales es fundamental, ya que es un atributo funcional fundamental para entender la estructura de la vegetación, las variaciones de la distribución y abundancia espacial y temporal de las especies, los patrones de diversidad de especies, así como diversos tipos de interacciones biológicas y procesos de regeneración (Nathan & Muller-Landau, 2000; Willson & Traveset, 2000; Levin *et al.*, 2003; Howe & Miriti, 2004; Dudke *et al.*, 2004; Muller-Landau & Hardesty, 2005; Martínez & González-Taboada, 2009; Snell *et al.*, 2019).

Por otro lado, las plantas vasculares presentan diásporas (propágulos) con una amplia diversidad morfológica, las cuales son transportadas por diferentes vectores (van der Pijl, 1972; Willson & Traveset, 2000; Wenny, 2001, Aguilar, 2018). Abraham de Noir *et al.* (2002) señalan que las diásporas de una especie (*i.e.*, las estructuras de dispersión) son, generalmente, las semillas o el fruto. Sin embargo, éstas también pueden incluir una gama muy amplia de estructuras como esporas, semillas acompañadas de estructuras accesorias como arilos, partes del fruto o de las flores, estructuras vegetativas o inclusive la planta

entera (Howe & Smallwood, 1982; Sánchez-Garfías *et al.*, 1991; Solórzano *et al.*, 2002; Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2016; Sádlo *et al.*, 2018).

La morfología de las diásporas se ha relacionado con vectores de dispersión, tanto abióticos como bióticos (Howe & Smallwood, 1982; Muller-Landau & Hardesty, 2005; Jara-Guerrero *et al.*, 2011; Velásquez, 2016; Martínez-Orea *et al.*, 2016; Velásquez, *et al.*, 2018). Las características morfológicas que permiten a una diáspora asociarse a un modo particular de dispersión son (Howe & Smallwood, 1982; Gottsberbauer & Silberbauer-Gottsberger, 1983; Galindo-Urbe & Hoyos-Hoyos, 2007): i) color (*e.g.*, rojos, negros o morados que se asocian con diásporas dispersadas por aves), ii) tamaño, iii) características químicas o nutricionales, iv) estructuras accesorias, como la presencia de eleosomas o arilos, que son consumidos por animales que, eventualmente, los dispersan. Este conjunto de atributos morfológicos de la diáspora y su asociación con ciertos vectores que promueven su separación de la planta progenitora, se conocen como síndromes de dispersión (Howe & Smallwood, 1982; van der Pijl, 1972; Aguilar, 2018).

Los síndromes de dispersión se asignan, generalmente, con base en la clasificación de van der Pijl (1972), la cual sopesa la relevancia de los vectores de dispersión, ya sea abióticos o bióticos (Cuadro 1). Sin embargo, otra propuesta que puede considerarse es la de Dansereau & Lems (1957), en la que se toman en cuenta la morfología de las diásporas, por ejemplo, la presencia de alas, arilos, aristas o vilanos, que se asocian con un modo particular de dispersión (Cuadro 1). Estos autores describen 14 tipos de diásporas, dando ejemplos de especies y hábitats en los que se han observado. Es importante considerar que los síndromes de dispersión pueden no asociarse siempre con un solo vector de dispersión y es posible que no reflejen de manera precisa el proceso en que una especie dispersa sus diásporas, por lo no sustituyen su estudio detallado, a través de experimentos y trabajo de campo de la dispersión de las especies (van der Pijl, 1972; Howe & Smallwood, 1982). Tomando en cuenta la propuesta de Dansereau & Lems (1957), es posible definir los síndromes de dispersión a nivel comunitario (Cuadro 1), sin requerir necesariamente de realizar observaciones y/o experimentos en campo para registrar los vectores de dispersión de las especies (Sánchez-Garfías *et al.*, 1991), una tarea compleja, ya que demanda tiempo, apoyo monetario y personal especializado, recursos que no siempre están accesibles.

Además, permite evaluar los vectores de dispersión entre distintas formas de crecimiento, tipos de vegetación y el análisis de su asociación con variables ambientales, por ejemplo, la precipitación total anual (Gentry, 1982; Ibarra-Manríquez *et al.*, 1991; Cortés-Flores *et al.*, 2019). El Cuadro 1 relaciona la propuesta de ambas clasificaciones.

Cuadro 1. Tipos de diáspora y atributos que las caracterizan (modificado de Dansereau & Lems, 1957), con ejemplos de especies que los representan. También se indican el síndrome de dispersión (van der Pijl, 1972), con el que se asocian las diásporas.

Tipos de diáspora	Descripción	Síndrome de dispersión
<i>Autócoras</i>	Sin modificaciones morfológicas asociadas a la dispersión	
Balócoras	Expulsada con fuerza de la planta de la que se deriva (<i>Canavalia villosa</i> , <i>Crotalaria pumila</i>).	Autocoria
Barócoras	Sin estructuras que faciliten su dispersión, con un peso de más de 1 gr (<i>Acacia pennatula</i>); puede incluirse a las diásporas esclerocoras, las cuales deben pesar menos de 1 gr (<i>Salvia lavanduloides</i>).	Barocoria
<i>Heterócoras</i>	Presentan estructuras que facilitan la dispersión	
Acantócoras	Con espinas, ganchos o cerdas (<i>Bidens rostrata</i> , <i>Triumfetta brevipes</i>).	Zoocoria
Esporócoras	Muy diminutas y con un peso sugerido de 10^{-6} gr (<i>Malaxis unifolia</i> , <i>Castilleja tenuiflora</i>).	Anemocoria
Ixócoras	Con superficie viscosa o glandular (<i>Klaprothia fasciculata</i>).	Zoocoria
Pogonócoras	Con apéndices plumosos, pelos, crestas (<i>Clematis rhodocarpa</i>).	Anemocoría
Pterócoras	Con apéndices alados, escariosos (<i>Pinus leiophylla</i> , <i>Tecoma stans</i>).	Anemocoria
Sacócoras	Dentro de una cubierta delgada (<i>Physalis nicandroides</i> , <i>Physalis orizabae</i>).	Zoocoria
Sarcócoras	Con capas externas suaves y carnosas (<i>Prunus serótina</i> , <i>Rubus adenotrichos</i>).	Zoocoria

La frecuencia de los síndromes de dispersión en distintas comunidades vegetales se representa en el Cuadro 2. En general, la zoocoría es el síndrome más importante, independientemente de las afinidades climáticas de los tipos de vegetación, seguido de la anemocoria. Excepciones al respecto se presentan para el bosque tropical caducifolio (Wikander, 1984; Chain-Guadarrama 2005; Silva *et al.*, 2015), en el que incluso ambos síndromes muestran porcentajes equivalentes (36 y 33%, respectivamente; Griz y Machado, 2001); la similitud porcentual también se registró para una sabana, en México (Chain-Guadarrama 2005), con respecto a la barocoria y anemocoría (Cuadro 2). La frecuencia de especies zoocóras y anemócoras se ha asociado marcadamente con la disponibilidad de humedad anual, con una frecuencia mayor de registros en la época de lluvias y secas, respectivamente (Frankie *et al.*, 1974; Griz y Machado, 2001; Gottsberger y Silberbauer-Gottsberger, 2018; Jara-Guerrero *et al.*, 2011; Arredondo- Amezcua *et al.*, 2015).

Por otro lado, las formas de crecimiento también difieren en la frecuencia de los síndromes de dispersión que despliegan. El Cuadro 3 muestra que los árboles y los arbustos suelen ser dispersados, preferentemente, por animales; una tendencia distinta se presenta para las lianas, ya que la anemocoria es el que síndrome que se observa con mayor proporción entre sus especies, aunque hay excepciones en los que porcentualmente dominan otros síndromes, por ejemplo, la zoocoría en un bosque tropical perennifolio, en Ecuador (Gentry, 1982) o la autocoria, en un bosque tropical caducifolio, en Brasil (Silva *et al.*, 2015). Un caso interesante se registra para el bosque tropical perennifolio latitudinalmente más boreal en América (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1991), en el que la anemocoría y zoocoría presentan el mismo porcentaje (43 y 44%, respectivamente). La información para las hierbas es escasa, pero los datos disponibles sugieren que, al contrario de lo observado para los árboles y arbustos, la zoocoría es normalmente el síndrome de dispersión menos observado y despliegan una tendencia incierta respecto a un síndrome particular que las caracterice (Cuadro 3).

Cuadro 2. Porcentaje de síndromes de dispersión en distintos tipos de vegetación.

Tipos de bosque	Anemocoria	Autocoria	Barocoria	Zoocoria
Bosque templado lluvioso				
Villagran <i>et al.</i> (1986)	26	5		63
Armesto & Rozzi (1989)	19			72
Bosque templado ripario				
Dawn <i>et al.</i> (2001)	26			52
Bosque tropical húmedo de montaña				
Meave <i>et al.</i> (1992)	21			79
Velázquez-Escamilla <i>et al.</i> (2019)	9	7		84
Bosque tropical ripario				
Budke <i>et al.</i> (2005)	24	4		72
Chain-Guadarrama (2005)	24		33	43
Bosque tropical perennifolio				
Gentry (1982)	11	4		85
Ibarra-Manríquez <i>et al.</i> (1991)	19			72
Carpenter <i>et al.</i> (2003)	21			72
Martins <i>et al.</i> (2014)	12	2		86
Martins <i>et al.</i> (2014)	8	1		91
Bosque tropical subcaducifolio				
Ramos & Sartori (2013)	22	20		58
Bosque tropical caducifolio				
Frankie <i>et al.</i> (1974)	32	18		50
Gentry (1982)	32	8		59
Wikander (1984)	42	9	19	30
Batalha y Mantovani (2000)	34	29		37
Griz y Machado (2001)	33	19	12	36
Chain-Guadarrama (2005)	20		42	38
Jara-Guerreo <i>et al.</i> (2011)	28	15		54
Tadwalkar <i>et al.</i> (2012)	14	18		68
Ramos & Sartori (2013)	21	22		57
Arredondo-Amezcuca <i>et al.</i> (2015)	26	34		40
Silva <i>et al.</i> (2015)	27	51		22
Gottsberger y Silberbauer-Gottsberger (2018)	30	5	20	45
Sabana				
Chain-Guadarrama (2005)	44		48	8

Cuadro 3. Porcentaje de los síndromes de dispersión [Anemo (Anemocoria), Autoc (autocoria), Baroc (barocoria), Zooco (Zoocoria)] por forma de crecimiento (FC) en diferentes tipos de vegetación. Referencias: 1) Armesto & Rozzi (1989), 2) Dawn *et al.* (2001), 3) Budke *et al.* (2005), 4) Chain-Guadarrama (2005), 5) Ramos y Sartori (2013), 6) Gentry (1982), 7) Griz y Machado (2001), 8) Jara-Guerrero *et al.* (2011), 9) Arredondo-Amezcuca (2015), 10) Silva *et al.* (2015), 11) Gottsberger y Silberbauer-Gottsberger (2018), 12) Ibarra-Manríquez *et al.* (1991).

Tipos de vegetación	Forma de crecimiento	Anemo	Autoc	Baroc	Zooco
Bosque templado lluvioso					
Chiloé, Chile ¹	Árboles	26			74
	Arbustos	15			70
	Trepadoras y epífitas	16			72
Bosque templado					
Estados Unidos de América ¹	Árboles	37			58
	Arbustos	8			75
Nueva Zelanda ¹	Árboles	21			79
	Arbustos				100
	Trepadoras y epífitas	67			25
Bosque tropical ripario					
Estados Unidos de América ²	Árboles	50			50
	Arbustos	71			29
	Hierbas	21			79
Rio do Soul, Brasil ³	Árboles	19	5		76
	Arbustos	17			83
	Lianas	63			37
	Parásitas				100
Oaxaca, México ⁴	Árboles	30		25	45
	Arbustos	–		72	28
	Hierbas		50		50
	Trepadoras	67			33
Mato Grosso do Soul, Brasil ⁵	Árboles	22	20		58
	Arbustos	10	25		65
Bosque tropical caducifolio					
Mato Grosso do Soul, Brasil ⁵	Árboles	27	22		51
	Arbustos	21	28		51
Parque Santa Rosa, Costa Rica ⁶	Árboles	29	6		64
	Arbustos	8	15		77
	Lianas	71	6		22

Tipos de vegetación	Forma de crecimiento	Anemo	Autoc	Baroc	Zooco
Caatinga, Brazil ⁷	Árboles	23	10	23	44
	Arbustos	45	44		11
	Hierbas	25	48		27
	Trepadoras	65		10	25
Oaxaca, México ³	Árboles	25	37		38
	Arbustos	7		50	43
	Hierbas			100	
Provincia Loja, Ecuador ⁸	Árboles	30	16		54
	Arbustos	21	21		58
Jalisco, México ⁹	Árboles	20	35		45
	Lianas	65	10		25
Paraíba, Brasil ¹⁰	Árboles	29	14		57
	Arbustos	26	24		50
	Hierbas	31	58		11
	Lianas	10	70		20
São Paulo, Brasil ¹¹	Árboles	34	2		64
	Arbustos	39	5		56
Bosque tropical perennifolio					
Barro Colorado, Panamá ⁶	Árboles	16	4		78
	Arbustos	5	3		87
	Lianas	56	5		39
Río Palenque, Ecuador ⁶	Árboles	4	2		94
	Arbustos	5	2		81
	Lianas	33	4		62
Los Tuxtlas, México ¹²	Árboles	11			81
	Lianas	43			44
Sabana					
Oaxaca, México ³	Árboles	52			48
	Arbustos	15			85
	Hierbas	50		45	5
	Trepadoras	100			

Los trabajos realizados sobre síndromes de dispersión, a nivel comunitario, frecuentemente incluyen un solo tipo de vegetación (Cuadros 2 y 3). Un trabajo con un enfoque distinto fue realizado por Chain-Guadarrama (2005), quien analizó los síndromes de dispersión entre las siguientes comunidades vegetales en la región de Nizanda, Oaxaca: vegetación riparia (bosque tropical ripario), dos variantes de bosque tropical caducifolio, que difieren en el sustrato en el que predominantemente se establecen (suelo o roca),

matorral xerófilo y sabana. De las 136 especies estudiadas, los principales síndromes de dispersión mostraron porcentajes similares (anemocoria, 29.4%; barocoria, 35.3%; zoocoria, 30.8%). Además, comparó este atributo entre distintas formas de crecimiento, por tipo de vegetación y entre distintos tipos de ellos y concluyó que la dispersión puede ser explicada con base en la disponibilidad de la humedad de la que cada uno de éstos dispone. Algunos de sus resultados básicos se incluyen en los Cuadros 2 y 3.

Hernández-Hernández (2014) caracterizó los tipos de frutos y síndromes de dispersión de la flora (601 especies) del cerro El Águila, en Michoacán, en el cual se registran cinco tipos de vegetación con afinidad tropical y templada. El principal síndrome de dispersión que registró fue la autocoria (306 especies, 50.9%), con menores proporciones para la anemocoria y zoocoria (30.8 y 18.3%, respectivamente). La zoocoria predominó entre los árboles y las hemiparásitas (53.7 y 100%, respectivamente), en tanto que para arbustos, hierbas, lianas y parásitas lo fue la autocoria (41.9, 56.7, 50 y 100%, respectivamente); las epífitas fue la única forma de crecimiento en la que la anemocoria fue dominante (88.9%), con la zoocoria registrada en una especie (11.1%). Previamente, Cortés *et al.* (2013), en esta misma localidad, caracterizaron la fenología reproductiva de 133 especies, en bosques de encino y de pino-encino, y también destacaron a la autocoria como el síndrome de dispersión con más especies (39%), con porcentajes equivalentes para la zoocoria (31%) y la anemocoria (30%). Estos autores encontraron que el 68% de los árboles (19 especies) eran zoócoros, mientras que en las hierbas predominaron las diásporas autócoras (79; 54%); la proporción de los tres síndromes de dispersión fue similar en los arbustos (35 especies).

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El ejido de Tumbisca, localizado en los municipios de Morelia, Charo y Tzitzio, en el estado de Michoacán, es una zona que se caracteriza por presentar una diversidad alta de plantas (595 especies) y presenta cuatro tipos de vegetación, cuyos componentes florísticos son de afinidad templada y tropical (Mirón-Monterrosas, 2018). Estas condiciones permiten clasificarlo como un sitio interesante para realizar comparaciones de los tipos de dispersión que presentan las especies en una región con un clima similar. Este análisis se puede

realizar para toda la flora o comparar los espectros de dispersión entre los distintos tipos de vegetación que se presentan en el área (bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque tropical caducifolio y bosque de galería). Además, es posible realizar análisis de la frecuencia de especies por forma de crecimiento, ya que registra especies de hierbas (391), árboles (73), arbustos (66) y lianas (9). Un punto importante es la inclusión de especies herbáceas, las cuales presentan una notable riqueza de especies y que generalmente son excluidas de este tipo de análisis, en los que existe una tendencia a restringirse a las plantas leñosas. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar los síndromes de dispersión de la flora del ejido de Tumbisca, con base en el análisis de distintas formas de crecimiento y de tipos de vegetación.

PREDICCIONES

- i)** Los síndromes de dispersión diferirán entre las formas de crecimiento de las especies, ya que las leñosas serán principalmente zoócoras, mientras que en las herbáceas predominarán las anemócoras o barócoras.
- ii)** Los tipos de vegetación presentarán distintos perfiles de dispersión, particularmente entre el bosque de galería (zoocoria) y el bosque tropical caducifolio (anemocoria), por el contraste respecto a su disponibilidad de humedad.
- iii)** La frecuencia de los síndromes de dispersión de las formas de crecimiento diferirá entre los tipos distintos tipos de vegetación, principalmente entre el bosque de galería y el bosque tropical caducifolio.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar los síndromes de dispersión de la flora del ejido de Tumbisca, Michoacán, México.

Objetivos particulares

- i) Determinar el tipo de diáspora de las especies registradas y asociarla con un síndrome de dispersión particular.
- ii) Identificar patrones a nivel comunitario entre la proporción de los síndromes de dispersión por: a) forma de crecimiento, b) tipo de vegetación y c) por forma de crecimiento de cada tipo de vegetación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en el ejido de Tumbisca, en el estado de Michoacán, México (19°33'-19°39' N, 101°00'-101° 06' O); el ejido abarca una superficie de 3,858 ha, con un intervalo altitudinal entre 1200 y 2500 m, dentro de los municipios de Morelia, Charo y Tzitzio (Mirón-Monterrosas, 2018; Figura 1). El ejido está situado en dos provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur (Bollo *et al.*, 2019). De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (2004), el clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano (Cb(w₂)(w)(i)g). La temperatura media anual es de 17.5 °C y mayo muestra la mayor temperatura (21.5 °C). La precipitación promedio anual es de 952 mm, presentando los valores mayores de junio a septiembre (SMN, 2000, Figura 2). Los principales tipos de vegetación reportados por Mirón-Monterrosas (2018) son (Figura 1): i) el bosque de galería, en los márgenes del río Grande y en arroyos estacionales, en la localidad de Tumbisca (1700-2000 m s.n.m.), en el que el estrato arbóreo presenta una composición florística heterogénea, con *Alnus acuminata* subsp. *arguta*, *Brahea pimo*, *Carpinus caroliniana*, *Clusia salvinii*, *Dendropanax arboreus*, *Ficus velutina*, *Fuchsia arborescens*, *Hedyosmun mexicanum*, *Inga vera*, *Quercus glaucescens*, *Q. magnoliifolia*, *Salix bonplandiana* y *Xylosma velutina*; ii) el bosque de pino-encino, que se ubica en la parte central y N del ejido (localidad de El Laurelito), entre los 2200 y 2450 m de altitud, con varias especies arbóreas representativas (*Pinus devoniana*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote*, *Quercus magnoliifolia*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. desertícola*, *Q. obtusata* y *Q. subspathulata*); iii) el bosque de encino, presente en forma de fragmentos de área variable en la localidad de Tumbisca (1940-2200 m s.n.m.), con *Quercus resinosa* como la especie predominante y iv) el bosque tropical caducifolio (1200 y 1700 m de elevación), al sur del ejido, compuesta en su componente arbóreo principalmente por *Acaciella angustissima*, *Annona longiflora*, *Bocconia arborea*, *Bursera madrigalii*, *Ceiba aesculifolia*, *Diphysa suberosa*, *Erythrina americana*, *Euphorbia cotinifolia*, *Eysenhardtia platycarpa*, *Ficus velutina*, *Heliocarpus americanus*, *Karwinskia mollis*, *Leucaena macrophylla*, *Lysiloma acapulcense*, *Mimosa benthamii*, *Quercus conspera*, *Senna septentrionalis* y *Vachellia pennatula*.

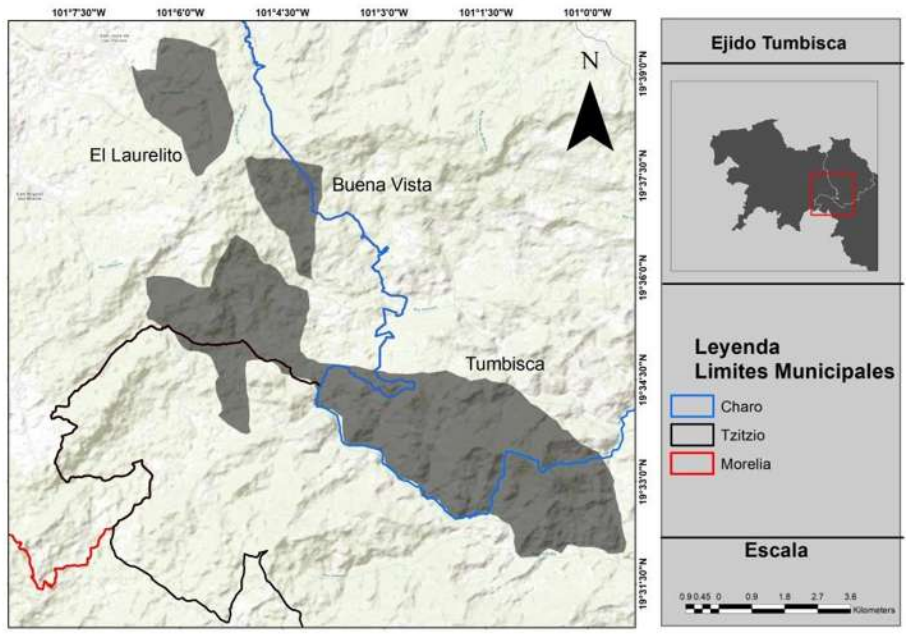


Figura 1. Localización del ejido de Tumbisca, Michoacán, México.

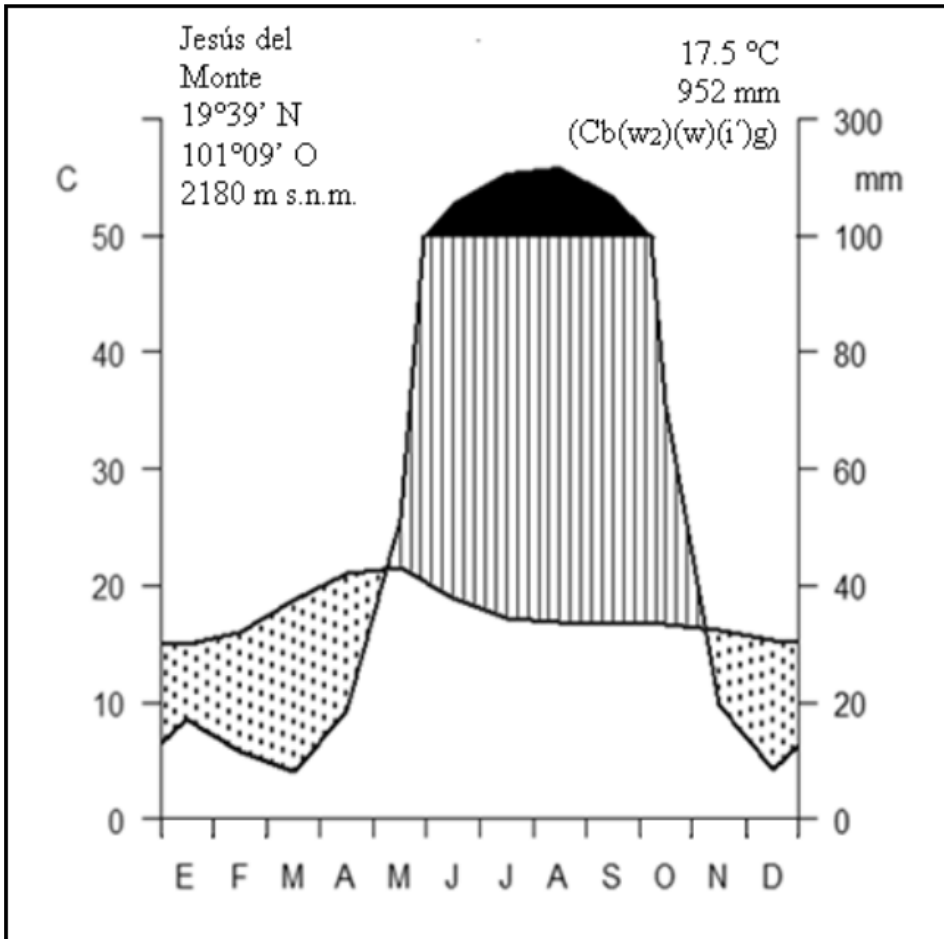


Figura 2. Climograma de la Estación Meteorológica de Jesús del Monte, municipio de Morelia, Michoacán (promedios mensuales precipitación y temperatura del periodo 1951-2010). De octubre a febrero se han registrado heladas.

Síndromes de dispersión

La lista florística de la zona de estudio fue realizada por Mirón-Monterrosas (2018), en el que se registraron 539 especies, 338 géneros y 108 familias (Angiospermas y Gimnospermas) (Apéndice 1). Se le asignó a cada especie un síndrome de dispersión (SD) de acuerdo van der Pijl (1972), tomando en cuenta diversos caracteres de la morfología de la diáspora que presenta: i) anemocoria, para aquellas que presentan estructuras que facilitan la dispersión por viento (*e.g.*, expansiones laminares a manera de alas o la

presencia de tricomas), ii) autocoria, que incluye a las que presentan mecanismos para la dispersión con dehiscencia explosiva, iii) barocoria, que abarca a las que carecen de estructuras que faciliten su dispersión y ésta es influida principalmente por su peso, y iv) zoocoria, que engloba a las diásporas cuyo vector de dispersión son los animales, lo que fue inferido por tratarse de frutos carnosos (*e.g.*, bayas o drupas), color (*e.g.*, rojos, a los que se asocia su atracción y eventual dispersión por aves) o a la presencia de estructuras accesorias carnosas (generalmente arilos). Esta última categoría se dividió en endozoocoria (diásporas ingeridas a través del tracto digestivo del dispersor) y epizoocoria (diásporas con ganchos o estructuras pegagosas que les permiten adherirse al cuerpo de los dispersores).

Los SD fueron asignados con la información morfológica de los frutos y semillas, obtenidas a partir de las descripciones taxonómicas contenidas en diversas monografías y floras (*e.g.* Daniel y Acosta, 2003; Fonseca, 2013; Juárez-Jaimes y Lozada, 2003; Kuijt, 1975; López-Ferrari *et al.*, 2014; McVaugh, 1987; Rzedowski y Calderón-de Rzedowski, 1995; Standley y Williams, 1968; Villarreal-Quintanilla y Estrada-Castillón, 2014; Apéndice 2), así como la revisión de ejemplares herborizados con frutos maduros, depositados en el Herbario de Instituto de Ecología, A.C. (IEB), Herbario de la Escuela de Biología, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM) y Herbario Nacional (MEXU), a través del portal de Datos Abiertos de la Universidad Nacional Autónoma de México (<https://datosabiertos.unam.mx/>).

Dispersión por forma de crecimiento y vegetación

Las formas de crecimiento de las especies tomaron en cuenta lo referido por Mirón-Monterrosa (2018). Las hierbas fueron dominantes a nivel comunitario (391 especies), seguidas por los árboles (73) y arbustos (66), mientras que las lianas tienen la menor riqueza (9). Con esta caracterización, se evaluó la relación de los SD entre las formas de crecimiento a nivel comunitario. Finalmente, se identificaron los síndromes de las especies tomando en consideración las registradas en los cuatro tipos de vegetación principales descritos en la referencia previamente mencionada: bosque de galería (BG), bosque pino-encino (BPQ), bosque de encino (BQ) y bosque tropical caducifolio (BTC).

Análisis estadístico

Se realizaron los siguientes análisis: i) la comparación de la frecuencia de los SD a nivel de familias y géneros, ii) a nivel de la comunidad y para las formas de crecimiento, y iii) la comparación de los síndromes entre los diferentes tipos de vegetación para cada forma de crecimiento. Los análisis de dispersión tomaron en cuenta tres niveles jerárquicos de agrupación (Figura 3): i) abiótico y biótico, ii) los cuatro principales SD (anemocoria, autocoria, barocoria y zoocoria) y iii) dos tipos de zoocoria (endozoocoria y epizoocoria). En todos los casos se realizaron pruebas de chi cuadrada (χ^2), considerando, como hipótesis nula la igualdad de frecuencias entre todos los SD. Para el caso de las comparaciones en donde se tuvo un número bajo de frecuencias, se realizaron pruebas de χ^2 y se generaron valores de probabilidad, con base en una simulación Monte Carlo de 2000 réplicas (Agresti, 2007). Todas las pruebas se realizaron en el paquete estadístico R ver 3.6.1 (2019).

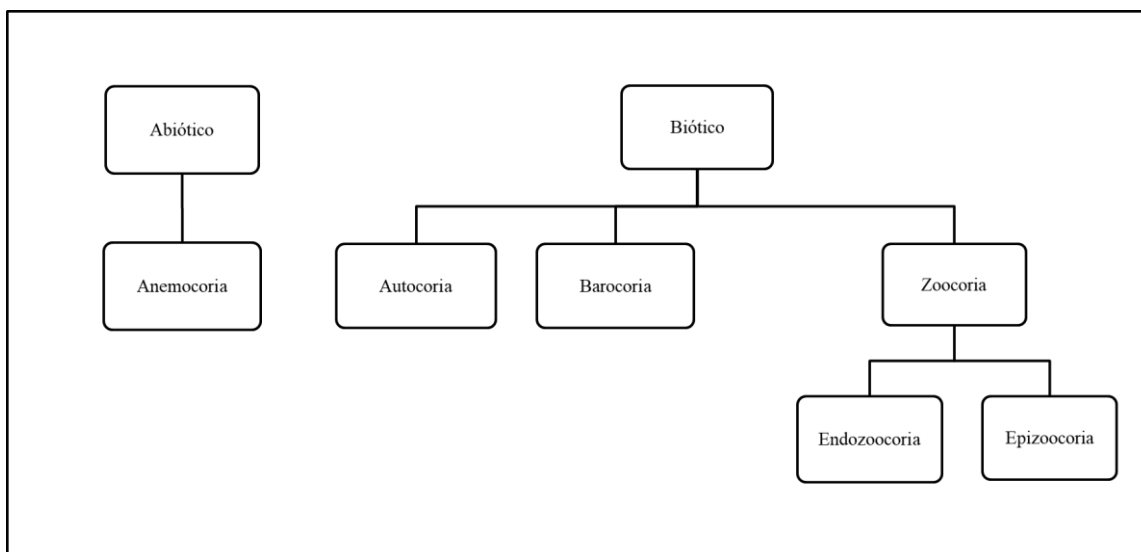


Figura 3. Niveles jerárquicos de agrupamiento para los análisis de los síndromes de dispersión.

RESULTADOS

Composición florística y síndromes de dispersión

Tomando en cuenta el SD de las 539 especies incluidas en el estudio, Asteraceae fue la familia más importante por su número de especies (112), seguida por Fabaceae (55), Lamiaceae (35), Poaceae (22), Solanaceae (15), Orchidaceae y Euphorbiaceae (13 especies cada una), y cuyas especies representan el 49.1% de la flora. Los géneros con mayor riqueza fueron *Salvia* (23 especies), *Quercus* (12), *Euphorbia* (11), *Stevia* (9), así como *Ageratina* e *Ipomoea* (8 especies cada una). Los SD de las especies estudiadas están significativamente asociados a las familias ($\chi^2 = 19.8$, $P < 0.001$, $g.l. = 3$). Un total de 16 familias se registraron dentro de las cinco con mayor número especies por SD (Figura 4). La anemocoria se registro en 26 familias, pero por su aportación porcentual de especies se destacan Asteraceae (44.6%, $n = 58$), Orchidaceae (10%, $n=13$) y Apocynaceae (6.1%, $n = 8$). El síndrome de autocoria se concentró en 14 familias, en las que Fabaceae predominó marcadamente (Figura 3). La barocoria se presentó en 38 familias y la primera posición es ocupada por Lamiaceae (51.8%, $n = 28$). Con respecto a la zoocoria, ésta se asocio con 47 familias, con la aportación mayor correspondiendo nuevamente a Asteraceae. En general, las cinco familias no coinciden para cada síndrome, excepto para el caso de Asteraceae y Fabaceae, que se registraron en tres síndromes.

La relación entre los SD de las especies con el género que les corresponde fue significativamente distinta ($\chi^2 = 260.9$, $P < 0.001$, $g.l. = 3$). Se puede observar que un total de 20 géneros se registraron dentro de los cinco con más especies y difieren en su frecuencia entre los cuatro SD (Figura 4). La anemocoria se registro para 84 géneros, con *Ageratina* (6.1%, $n = 8$), *Begonia* (5.3%, $n = 7$) y *Psacalium* (4.6%, $n = 6$) agrupando los mayores porcentajes de especies. El síndrome de autocoria se concentró en 39 géneros, entre los que *Crotalaria* predominó marcadamente. Un compartamiento similares se presento para la barocoria, registrada en 118 géneros y la primera posición ocupada por *Salvia* (11.3%, $n = 22$). Con respecto a la zoocoria, ésta se relaciono con 84 géneros, con la aportación mayor correspondiendo a *Stevia* y *Solanum*. No existe coincidencia de los géneros entre los síndromes caracterizados (Figura 5).

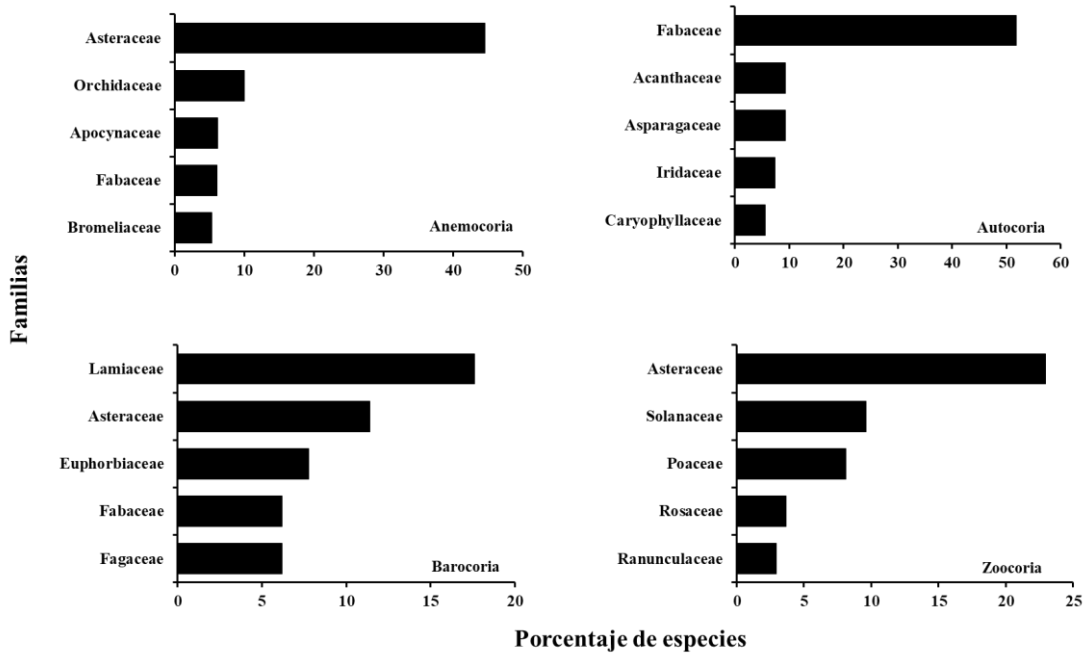


Figura 4. Familias con mayor porcentaje de especies entre los síndromes de dispersión del ejido de Tumbisca.

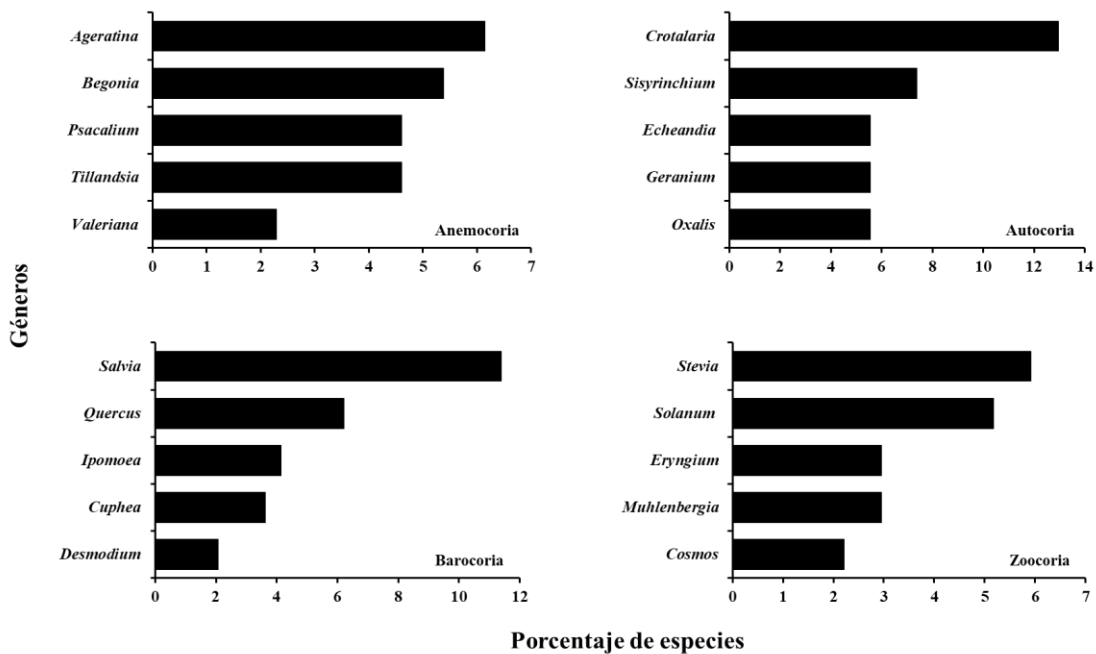


Figura 5. Géneros con mayor porcentaje de especies por síndrome de dispersión en el ejido de Tumbisca.

Síndromes de dispersión y formas de crecimiento

Tomando en cuenta todas las especies del ejido de Tumbisca, la barocoria fue el SD más frecuente (195 especies, 36.2% del total), seguido por la anemocoria (150, 27.8%), zoocoria (135, 25.1%) y autocoria (59, 10.9%); los SD difieren, entre si, significativamente ($\chi^2 = 70.8$, $P < 0.001$, $g.l. = 3$). Al contrastar los síndromes en relación para las cuatro formas de crecimiento incluidas en el estudio, éstos fueron también significativamente distintos ($\chi^2 = 26.7$, $P < 0.001$, $g.l. = 9$, Figura 5A). A diferencia de lo encontrado a nivel de toda la zona de estudio, en las especies adscritas a las formas de crecimiento leñosas, la zoocoria fue el síndrome más frecuente; para las hierbas, el síndrome fue coincidente (Figura 6A). La autocoria fue el SD menos frecuente para las cuatro formas de crecimiento, con la proporción más baja para los árboles.

Con respecto a las especies dispersadas por zoocoria, el 52.5 y 47.4% se clasificaron como endozoócoras y epizoócoras, respectivamente, sin diferencias significativas entre ambas categorías ($\chi^2 = 0.6$, $P = 0.43$, $g.l. = 1$). Por el contrario, la proporción de las dos categorías de zoocoria entre las formas de crecimiento fue significativamente distinta ($\chi^2 = 39.2$, $P < 0.001$, $g.l. = 3$; Figura 6B), ya que las formas de crecimiento leñosas presentaron un dominio de las diásporas endozoócoras (69.5%), un resultado que contrasta para las encontrado para las hierbas (31.7%).

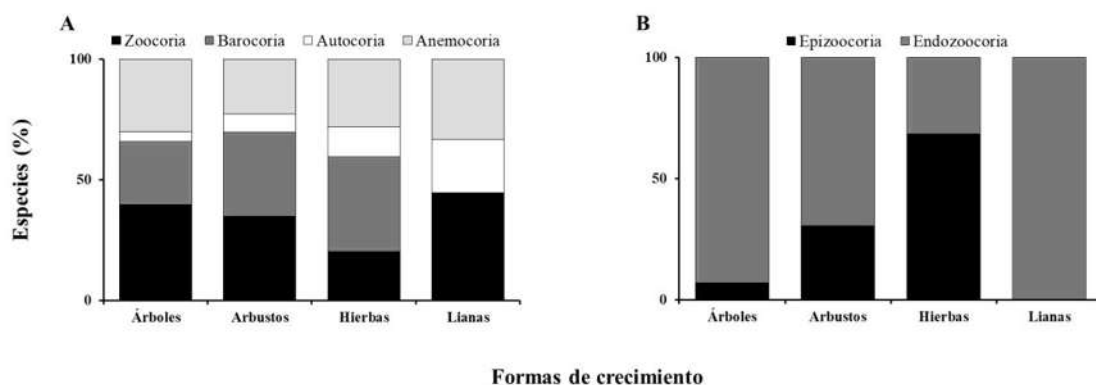


Figura 6. Síndromes de dispersión de la flora vascular del ejido de Tumbisca, Michoacán.

A) Forma de crecimiento. B) Especies zoocóras.

Síndromes de dispersión por forma de crecimiento entre tipos de vegetación

Para los vectores de dispersión abiótico y biótico entre los diferentes tipos de vegetación, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Figura 7A). Tanto a nivel de la zona de estudio, como en las distintas formas de crecimiento, se encontró que la mayor proporción de especies es dispersada por agentes bióticos (Figuras 7A, D, G, J, M). La dispersión biótica oscila entre 68.9% (hierbas) y 100% (lianas), sin diferencias significativas entre las formas de crecimiento. Los SD entre los distintos tipos de vegetación fue similar, sin diferir estadísticamente (Figura 7B). La barocoria fue el SD más representativo en tres tipos de vegetación, con valores entre 31.5 y 36.7% en el BPQ, el BQ y el BTC. Por el contrario, el bosque de galería (BG) presentó valores similares para la anemocoria y la zoocoria (29.9 y 31.3%, respectivamente); la autocoria fue el síndrome menos frecuente.

Los árboles mostraron variación significativa de sus SD entre los tipos de vegetación ($\chi^2 = 26.8$, $P < 0.001$, $g.l. = 9$). En el BG prevalecen ligeramente las zoócoras, sin registros de autócoras; estas últimas tampoco se presentan en el BPQ (Figura 7E). Los árboles fueron más autócoros en el BQ y más zoócoros en el BTC. En los arbustos predominó un diferente SD entre los tipos de vegetación (Figura 7H). En las hierbas, la zoocoria fue notable, con un menor registro de autócoras y éstas no se registran para el BG (Figura 7K). La zoocoria destacó para las lianas en el BPQ y el BTC (Figura 7N), con la anemocoria como el único SD del BG. Las categorías de zoocoria fueron significativamente diferentes en los distintos tipos de vegetación ($\chi^2 = 9.2$, $P < 0.001$, $g.l. = 3$). La endozoocoria domina en BG (56.4%) y BPQ (60.4%) y la epizoocoria en BQ (58.8%) y BTC (77.7%) (Figura 7C). No existe significancia estadística para las formas de crecimiento entre los distintos tipos de vegetación. Los árboles del BG, BPQ y BTC fueron endozoócoros, con un valor similar en el BQ (Figura 7F). En los arbustos, sólo en el BG la endozoocoria fue notable, pues entre ellos predominan las diásporas epizoócoras (Figura 7I), situación que también ocurre en las hierbas, independiente del tipo de vegetación (Figura 7L). Finalmente, todas las especies de lianas fueron endozoócoras y únicamente fueron registradas en dos tipos de bosque (Figura 7O).

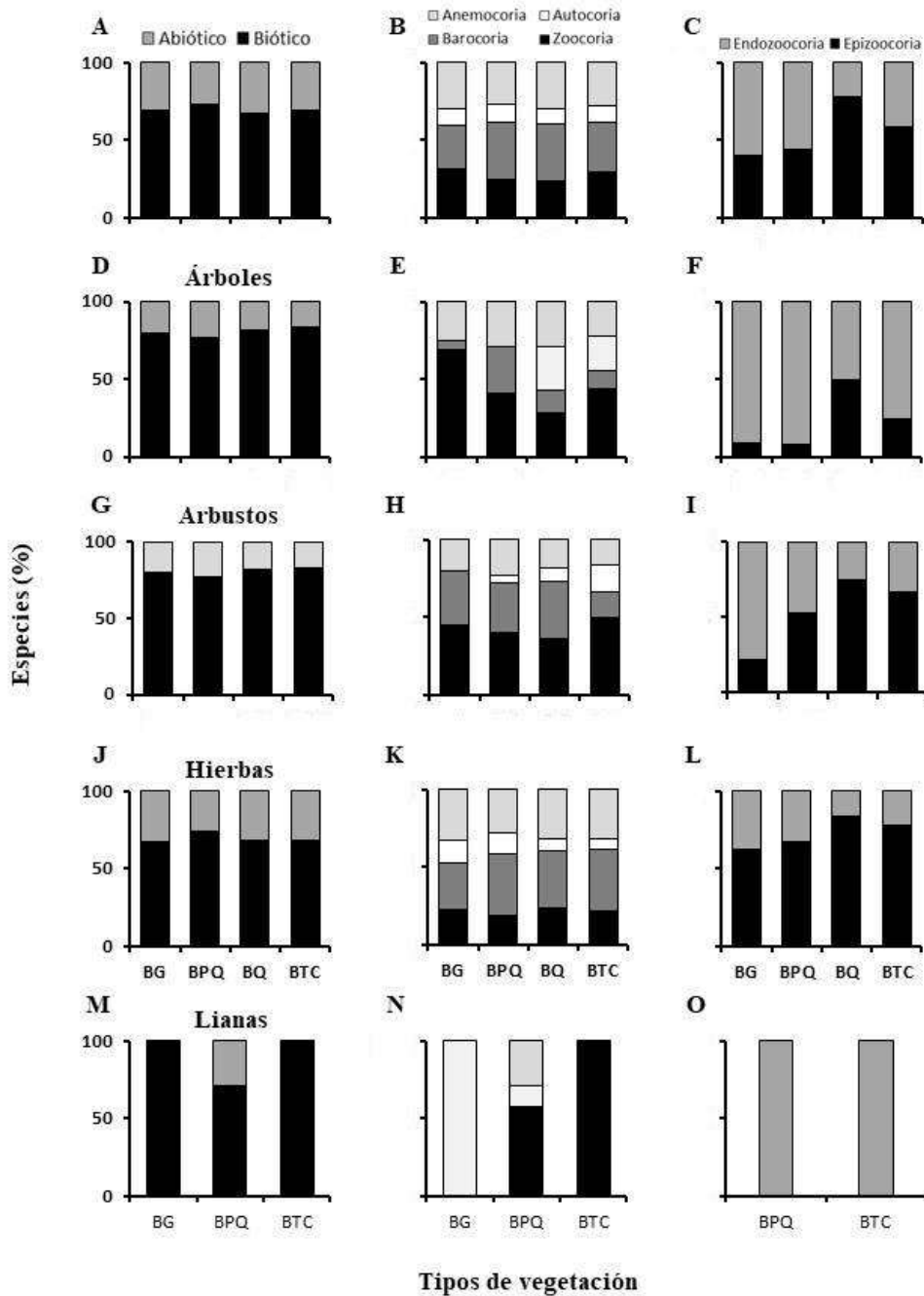


Figura 7. Porcentaje de especies por síndromes de dispersión en cada tipo de vegetación del ejido de Tumbisca y entre las cuatro formas de crecimiento categorizadas en el estudio. Abreviaturas: BG (bosque de galería), BPQ (bosque de pino-encino), BQ (bosque de encino), BTC (bosque tropical caducifolio).

DISCUSIÓN

Síndromes de dispersión y composición florística

Uno de los objetivos parciales del presente estudio se cumplió totalmente, ya que se determinó el tipo de diáspora y su consecuente SD para todas las especies registradas por Mirón-Monterrosas (2018), en la zona de estudio. Los SD presentan una asociación muy marcada a nivel de familias y géneros. En el primer nivel taxonómico, la aportación de Asteraceae y Fabaceae es relevante y se explica, en parte, por su riqueza de especies que representan, en conjunto, casi un tercio de la flora (30.1%). En el caso de Asteraceae, fue la más notable para la anemocoria y zoocoria, entendible porque los frutos de las especies presentan vilanos plumosos que facilitan su dispersión por viento, apéndices agudos asociados con la epizocoria; también no son raras las que carecen de esas estructuras y cuya dispersión se asoció con la barocoria, por lo que ocupó la segunda posición en este SD, sólo superada por Lamiaceae (Figura 4). La importante variación del fruto de Fabaceae es uno de los atributos que permiten explicar su diversidad en México (Villaeñor, 2018). Fabaceae es importante en tres SD, particularmente para las diásporas autócoras y también se puede invocar la gran variación que presenta su fruto para entender su relevancia en la dispersión de las especies. De manera general las familias presentan una marcada asociación sólo con uno o dos SD, lo que coincide con lo encontrado en estudios previos (Cortés-Flores *et al.*, 2019), pero no para lo documentado por Chain (2005). Para el caso de los géneros, también se detectó una relación significativa y para esta categoría de clasificación, un resultado que difiere a lo encontrado por Chain (2005). En la zona de estudio no se registraron géneros importantes que se compartan entre los SD caracterizados (Figura 5), lo que sugiere que un determinado SD está asociado con cada género, incluso en aquellos con alta riqueza, como es el caso de *Salvia* (Lamiaceae), cuyas 22 especies tienen diásporas barocoras. El grado de concordancia de los resultados aquí presentados demanda análisis más detallados y contar con datos similares para otras áreas del planeta.

Síndrome de dispersión a nivel comunitario

La barocoria fue el SD con la mayor representación entre las especies estudiadas (36.2%), aunque su predominio no resultó tan marcado, ya que la anemocoria y zoocoria presentaron

porcentajes cercanos y similares entre sí, con un 27.8% y 25.1%, respectivamente; por consiguiente, la autocoria fue el síndrome con menor cantidad de especies (10.9%). Los datos obtenidos en este estudio son consistentes con patrones observados en una comunidad de bosque tropical caducifolio y una sabana en la región de Nizanda, Oaxaca (Chain-Guadarrama 2005), pero contrastan con estudios desarrollados en distintos tipos de bosques tropicales (Cuadro 2) (Chain-Guadarrama, 2005; Ramos & Sartori, 2013; Martins *et al.*, 2014; Gottsberger y Silberbauer-Gottsberger, 2018; Velázquez-Escamilla *et al.*, 2019), donde se ha documentado que la zoocoria es el síndrome más frecuente, independientemente de las distintas afinidades climáticas de las regiones caracterizadas. Este último resultado y su controversia con lo obtenido en el presente trabajo, es que estos estudios se restringen al estudio de las formas de crecimiento leñosas, en especial los árboles, los cuales se asocian, en buena medida, con diásporas zoócoras (Figura 6). Este argumento también permite explicar la afinidad de los datos de Tumbisca con los de Nizanda, pues coinciden en la inclusión de especies herbáceas.

Síndromes de dispersión y forma de crecimiento

En términos generales, la predicción de que las formas de crecimiento presentarían SD distintos, sobre todo al comparar las leñosas de las hierbas, fue correcta. Al igual que en Tumbisca (Figura 6), previamente se ha documentado que los árboles y arbustos presentan SD zoocóricos (Gentry, 1982; Armesto & Rozzi, 1989; Ibarra-Manríquez *et al.*, 1991; Dawn *et al.*, 2001; Chain-Guadarrama, 2005; Budke *et al.*, 2005; Arredondo-Amezcu, 2015; Silva *et al.*, 2015), aunque en un número menor a medida que la vegetación es climáticamente más restrictiva con respecto a su disponibilidad de agua. Por el lado de las hierbas, los datos disponibles sugieren que son dispersadas principalmente por anemocoria y autocoria (Batalha y Mantovani, 2000; Hernández-Hernández, 2010; Cortés-Flores *et al.*, 2013), aunque en dependencia, en ocasiones, de la vegetación que se aborda, ya que Chain-Guadarrama, (2005) registró una proporción similar para la autocoria y zoocoria en un bosque tropical ripario, en tanto sólo registró especies barócoras en el BTC. En la zona estudiada, esta forma de crecimiento como principal SD la barocoria, seguido de la anemocoria. Finalmente, se ha observado que las lianas de los bosques tropicales pueden presentar proporciones distintas de diásporas anemocoras y zoocoras (Gentry, 1982; Ibarra-

Manríquez *et al.*, 1991; Griz y Machado, 2001; Chain-Guadarrama, 2005), tal y como se registró en el presente trabajo (Figura 6).

La endozoocoria fue el tipo de síndrome más frecuente entre las especies leñosas (*e.g.* *Cestrum tomentosum*, *Solanum chrysotrichum*, *Psidium guajava*, *Oreopanax xalapensis*). Esto coincide con lo reportado por anterioridad, en donde han observado que existe una fuerte correlación entre los árboles y los frutos carnosos (Gentry, 1982; Armesto & Rozzi, 1989; Willson *et al.*, 1990; Jara-Guerrero *et al.*, 2011; Albert-Daviaud *et al.*, 2018; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2018). Estas diásporas pueden ser favorecidas por factores ecológicos como la disponibilidad de agua (se producen generalmente en la época lluviosa del año) o de los agentes dispersores (Buitrón-Jurado & Ramírez, 2014; Cortés-Flores *et al.*, 2013).

En las especies epizoócoras se ha revelado que existe una relación estrecha con las especies herbáceas presentes en sitios perturbados y estacionales (Sorensen, 1986; Castillo-Flores *et al.*, 2003; Lorts *et al.*, 2008). Debido a su relación con esta forma de crecimiento, cuando se registran en bosques se restringen a su estrato bajo, donde los animales terrestres tienen contacto con las plantas, lo que hace viable la interacción (Griz & Machado, 2001; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2018). Estos resultados concuerdan con reportados en nuestra área de estudio, ya que las especies herbáceas presentaron una mayor proporción de diásporas epizoócoras, cifra no alcanzada por las otras formas de crecimiento (Figura 6).

Síndromes de dispersión por forma de crecimiento en cada tipo de vegetación

En cuanto a los SD por tipos de vegetación, para el ejido de Tumbisca se presentaron valores similares entre los SD (Figura 7B), un resultado inesperado y que lleva a rechazar la predicción de que en la vegetación más métrica (BG), la zoocoria predominara, tal y como acontece en los bosques tropicales, independientemente de su grado de estacionalidad de la lluvia (Cuadro 2). Por otro lado, en el BPQ, BQ y BTC, la barocoria fue el síndrome más frecuente, lo cual es congruente a lo encontrado al conjuntar los SD con todas las especies de la zona de estudio. Para el BTC, la predicción del estudio tampoco fue correcta, ya que se consideraba que las especies con diásporas dispersadas por viento integrarían la mayor parte de su contingente florístico.

En el BG de Tumbisca, la zoocoria predominó para los árboles y arbustos, de manera similar a los patrones en otros bosques tropicales perennifolios (e.g. Barro Colorado, Panamá (Gentry, 1982) y en algunos bosques templados y lluviosos (e.g. Chiloé, Chile, New Jersey, EUA, Nueva Zelanda; Armesto & Rozzi, 1989). Por el contrario, los árboles del BQ tuvieron porcentajes similares de la anemocoria, autocoria y zoocoria; esto puede deberse a distintas causas, como lo es que en ocasiones comparte especies que preferencialmente se asocian con el BTC y a la relevancia de las especies de hierbas, para las cuales se destacaron las diásporas anemócoras, barócoras y en menor medida, las zoócoras. Además, para el caso de las plantas cuya dispersión es promovida por el viento, un estrato arbóreo caducifolio también influye positivamente al respecto (Howe & Smallwood, 1982; Wikander, 1984), un evento que se observa durante la época seca en los árboles predominantes de este bosque, pertenecientes al género *Quercus*. Para las hierbas, la anemocoria y barocoria fueron los síndromes más importantes para el BG, un resultado similar al reportado por Chain-Guadarrama (2005).

Finalmente, en el ejido de Tumbisca, el BPQ y el BTC, la zoocoria fue el síndrome más importante para las lianas. En este grupo se encontró un mayor número de especies con frutos carnosos, algunas de color crema (*Taxicodendron radicans*, Anacardiaceae), negro (*Smilax moranensis*, Smilacaceae), rojo (*S. pringle*, Smilacaceae), o morados (*Vitis tiliifolia*, Vitaceae), que permiten inferir que son dispersadas por aves. En este sentido, coincide con lo inferido para algunos bosques templados, en donde frutos carnosos (baya y drupas), de colores brillantes, se han catalogado como diásporas dispersadas por aves frugívoras (Willson, 1991; Velásquez-Escamilla *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

El ejido de Tumbisca resultó una zona adecuada para cumplir con los objetivos planteados en el estudio, que en lo general se enfocó en la determinación de los síndromes de dispersión de una flora con un elevado número de especies (539) y que, a pesar de ser un territorio relativamente pequeño, presenta cuatro tipos de vegetación muy contrastantes en su fisonomía y composición. Un enfoque relevante fue la inclusión de cuatro formas de

crecimiento, cuyas estrategias de dispersión resultaron contrastantes, especialmente al comparar las leñosas y las hierbas.

Sin embargo, los resultados del estudio requieren de trabajos futuros más detallados, tomando en cuenta que los SD son hipótesis de trabajo que pueden ser ratificados o rechazados cuando se realicen estudios de campo a nivel de especie, que pudieran incluir observaciones de fototrampeo. También se requiere que se haga una mayor exploración florística del ejido, especialmente del BTC, ya que su muestreo fue parcial, debido a su extensión, la fuerte estacionalidad de la fenología reproductiva de sus componentes, la lejanía con respecto a poblaciones humanas, lo que, paradójicamente, no lo hace ajeno de una perturbación intensa debido a distintos usos de los pobladores. La intención final de este estudio es promover la realización de trabajos similares, que incrementen la comprensión del complejo mundo de la dispersión vegetal.

Referencias

- Abraham de Noir, F., Bravo, S. y Abdala, R. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 9, 140-150.
- Agresti, A. (2007). An introduction to categorical data analysis. Willey-Intersciencia, New Jersey: USA.
- Aguilar-Cevallos, Y. N. (2018). Síndromes de dispersión de especies leñosas nativas del Centro Científico Rio Palenque, Provincia de Los Ríos, Ecuador (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Albert-Daviaud, A., Perillo, S., & Stuppy, W. (2018). Seed dispersal syndromes in the Madagascan flora: The unusual importance of primates. *Oryx*, 52(3), 418-426. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0030605317001600>
- Almeda, F. (1993). Melastomataceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 10, 1-36.
- Alvarado-Cádenas, L. y Morales, J. F. (2014). El género *Mandevilla* (Apocynaceae: Apocynoideae, Mesechiteae) en México. *Botanical Sciences*, 92(1), 59-79. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.28>
- Arbelaez, M. V. y Parrado-Rosselli, A. (2005). Seed dispersal modes of the sandstone plateau vegetation of the middle Caqueta river región, Colombian Amazonia. *Biotropica*, 37, 64-72. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.03077.x>
- Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, L. U. y Vázquez-Benítez, B. (2012). Cactaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, 95, 1-235.
- Armesto, J. J. & Rozzi, R. (1989). Seed dispersal syndromes in the rain forest of Chiloe: evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. *Journal of Biogeography*, 16(3), 219-226. DOI: 10.2307/2845258
- Arredondo-Amezcuca L., López-Toledo, L. y Ibarra-Manríquez, G. (2015). Espectro de dispersión de la flora leñosa del bosque tropical caducifolio en el Neotrópico. *Botanical Sciences*, 93, 143-152. DOI: 10.17129/botsci.233
- Arredondo-Amezcuca, L. (2010). Espectro de dispersión de la flora leñosa de la Estación Biológica Chamela, Jalisco, México (Tesis de maestría). Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

- Ballard, H. E. (1994) Violaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 31, 1-38.
- Batalha, M. A., & Mantovani, W. (2000). Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and woody floras. *Revista Brasileira de Biología*, 60(1), 129-145. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71082000000100016>
- Bollo-Manent, M., Espinoza-Maya, A., Hernández-Cendejas, G. y Hernández-Santana, J. R. (2019). Las regiones fisicogeográficas de Michoacán de Ocampo. Morelia, Michoacán: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Borhidi, A. (2012). Rubiaceas de México. *Académiai Kiadó: Budapest, Hungria*.
- Budke, J. C., Anversa-Athayde, E., Hettwer-Giehl, L., Aquino-Záchia, R. y Eisinger, S. M. (2005). Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. *Iheringia Sér. Bot., Porto Alegre*, 60, 17-24.
- Buitrón-Jurado, G. & Ramírez, N. (2014). Dispersal spectra, diaspore size the importance of endozoochory in the equatorial Andean montane forests. *Flora*, 209, 299-311. DOI: 10.1016/j.flora.2014.03.009
- Calderón de Rzedowski G. y Rzedowski, J. (2005). Flora Fanerogámica del Valle de México. 2a. ed. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro.
- Calderón de Rzedowski, G. (1991). Papaveraceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 1, 1-35. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.127.1991.1>
- Calderón de Rzedowski, G. y Lomerí-Senci6n, J. A. (1993). *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 17, 1-12.
- Calderón de Rzedowski, G. y Rzedowski, J. (1994). Smilacaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 26, 1-23. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.226.1994.26>
- Calderón de Rzedowski, G., Rzedowski, J. y MacDougal M. (2004). Passifloraceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 121, 1-44.
- Canderón de Rzedowski, G. (1992). Cistaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 2, 1-27.

- Carpenter, R. J., Read, J. & Jaffre, T. (2003). Reproductive traits of tropical rain-forest trees in New Caledonia. *Journal of Tropical Ecology*, 19, 351-365. DOI: 10.1017/S0266467403003407
- Carranza, E. (2007). Familia Convolvulaceae I. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 151, 1-129.
- Carranza-González E. (1993). Styracaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 21, 1-14.
- Carranza-González, E. (1992). Cornaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 8, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.135.1992.8>
- Carranza-González, E. (2004). Aquifoliaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 127, 1-20.
- Carranza-González, E. (2008). Familia Convolvulaceae II. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 155, 1-107.
- Carranza-González, E. y Blanco-García, A. (2000). Bombacaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 90, 1-13.
- Carranza-González, E. y Madrigal-Sánchez, X. (1995). Betulaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 39, 1-21. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.239.1995.39>
- Carvajal, S. (2007). Moraceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 147, 1-57.
- Castillo-Flores A. A., Calvo-Irabien, L. M. (2003) Animal dispersal of two secondary-vegetation herbs into the evergreen rain forest of south-eastern Mexico. *Journal Tropical Ecology*, 19, 271-278. DOI: 10.1017/S0266467403003304
- Chain-Guadarrama, A. (2005). Síndromes de dispersión en el mosaico vegetacional de la región de Nizanda (Oaxaca), México (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.
- Cortes-Flores, J., Endresen, E., Cornejo-Tenorio, G. e Ibarra-Manríquez, G. (2013). Fruiting phenology of seed dispersal syndromes in a Mexican Neotropical temperate forest. *Forest Ecology and Management*, 289, 445-454. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.10.038
- Croat, T.B. y Carlsen, M. (2003). Araceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 114, 1-35.

- Daniel, T. F. y Acosta-Castellanos, S. (2003). Acanthaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 117, 1-173.
- Dawn, D. T., Fall, P. L. y Stromberg, J. C. (2001). Plant distribution and dispersal mechanisms at the Hassayampa River Preserve, Arizona, USA. *Global Ecology and Biogeography*, 10 (2): 205-217. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1466-822x.2001.00216.x>
- Dansereau, P. y Lems, K. (1957). The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. Contributions to the Institute of Botany: University of Montreal.
- Díaz-Barriga, H. (1993). Symplocaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 19, 1-6.
- Diego-Escobar, M. V., Flores-Cruz, M. y Koch, S. D. (2013). *Tillandsia* L. (Bromeliaceae). *Flora de Guerrero*, 56, 5-119.
- Du Y, MiX, LiuX, Chen L, Mak. (2009). Seed dispersal phenology and dispersal syndromes in a subtropical broad-leaved forest of China. *Forest Ecology and Management*, 258, 1147-1152. DOI: 10.1016/j.foreco.2009.06.004
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. y Ceja-Romero J. (2009). Commelinaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 162, 1-122.
- Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. y Ramírez-Morillo, I. (2010). Bromeliaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 165, 1-82.
- Fernández-Nava, R. Rhamnaceae. (1996). *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 43, 1-68.
- Fonseca, R. M. (2005). Cornaceae y Chloranthaceae. *Flora de Guerrero*, 27, 1-17.
- Fonseca, R. M. (2013). Pinaceae. *Flora de Guerrero*, 58, 1-62.
- Frankie G.W., Baker H.G. & Opler, P.A. (1974). Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology*, 62, 881-919. DOI: <https://doi.org/10.2307/2259250>
- Fryxell, P. (1993). Malvaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 16, 1-174.
- Galindo-Uribe, D. y Hoyos-Hoyos, J. M. (2007). Relaciones planta-herpetofauna: Nuevas perspectivas para la investigación en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 12, 9-34.
- Galván-Villanueva, R. y Martínez-Calixto, Y. (2006). Alstromeriaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 144, 1-9.

- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de climático de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ciudad de México: Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Cruz, J., Sánchez-Saldaña, L. M., Jiménez-Machorro, R. y Solano-Gómez R. (2003). Orchidaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 119, 1-173.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical plants species diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1-84. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6968-8_1
- González-Elizondo, M. S. y González-Elizondo, M. (2014). Ericaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 183, 1-120. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.62.2014.183>
- González-Villarreal, L. M. (1996). Clethraceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 47, 1-17.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. (2018). How are pollination and seed dispersal modes in Cerrado related to stratification? Trends in a cerrado sensu stricto woodland in southeastern Brazil, and a comparison with Neotropical forests. *Acta Botanica Brasílica*, 32(3), 434-445. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0186>
- Gottsberger, G. y Silberbauer-Gottsberger, I. (1983). Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. *Sonderbaende des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg*, 7, 315-352.
- Graham, S. A. (1994). Lythraceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 24, 1-62.
- Griz, L. M. S. y Machado, I. C. S. (2001). Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in ther northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17, 303-321. DOI: [10.1017/S0266467401001201](https://doi.org/10.1017/S0266467401001201)
- Guzmán-Vázquez, I. y Quintanar-Castillo, A. (2017). Cleomaceae. *Flora de Guerrero*, 74, 1-39.
- Hernández-Hernández, R. (2014). Tipos de frutos y síndromes de la flora del Cerro El Águila, Michoacán, México (Tesis de licenciatura). Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ciudad de Morelia.
- Howe, F. H. y Miriti, M. N. (2004). When seed dispersal matters. *BioSciencia*, 54, 651-660.

- Howe, F. H. y Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- Ibarra-Manríquez, Sánchez-Garfías, B. y González-García, L. (1991). Fenología de árboles y lianas anemócoras en una selva cálida-húmeda de México. *Biotropica*, 23, 242-254. DOI: 10.2307/2388201
- Islas-Hernández, C. S. y Alvarado-Cárdenas, L. O. (2017). Loganiaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 201, 1-14. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.45.2017.201>
- Jara-Guerrero, A. De la Cruz, M. y Méndez, M. (2011). Seed dispersal spectrum of woody species in south Ecuadorian dry forest: environmental correlates and the effect of considering species abundance. *Biotropica*, 43, 722-730. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00754.x>
- Juárez-Jaimes, V. y Lozada, L. (2003). Asclepiadaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, 37, 1-57.
- Justiniano M.J. y Fredericksen, T.S. (2000). Phenology of tree species in Bolivian dry forests. *Biotropica*, 32, 276-281. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00470.x>
- Kuijt, J. (1975). The genus *Cladocolea* (Loranthaceae). *Journal Arnold Arboretum*, 56, 265-235. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.13249>
- Leiner, N. O., Nascimento, A. R. T. y Melo, C. (2009). Plant strategies for seed dispersal in tropical habitats: patterns and implications. En K. D. Claro, P. S. Oliveira y V. Rico-Gray (Eds.), *Tropical Biology and Conservation Management, I: Natural History of Tropical Plants* (pp. 155-170). EOLSS: Publications.
- León-Velasco, M. E. (2014). Malpighiaceae. *Flora de Guerrero*, 61, 1-126.
- Levin, S. A., Muller-Landau, H. C., Nathan, R. Chave, J. (2003). The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 575-604.
- Lira-Charco, E. M. y Ochoterena, H. (2012). Boraginaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, 110, 1-98.
- Lira-Saade, R. (2001). Cucurbitaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 92, 1.120.

- López-Ferrari, A. R. (1993). Araliaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 20, 1-16.
DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.181.1993.20>
- López-Ferrari, A. R., Espejo-Serna, A. y Cejas-Romeo, J. (2014). Commelinaceae. *Flora de Veracruz*, 161, 1-126.
- Lorts, C. M., Briggemant, T. & Sang, T. (2008). Evolution of fruit types and seed dispersal: a phylogenetic and ecological snapshot. *Journal of Systematics and Evolution*, 46, 393-404. DOI: 10.3724/SP.J.1002.2008.08039
- Luftensteiner, W. H. (1979). The eco-sociological value of dispersal spectra of two plant communities. *Vegetatio*, 2, 61-67.
- Machado I.C.S., Barros L.M. & Sampaio E.V.S.B. (1997). Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. *Biotropica* 29, 57-68. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00006.x>
- Martínez, I. y González-Taboada, F. (2009). Seed dispersal patterns in temperate forest during a mast event: performance of alternative dispersal kernels. *Oecologia*, 159, 389-400. DOI: 0.1007/s00442-008-1218-4
- Martínez, M. (2015). Ranunculaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 190, 1-69.
- Martínez, M., Montero, J. C., Bye, R., Luna-Cavazos, M., Medina, J. M. y Rzedowski J. (2020). Solanaceae I. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 218, 1-231. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.310.2020.218>
- Martínez-Orea, Y., Martínez-Camacho, Y. D. y Castillo-Argüero, S. (2016). Dispersión de malezas. En S. Castillo- Argüero, Y. Martínez-Orea y M. Romero-Romeo (Eds.), *Las malezas de la cuenca del río Magdalena, Ciudad de México* (pp. 66-78). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias: México.
- Martins, V. F., Cazotto, L. P. D. & dos Santos, F. A. M. (2014). Dispersal spectrum of four forest types along an altitudinal range of the Brazilian Atlantic Rainforest. *Biota Neotropica*, 14(1): e20130003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06020140003>.
- McVaugh, R. (1983). Gramineae. *Flora Novo-Galiciana*, 14, 1-436.
- McVaugh, R. (1984). Compositae. *Flora Novo-Galiciana*, 12, 1-1157.
- McVaugh, R. (1985). Orchidaceae. *Flora Novo-Galiciana*, 16, 1-363.
- McVaugh, R. (1987). Leguminosae. *Flora Novo-Galiciana*, 5, 1-786.

- McVaugh, R. (1989). Bromeliaceae to Dioscoreaceae. *Flora Novo-Galiciana*, 15, 1-398.
- McVaugh, R. (1993). Limnocharitaceae to Typhaceae. *Flora Novo-Galiciana*, 13, 1-480.
- McVaugh, R. (2001). Ochnaceae to Loasaceae. *Flora Novo-Galiciana*, 3, 1-751.
- Meave, J. A., Soto, M. A., Calvo-Irabien, L. M., Paz-Hernández y Vanlencia-Avalos, S. (1992). Análisis sinecológico del bosque mesófilo de montaña de Omiltemi, Guerrero. *Boletín de la Sociedad Botánica de Mexico*, 52:31-77. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.1404>
- Mirón-Monterrosa, A. L. (2018). Flora, distribución Geográfica y vegetación del ejido de Tumbisca, Michoacán, México (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Mora-Olivo, A., Martínez-Ávalos J. G. y de la Rosa-Manzano E. (2018). *Heteranthera peduncularis* (Pontederiaceae) en Tamaulipas, México. *Phytoneuron*, 7, 1-4.
- Muller-Landau, H. C. y Hardesty, D. (2005). Seed dispersal of woody plants in tropical forests: concepts, examples and future directions. En: D. F. R. P. Burslem, M. A. Pinard y S. E. Hartley (Eds.), *Biotic interactions in the tropics: their role in the maintenance of species diversity* (pp. 267-308). Cambridge University Press, Cambridge: UK.
- Nathan, R. y Muller-Landau, H. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 278-285. DOI: 10.1016/s0169-5347(00)01874-7
- Noguera-Savelli, E. (2012). Revisión taxonómica de Loasaceae en Venezuela. *Caldasia*, 34(1), 43-67.
- Norden, N. (2014). Del porque la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal*, 17, 247-261. DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Ocampo-Acosta, G. (2003). Buddlejaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 115, 1-31.
- Ortiz-Rodriguez, A. E., Ruiz-Sanchez, E. (2015). Anonaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 191, 1-14.
- Pérez-Calix, E. (2009). Tiliaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 160, 1-38.

- Pérez-Calix, E. (2008). Crassulaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 156, 1-141.
DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.92.2008.156>
- Pérez-Calix, E. (2011). Calceolariaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 174, 1-9.
- Pérez-Calix, E. y Granjales-Tam, K. M. (2013). Caryophyllaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 180, 1-118. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.66.2013.180>
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K. Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C., Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J. G., de Vos, A. C., Buchmann, N., Funes, G., Quétier, F., Hodgson, G., Thompson, K., Morgan, H. D., Steege, H., van der Heijden, M. G. A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M. V., Conti, G., Staver, A. C., Aquino, S. y Cornelissen, H. C. (2016). New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 64, 167-234. DOI: 10.1071/BT12225
- Pulido-Esparza, V. A., López-Ferrari, A. R. y Espejo-Serna, A. (2004). Flora bromelilógica del estado de Guerrero, México: riqueza y distribución (parte A). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (75),96-104.
- Quero, H. J. (2004). Palmae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 129, 1-22.
- R Core Team (2019). R. a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Ramírez-Amezcuca, Y. (2008). Begoniaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 159, 1-29.
- Ramos, WM. y Sartori, ALB. (2013). Floristic analysis and dispersal syndromes of woody species of the Serra de Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Braz J Biol*, 73, 67-78.
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842013000100009>
- Romero-Rangel, S., Rojas-Zenteno, E. C. y Rubio-Licona, L. E. (2014). Fagaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 181, 1-167.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. (1999). Anacardiaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 78, 1.52. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.285.1999.78>
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. (1997). Campanulaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 58, 1-64. <https://doi.org/10.21829/fb.261.1997.58>

- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. (2000). Phytolaccaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 91, 1-31.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. (2002). Verbenaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 100, 1-145.
- Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. (2011). Viscaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 170, 1-57. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.76.2011.170>
- Rzedowski, J. y Calderón-de Rzedowski, G. (1993). Bignoniaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 22, 1-42.
- Rzedowski, J. y Calderón-de Rzedowski, G. (1995). Familia Compositae. Tribu Vernoniae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 38, 1-49.
- Rzedowski, J. y Guevara-Féfer, F. (1992). Burseraceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 3, 1-46.
- Sádlo, J., Chytrý, M., Pergl, J. y Pyšek P. (2018). Plant dispersal strategies: a new classification base on the multiple dispersal modes of individual species. *Preslia*, 90, 1-22. DOI: 10.23855/preslia.
- Sánchez-Chávez, E. y Zamudio, S. (2017). Myrtaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 197, 1-42. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.49.2017.197>
- Sánchez-Ken, J. G. (2010). Hypoxidaceae. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, 83, 1-9.
- Silva-Costa, E. C., de Faria-Lopes, S. y Mirada-Melo, J. I. (2015). Floristic similarity and dispersal syndromes in a rocky outcrop in semi-arid Northeastern Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 63(3), 827-843.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). (2000). Recuperado el 23 abril, 2020 de: <http://smn.cna.gob.mx/>
- Snell RS, Beckman NG, Fricke E, Loiselle BA, Carvalho CS, Jones LR, Lichti NI, Lustenhauer N, Schreiber S, Strickland C, Sullivan LL, Cavazos BR, Giladi I, Hastings A, Holbrook K, Jongejans E, Kogan O, Montaña-Centellas F, Rudolph J, Rogers HS, Zwolak R, Schupp E. (2019). Consequences of intraspecific variation in seed dispersal for plant demography, communities, evolution and global change. *AoB PLANTS* 11: plz016; DOI: 10.1093/aobpla/plz016

- Solórzano, S. (1998). Variación morfológica de las estructuras reproductivas de las lianas de la Estación de Biología Chajul, Chiapas, y de la Estación Chamela, Jalisco (Tesis de maestría). Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de México. Ciudad de México.
- Solórzano, S., Ibarra-Manríquez, G. y Oyama, K. (2002). Liana diversity and reproductive attributes in two tropical forests in México. *Biodiversity and Conservation*, 11, 197-212. DOI: 10.1023/A:1014568105221
- Sorensen, A. E. (1986). Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 17, 443-463. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.002303>
- Sosa, V. y Valdivieso, I. G. (2013). Dioscoreaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 177, 1-36.
- Spellenberg, R. (2001). Nyctaginaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 93, 1-97. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.270.2001.93>
- Standley P. C. y Steyermark J. A. (1952). Flora of Guatemala. Parte III. *Fieldiana. Botany*, 24, 1-432.
- Standley, P. C. y Williams, L. (1968). Apocynaceae, Asclepiadaceae. *Flora of Guatemala. Fieldiana, Botany*, 24, 334-472.
- Steinmann, V. (2007). Sabiaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 148, 1-13. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.100.2007.148>
- Stéphanie-Samain, M. y Cecilia-Tebbs, M. (2020). Piperaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 215, 1-62. DOI: <https://doi.org/10.21829/fb.306.2020.215>
- Tadwalkar, M., Joglekar, A., Mhaskar, M., Kanade, R., Chavan, B., Watve, A., Ganeshaiyah, K. N. y Patwardhan, A. (2012). Dispersal modes of woody species from the northern Western Ghats, India. *Tropical Ecology*, 53, 53-67.
- UNAM. (2019). Portal de Datos Abiertos UNAM. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 29 de abril de 2019, de: <https://datosabiertos.unam.mx/>
- van der Pijl, L. (1972). Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag: Nueva York.

- Velázquez-Escamillas, T. L. (2016). Síndromes de dispersión en tres comunidades de bosque mesófilo de Montaña, en la zona Centro de Veracruz (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad, Veracruzana. Xalapa, Veracruz.
- Velázquez-Escamillas, T. L., Díaz-Castelazó, C., Ruiz-Guerra, B. y Velázquez-Rosas, N. (2019). Síndromes de dispersión de semillas en comunidades de bosque mesófilo de montaña, en la región centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 97 (4): 568-578. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2095>
- Villagran, C., Armesto, J. J. & Leiva, R. (1986). Recolonización postglacial de Chiloé insular: Evidencias basadas en la distribución geográfica y los modos de dispersión de la flora. *Revista Chilena de Historia Natural*, 59: 19-39.
- Villarreal-Quintanilla, J. A. y Estrada-Castillón, A. E. (2014). Revisión taxonómica del género *Viburnum* (Adoxaceae) para México. *Botanical Sciences*, 92, 493-517. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.103>
- Villarreal-Quintanilla, J. A. (2000). Caprifoliaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 88, 1-17.
- Villaseñor, J. L. 2018. Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358. DOI: 10.17129/botsci.1872
- Wang, B. C. y Smith, T. B. (2002). Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 379-385. DOI: 10.1016/S0169-5347(02)02541-7
- Wenny, D. G. (2001). Advantages of seed dispersal: A re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research*, 3, 51-74.
- Wikander, T. (1984). Mecanismo de dispersión de diásporas de una selva decidua en Venezuela. *Biotropica*, 16, 276-283. DOI: <https://doi.org/10.2307/2387936>
- Willson, M. F. (1991). Dispersal of seeds by frugivorous animals in temperate forests. *Revista Chilena de Historia Natural*, 64, 537-554.
- Willson, M. F. y Traveset, A. (2000). The ecology of seed dispersal. En: Fenner M. (Eds.), *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities* (pp 85-110). CAB International: Wallingford.

- Willson, M. F., Irvine, A. K., Walsh, G. N. (1989). Vertebrate dispersal syndromes in some Australian and New Zealand plant communities, With geographic comparasons. *Biotropica* 21, 133-147. DOI: <https://doi.org/10.2307/2388704>
- Willson, M. F., Rice, B. L., & Westoby, M. (1990). Seed dispersal spectra: a comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 1(4), 547-562. DOI: <https://doi.org/10.2307/3235789>
- Zamudio, S. y Carranza, E. (1994). Cupressaceae. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes*, 92, 29, 1-20.
- Zar, J. H. (1999). Bioestadistical Analys. Prentice Hall, Upper saddle river: New Jersey.

APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de especies de la flora vascular del ejido de Tumbisca, Michoacán.

Especie

ACANTHACEAE

- Dyschoriste microphylla* (Cav.) Kuntze
Hypoestes phyllostachya Baker
Pseuderanthemum praecox (Benth.) Leonard
Ruellia lactea Cav.
Tetramerium nervosum Nees

ADOXACEAE

- Viburnum microphyllum* (Oerst.) Hemsl.

ALSTROEMERIACEAE

- Bomarea edulis* (Tussac) Herb.

AMARANTHACEAE

- Gomphrena serrata* L.
Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex Willd.

AMARYLLIDACEAE

- Allium glandulosum* Link & Otto

ANACARDIACEAE

- Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze

APIACEAE

- Arracacia aegopodioides* (Kunth) J.M. Coult. & Rose
Cyclospermum leptophyllum (Pers.) Sprague ex Britton & P. Wilson
Daucus montanus Humb. & Bonpl. ex Spreng.
Donnellsmithia mexicana (B.L. Rob.) Mathias & Constance
Eryngium beecheyanum Hook. f. & Arn.
Eryngium carlinae F. Delaroche
Eryngium gracile F. Delaroche
Eryngium longifolium Cav.
Tauschia decumbens (Benth.) J.M. Coult. & Rose ex Drude

APOCYNACEAE

- Pherotrichis villosa* (Schult.) Meisn.
Asclepias curassavica L.
Asclepias elata Benth.
Asclepias linaria Cav.
-

Especie

Asclepias mexicana Cav.

Asclepias pellucida E. Fourn.

Dictyanthus pavonii Decne.

Mandevilla foliosa (Müll. Arg.) Hemsl.

AQUIFOLIACEAE

Ilex brandegeana Loes.

ARACEAE

Xanthosoma robustum Schott

ARALIACEAE

Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch

Hydrocotyle ranunculoides L. f.

Oreopanax xalapensis (Kunth) Decne. & Planch.

ARECACEAE

Brahea pimo Becc.

ASPARAGACEAE

Agave inaequidens K. Koch

Echeandia echeandioides (Schltdl.) Cruden

Echeandia mexicana Cruden

Echeandia nana (Baker) Cruden

Manfreda scabra (Ortega) McVaugh

Milla biflora Cav.

ASTERACEAE

Acmella radicans (Jacq.) R.K. Jansen

Acmella repens (Walter) Rich.

Acourtia nelsonii (B.L. Rob.) Reveal & R.M. King

Ageratina adenophora (Spreng.) R.M. King & H. Rob.

Ageratina areolaris (DC.) Gage ex B.L. Turner

Ageratina blepharilepis (Sch. Bip.) R.M. King & H. Rob.

Ageratina isolepis (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.

Ageratina lasia (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.

Ageratina mairetiana (DC.) R.M. King & H. Rob.

Ageratina muelleri (Sch. Bip. ex Klatt) R.M. King & H. Rob.

Ageratina pichinchensis (Kunth) R.M. King & H. Rob.

Ageratum corymbosum Zuccagni

Aldama dentata La Llave

Alloispermum scabrum (Lag.) H. Rob.

Especie

Archibaccharis schiedeana (Benth.) J.D. Jacks.
Aster moranensis Kunth
Astranthium orthopodum (B.L. Rob. & Fernald) Larsen
Baccharis heterophylla Kunth
Baccharis multiflora Kunth
Bidens laevis (L.) Britton, Sterns & Poggenb.
Bidens rostrata Melchert
Brickellia glandulosa (La Llave) McVaugh
Brickellia squarrosa B.L. Rob. & Seaton
Calea urticifolia (Mill.) DC.
Carminatia recondita McVaugh
Chromolaena collina (DC.) R.M. King & H. Rob.
Chromolaena odorata (L.) R.M. King & H. Rob.
Cirsium anartiolepis Petr.
Cirsium subcoriaceum (Less.) Sch. Bip.
Conyza canadensis (L.) Cronquist
Conyza coronopifolia Kunth
Coreopsis petrophiloides B.L. Rob. & Greenm.
Cosmos bipinnatus Cav.
Cosmos crithmifolius Kunth
Cosmos sulphureus Cav.
Critonia hebebotrya DC.
Dahlia coccinea Cav.
Desmanthodium fruticosum Greenm.
Dyssodia porophyllum (Cav.) Cav.
Eremosis tomentosa (Lex.) Gleason
Erigeron longipes DC.
Erigeron pubescens Kunth
Fleischmannia pycnocephala (Less.) R.M. King & H. Rob.
Galeana pratensis (Kunth) Rydb.
Galinsoga parviflora Cav.
Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.
Gamochaeta americana (Mill.) Wedd.
Grindelia inuloides Willd.
Guardiola mexicana Bonpl.
Heliopsis procumbens Hemsl.

Especie

Hieracium hintonii Beaman

Hieracium schultzii Fr.

Jaegeria hirta (Lag.) Less.

Jungia pringlei Greenm.

Lagascea helianthifolia Kunth

Lagascea heteropappus Hemsl.

Lasianthaea aurea (D. Don) K.M. Becker

Lasianthaea crocea (A. Gray) K.M. Becker

Lasianthaea helianthoides Zucc. ex DC.

Melampodium americanum L.

Melampodium dicoelocarpum B.L. Rob.

Montanoa imbricata V.A. Funk

Montanoa hibiscifolia Benth.

Montanoa grandiflora DC.

Montanoa karwinskii DC.

Otopappus epaleaceus Hemsl.

Piqueria trinervia Cav.

Psacalium cirsiifolium (Zucc.) H. Rob. & Brettell

Psacalium holwayanum (B.L. Rob.) Rydb.

Psacalium laxiflorum Benth.

Psacalium megaphyllum (B.L. Rob. & Greenm.) Rydb.

Psacalium peltatum (Kunth) Cass.

Psacalium sinuatum (Cerv.) H. Rob. & Brettell

Pseudognaphalium attenuatum (DC.) Anderb. var. *sylvicola* (McVaugh) Hinojosa &

Pseudognaphalium chartaceum (Greenm.) Anderb.

Pseudognaphalium semiamplexicaule (DC.) Anderb.

Roldana lobata La Llave

Roldana mexicana (McVaugh) H. Rob. & Brettell

Roldana michoacana (B.L. Rob.) H. Rob. & Brettell

Rumfordia floribunda DC.

Salmea oligocephala Hemsl.

Schkuhria pinnata (Lam.) Kuntze ex Thell.

Sigesbeckia agrestis Poepp.

Sinclairia glabra (Hemsl.) Rydb. var. *hypoleuca* (Greenm.) B.L. Turner

Smallanthus maculatus (Cav.) H. Rob.

Stevia caracasana DC.

Especie

Stevia connata Lag.

Stevia elatior Kunth

Stevia latifolia Benth.

Stevia micradenia B.L. Rob.

Stevia organoides Kunth

Stevia ovata Willd.

Stevia serrata Cav.

Stevia trifida Lag.

Tagetes filifolia Lag.

Tagetes lucida Cav.

Tagetes lunulata Ortega

Tagetes micrantha Cav.

Tagetes subulata Cerv.

Trigonospermum melampodioides DC.

Verbesina abscondita Klatt

Verbesina fastigiata B.L. Rob. & Greenm.

Verbesina sphaerocephala A. Gray

Vernonanthura liatroides (DC.) H. Rob.

Vernonanthura cordata (Kunth) H. Rob.

Vernonia alamanii DC.

Viguiera cordata (Hook. & Arn.) D'Arcy

Viguiera dentata (Cav.) Spreng.

Viguiera tenuis A. Gray

Zinnia peruviana (L.) L.

BEGONIACEAE

Begonia balmisiana Ruiz ex Klotzsch

Begonia fusibulba C. DC.

Begonia falciloba Liebm.

Begonia gracilis Kunth

aff. *Begonia michoacana* L.B. Sm. & B.G. Schub.

Begonia stigmosa Lindl.

Begonia uruapensis Sessé & Moc.

BETULACEAE

Alnus jorullensis Kunth subsp. *jorullensis*

Alnus jorullensis Kunth subsp. *lutea* Furlow

Carpinus caroliniana Walter

Especie

Ostrya virginiana (Mill.) K. Koch

BIGNONIACEAE

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

BORAGINACEAE

Lithospermum strictum Lehm.

Phacelia platycarpa (Cav.) Spreng.

BROMELIACEAE

Pitcairnia heterophylla (Lindl.) Beer

Tillandsia caput-medusae E. Morren

Tillandsia dugesii Baker

Tillandsia grossispicata Espejo, López-Ferr. & W. Till

Tillandsia hintoniana L.B. Sm.

Tillandsia prodigiosa (Lem.) Baker

Tillandsia usneoides (L.) L.

BURSERACEAE

Bursera bipinnata (DC.) Engl.

Bursera madrigalii Rzed. & Calderón

CACTACEAE

Heliocereus schrankii (Zucc. ex Seitz) Britton & Rose

CALCEOLARIACEAE

Calceolaria mexicana Benth.

CAMPANULACEAE

Diastatea micrantha (Kunth) McVaugh

Lobelia fenestralis Cav.

CAPRIFOLIACEAE

Valeriana barbareifolia M. Martens & Galeotti

Valeriana densiflora Benth.

Valeriana emmanuelii Rzed. & Calderón

Valeriana robertianifolia Briq.

Valeriana sorbifolia Kunth

Valeriana urticifolia Kunth

CARICACEAE

Jarilla heterophylla (Cerv. ex La Llave) Rusby

CARYOPHYLLACEAE

Cerastium nutans Raf.

Drymaria villosa Schltld. & Cham.

Especie

Minuartia moehringioides (Moc. & Sessé ex DC.) Mattf.

Stellaria cuspidata Willd. ex D.F.K. Schldl.

CHLORANTHACEAE

Hedyosmum mexicanum C. Cordem.

CISTACEAE

Helianthemum glomeratum (Lag.) Lag.

CLEOMACEAE

Cleome speciosa Raf.

CLETHRACEAE

Clethra hartwegii Britton

CLUSIACEAE

Clusia salvinii Donn. Sm.

COMMELINACEAE

Commelina coelestis Willd.

Commelina jaliscana Matuda

Commelina leiocarpa Benth.

Commelina tuberosa L.

Cymbispatha commelinoides (Schult. & Schult. f.) Pichon

Gibasis pulchella (Kunth) Raf.

Tinantia leiocalyx C.B. Clarke ex Donn. Sm.

Tripogandra amplexicaulis (Klotzsch ex C.B. Clarke) Woodson

Tripogandra purpurascens (S. Schauer) Handlos

CONVOLVULACEAE

Cuscuta gracillima Engelm.

Evolvulus prostratus B.L. Rob.

Evolvulus alsinoides (L.) L.

Ipomoea capillacea (Kunth) G. Don

Ipomoea hederifolia L.

Ipomoea neei (Spreng.) O'Donell

Ipomoea orizabensis (G. Pelletan) Ledeb. ex Steud. var. *orizabensis*

Ipomoea purpurea (L.) Roth

Ipomoea ternifolia Cav.

Ipomoea trifida (Kunth) G. Don

Ipomoea triloba L.

CORNACEAE

Cornus disciflora DC.

Especie

Cornus excelsa Kunth

CRASSULACEAE

Echeveria fulgens Lem.

CUCURBITACEAE

Cyclanthera tamnoides (Willd.) Cogn.

Echinopepon coulteri (A. Gray) Rose

Melothria pendula L.

Schizocarpum parviflorum B.L. Rob. & Greenm.

CUPRESSACEAE

Cupressus lusitanica Mill.

Taxodium mucronatum Ten.

CYPERACEAE

Carex turbinata Liebm.

Cyperus aschenbornianus Boeckeler

Cyperus esculentus L.

Cyperus ligularis L.

Eleocharis montana (Kunth) Roem. & Schult.

Scleria lithosperma (L.) Sw.

DELPHINIACEAE

Delphinium pedatisectum Hemsl.

DIOSCOREACEAE

Dioscorea convolvulacea Schltld. & Cham.

Dioscorea galeottiana Kunth

Dioscorea minima B.L. Rob. & Seaton

Dioscorea pringlei B.L. Rob.

Dioscorea remotiflora Kunth

ERICACEAE

Comarostaphylis glaucescens (Kunth) Zucc. ex Klotzsch

EUPHORBIACEAE

Acalypha langiana Müll. Arg.

Acalypha nubicola McVaugh

Acalypha phleoides Cav.

Croton adspersus Benth.

Euphorbia anychioides Boiss.

Euphorbia cotinifolia L.

Euphorbia cyathophora Murray

Especie

Euphorbia dentata Michx.

Euphorbia furcillata Kunth

Euphorbia graminea Jacq.

Euphorbia heterophylla L.

Euphorbia macropus (Klotzsch & Garcke) Boiss.

Euphorbia potosina Fernald

Euphorbia schiedeana (Klotzsch & Garcke) Mayfield ex C. Nelson

Euphorbia sphaerorhiza Benth.

FABACEAE

Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.

Acaciella angustissima (Mill.) Britton & Rose

Aeschynomene americana L.

Aeschynomene petraea B.L. Rob.

Amicia zygomeris DC.

Astragalus radicans Hornem.

Calliandra grandiflora (L'Hér.) Benth.

Canavalia villosa Benth.

Chamaecrista nictitans (L.) Moench

Chamaecrista rotundifolia (Pers.) Greene

Cologania broussonetii (Balb.) DC.

Crotalaria micans Link

Crotalaria mollicula Kunth

Crotalaria nitens Kunth

Crotalaria quercetorum Brandegees

Crotalaria pumila Ortega

Crotalaria rotundifolia J.F. Gmel.

Crotalaria sagittalis L.

Dalea cliffortiana Willd.

Dalea exserta (Rydb.) Gentry

Dalea humilis G. Don

Dalea sericea Lag.

Dalea tomentosa (Cav.) Willd. var. *psoraleoides* (Moric.) Barneby

Desmodium angustifolium (Kunth) DC.

Desmodium amplifolium Hemsl.

Desmodium guadalajaranum S. Watson

Desmodium jaliscanum S. Watson

Especie

Desmodium uncinatum (Jacq.) DC.
Diphysa suberosa S. Watson
Eriosema diffusum (Kunth) G. Don
Eriosema longicalyx Grear
Erythrina americana Mill.
Erythrina breviflora Sessé & Moc. ex DC.
Eysenhardtia platycarpa Pennell & Saff.
Indigofera miniata Ortega
Indigofera thibaudiana DC.
Inga vera Willd. subsp. *eriocarpa* (Benth.) J. León
Leucaena macrophylla Benth.
Lotus repens (G. Don) Sessé & Moc. ex Standl. & Steyerm.
Lupinus campestris Cham. & Schltld.
Lysiloma acapulcense (Kunth) Benth.
Macroptilium gibbosifolium (Ortega) A. Delgado
Marina diffusa (Moric.) Barneby
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.
Mimosa benthamii J.F. Macbr.
Nissolia laxior (B.L. Rob.) Rose
Phaseolus coccineus L.
Phaseolus pauciflorus Sessé & Moc. ex G. Don
Rhynchosia discolor M. Martens & Galeotti
Senna hirsuta (L.) H.S. Irwin & Barneby
Senna septemtrionalis (Viv.) H.S. Irwin & Barneby
Tephrosia konzattii (Rydb.) Standl.
Zornia thymifolia Kunth

FAGACEAE

Quercus candicans Née
Quercus castanea Née
Quercus conspersa Benth.
Quercus crassifolia Benth.
Quercus deserticola Trel.
Quercus dysophylla Benth.
Quercus glaucescens Bonpl.
Quercus laurina Bonpl.
Quercus magnoliifolia Née

Especie

Quercus obtusata Bonpl.

Quercus resinosa Liebm.

Quercus subspathulata Trel.

GENTIANACEAE

Halenia brevicornis (Kunth) G. Don

Geranium deltoideum Rydb.

Geranium lozanoi Rose

Geranium seemannii Peyr.

HYPOXIDACEAE

Hypoxis mexicana Schult. & Schult. f.

IRIDACEAE

Sisyrinchium scabrum Cham. & Schltdl.

Sisyrinchium macrophyllum Greenm.

Sisyrinchium pringlei B.L. Rob. & Greenm.

Sisyrinchium toluicense Peyr.

JUNCACEAE

Juncus marginatus Rostk.

LAMIACEAE

Asterohyptis stellulata (Benth.) Epling

Clinopodium macrostemum (Moc. & Sessé ex Benth.) Kuntze

Cunila pycnantha B.L. Rob. & Greenm.

Hyptis mutabilis (Rich.) Briq.

Hyptis oblongifolia Benth.

Hyptis suaveolens (L.) Poit.

Leonotis nepetifolia (L.) R. Br.

Lepechinia caulescens (Ortega) Epling

Prunella vulgaris L.

Salvia assurgens Kunth

Salvia clinopodioides Kunth

Salvia dichlamys Epling

Salvia elegans Vahl

Salvia gesneriiflora Lindl. & Paxton

Salvia hispanica L.

Salvia iodantha Fernald

Salvia laevis Benth.

Salvia lasiocephala Hook. & Arn.

Especie

Salvia lavanduloides Kunth

Salvia leptostachys Benth.

Salvia longispicata M. Martens & Galeotti

Salvia madrigalii sp. nov.

Salvia mexicana L. var. *minor* Benth.

Salvia misella Kunth

Salvia mocinoi Benth.

Salvia nepetoides Kunth

Salvia plurispicata Epling

Salvia polystachia Cav.

Salvia purpurea Cav.

Salvia ramamoorthyana Espejo

Salvia reptans Jacq.

Scutellaria caerulea Moc. & Sessé ex Benth.

Stachys agraria Schltld. & Cham.

Stachys coccinea Ortega

LILIACEAE

Calochortus purpureus (Kunth) Baker

LOASACEAE

Klaprothia fasciculata (C. Presl) Poston

LOGANIACEAE

Spigelia scabrella Benth.

LORANTHACEAE

Cladocolea microphylla (Kunth) Kuijt

Psittacanthus calyculatus (DC.) G. Don

LYTHRACEAE

Cuphea aequipetala Cav.

Cuphea bustamanta Lex.

Cuphea empetrifolia Rose

Cuphea hookeriana Walp.

Cuphea jorullensis Kunth

Cuphea pertenuis R.C. Foster

Cuphea wrightii A. Gray var. *wrightii*

MALPIGHIACEAE

Galphimia glauca Cav.

Gaudichaudia cynanchoides Kunth

Especie

Gaudichaudia diandra Chodat

MALVACEAE

Anoda cristata (L.) Schltdl.

Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker f.

Heliocarpus americanus L.

Malvastrum americanum (L.) Torr.

Melochia nodiflora Sw.

Periptera punicea (Lag.) DC.

Sida haenkeana C. Presl

Sida rhombifolia L.

Tilia americana L. var. *mexicana* (Schltdl.) Hardin

Triumfetta brevipes S. Watson

Triumfetta galeottiana Turcz.

MELASTOMATACEAE

Heterocentron mexicanum Hook. & Arn.

Miconia heterothrix Gleason & Wurdack

Monochaetum calcaratum (DC.) Triana

Tibouchina scabriuscula (Schltdl.) Cogn.

MORACEAE

Ficus velutina Humb. & Bonpl. ex Willd.

MYRTACEAE

Psidium guajava L.

NYCTAGINACEAE

Mirabilis longiflora L.

OLEACEAE

Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.

ONAGRACEAE

Fuchsia arborescens Sims

Fuchsia cylindracea Lindl.

Fuchsia fulgens DC.

Lopezia racemosa Cav.

Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H. Raven

Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton

ORCHIDACEAE

Aulosepalum pyramidale (Lindl.) M.A. Dix & M.W. Dix

Bletia campanulata La Llave & Lex.

Especie

Cypripedium irapeanum La Llave & Lex.

Dichromanthus aurantiacus (La Llave & Lex.) Salazar & Soto Arenas

Govenia liliacea (La Llave & Lex.) Lindl.

Habenaria novemfida Lindl.

Hintonella mexicana Ames

Laelia autumnalis (La Llave & Lex.) Lindl.

Malaxis fastigiata (Rchb. f.) Kuntze

Malaxis unifolia Michx.

Pleurothallis quadrifida (Lex.) Lindl.

Prosthechea squalida (La Llave & Lex.) Soto Arenas & Salazar

Trichocentrum pachyphyllum (Hook.) R. Jiménez & Carnevali

OROBANCHACEAE

Buchnera obliqua Benth.

Castilleja arvensis Schltld. & Cham.

Castilleja tenuiflora Benth.

Castilleja tenuifolia M. Martens & Galeotti

Lamourouxia multifida Kunth

OXALIDACEAE

Oxalis corniculata L.

Oxalis hernandezii DC.

Oxalis jacquiniana Kunth

PAPAVERACEAE

Bocconia arborea S. Watson

PASSIFLORACEAE

Passiflora exsudans Zucc.

Passiflora pavonis Mast.

Passiflora suberosa L.

PENTAPHYLACACEAE

Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy

Ternstroemia lineata DC. subsp. *lineata*

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca icosandra L.

PINACEAE

Pinus devoniana Lindl.

Pinus leiophylla Schiede ex Schltld. & Cham.

Pinus maximinoi H.E. Moore

Especie

Pinus pseudostrobus Lindl.

Pinus teocote Schltld. & Cham.

PIPERACEAE

Peperomia bracteata A.W. Hill

Peperomia tetraphylla Hook. & Arn.

Piper hispidum Sw.

Mecardonia procumbens (Mill.) Small

PLANTAGINACEAE

Plantago australis Lam.

Plantago nivea Kunth

Russelia sarmentosa Jacq.

Russelia ternifolia Kunth

Sibthorpia repens (L.) Kuntze

POACEAE

Aegopogon tenellus (DC.) Trin.

Andropogon gerardi Vitman

Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.

Bromus dolichocarpus Wagnon

Chusquea nelsonii Scribn. & J.G. Sm.

Echinochloa crus-pavonis (Kunth) Schult.

Heteropogon contortus (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.

Lasiacis nigra Davidse

Muhlenbergia dubia E. Fourn.

Muhlenbergia robusta (E. Fourn.) Hitchc.

Muhlenbergia tenella (Kunth) Trin.

Muhlenbergia versicolor Swallen

Oplismenus burmannii (Retz.) P. Beauv.

Oplismenus compositus (L.) P. Beauv.

Panicum lepidulum Hitchc. & Chase

Paspalum convexum Humb. & Bonpl. ex Flügge

Piptochaetium fimbriatum (Kunth) Hitchc.

Poa annua L.

Schizachyrium condensatum (Kunth) Nees

Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston

Zea perennis (Hitchc.) Reeves & Mangelsd.

Zeugites americanus Willd.

Especie

POLEMONIACEAE

Loeselia glandulosa (Cav.) G. Don

Loeselia mexicana (Lam.) Brand

POLYGALACEAE

Monnina ciliolata Sessé & Moc. ex DC.

Polygala glochidata Kunth

Polygala rivinifolia Kunth

Polygonum punctatum Elliott

Rumex conglomeratus Murray

PONTEDERIACEAE

Heteranthera peduncularis Benth.

PRIMULACEAE

Anagallis arvensis L.

RANUNCULACEAE

Clematis rhodocarpa Rose

Ranunculus dichotomus Moc. & Sessé ex DC.

Ranunculus petiolaris Humb., Bonpl. & Kunth ex DC. var. *petiolaris*

Ranunculus petiolaris Humb., Bonpl. & Kunth ex DC. var. *arsenei* (L.D. Benson) T.

Thalictrum gibbosum Lecoy.

Thalictrum strigillosum Hemsl.

RHAMNACEAE

Karwinskia mollis Schltld.

Rhamnus mucronata Schltld.

Rhamnus macrocarpa Standl.

ROSACEAE

Alchemilla aphanoides Mutis ex L. f.

Crataegus mexicana DC.

Prunus serotina Ehrh.

Rubus adenotrichos Schltld.

Rubus cymosus Rydb.

Rubus humistratus Steud.

RUBIACEAE

Bouvardia cordifolia DC.

Bouvardia laevis M. Martens & Galeotti

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltld.

Crusea coccinea DC.

Especie

Crusea longiflora (Roem. & Schult.) W.R. Anderson

Didymaea alsinoides (Schltdl. & Cham.) Standl.

Galium mexicanum Kunth

Galium uncinulatum DC.

Richardia scabra L.

Spermacoce ocymoides Burm. f.

Spermacoce suaveolens (G. Mey.) Kuntze

Spermacoce verticillata L.

SABIACEAE

Meliosma dentata (Liebm.) Urb.

SALICACEAE

Salix bonplandiana Kunth

Xylosma velutina (Tul.) Triana & Planch.

SANTALACEAE

Phoradendron brachystachyum (DC.) Oliv.

Phoradendron velutinum (DC.) Oliv.

SCROPHULARIACEAE

Buddleja parviflora Kunth

Buddleja sessiliflora Kunth

SMILACACEAE

Smilax moranensis M. Martens & Galeotti

Smilax pringlei Greenm.

SOLANACEAE

Cestrum thyrsoideum Kunth

Cestrum tomentosum L. f.

Datura stramonium L.

Lycianthes moziniana (Dunal) Bitter

Lycianthes rzedowskii E. Dean

Nicotiana glauca Graham

Physalis nicandroides Schltdl.

Physalis orizabae Dunal

Solanum candidum Lindl.

Solanum chrysotrichum Schltdl.

Solanum grayi Rose

Solanum marginatum L. f.

Solanum nigrescens M. Martens & Galeotti

Especie

Solanum nigricans M. Martens & Galeotti

Solanum rudepannum Dunal

Styrax argenteus C. Presl var. *hintonii* (Bullock) Gonsoulin

Symplocos citrea Lex. ex La Llave & Lex.

VERBENACEAE

Glandularia bipinnatifida (Nutt.) Nutt.

Lantana camara L.

Lantana hirta Graham

Lippia umbellata Cav.

Priva aspera Kunth

Verbena carolina L.

VIOLACEAE

Viola grahamii Benth.

VITACEAE

Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl. ex Schult.

Apéndice 2. Familias a las que pertenecen las especies a las que se les asignó el síndrome de dispersión con base en las descripciones taxonómicas contenidas en las referencias.

Familia	Referencia
Acanthaceae	Daniel y Acosta-Castellano (2003)
Adoxaceae	Villareal-Quitaniña <i>et al.</i> (2000)
Alstroemeriaceae	Galván-Villanueva y Martínez-Calixto (2006)
Amaranthaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Amaryllidaceae	Standley & Steyermark (1952)
Anacardiaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1999)
Annonaceae	Ortiz-Rodríguez <i>et al.</i> (2015)
Apiaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Apocynaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005); Juárez-Jaimes
Aquifoliaceae	Carranza-González (2004)
Araceae	Croat y Carlsen (2003)
Araliaceae	López-Ferrari (1993)
Arecaceae	Quero (2004)
Asparagaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Asteraceae	McVaugh (1984)
Begoniaceae	McVaugh (2001); Ramírez-Amezcuca (2008)
Betulaceae	Carranza-González y Madrigal-Sánchez (1995)
Bignoniaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1993)
Boraginaceae	Lira-Charco y Ochoterena (2012)
Bromeliaceae	Pulido-Esparza <i>et al.</i> (2004) Espejo-Serna <i>et al.</i> (2010);
Burseraceae	Rzedowski y Guevara-Féfer (1992)
Cactaceae	Arias <i>et al.</i> (2012)
Calceolariaceae	Pérez-Calix (2011)
Campanulaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1997)
Caprifoliaceae	Villarreal (2000)
Caricaceae	Calderón de Rzedowski y Lomerí (1993)
Caryophyllaceae	Pérez-Calix y Grajales-Tam (2013)
Chloranthaceae	Fonseca (2005)
Cistaceae	Calderón de Rzedowski (1992)
Cleomaceae	Guzmán-Vázquez y Quintanar-Castillo (2017)
Clethraceae	González-Villareal (1996)
Clusiaceae	McVaugh (2001)
Commelinaceae	McVaugh (1933); Espejo-Serna <i>et al.</i> (2009)
Convolvulaceae	Carranza (2007); Carranza (2008)
Cornaceae	Carranza-González (1992)
Crassulaceae	Pérez-Calix (2008)
Cucurbitaceae	Lira-Saade (2001)
Cupressaceae	Zamudio y Carranza (1994)
Cyperaceae	McVaugh (1933)

Familia	Referencia
Delphinaceae	Martínez (2015)
Dioscoreaceae	McVaugh (1989); Sosa y Valdivieso (2013)
Ericaceae	González-Elizondo y González-Elizondo (2014)
Euphorbiaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Fabaceae	McVaugh (1987)
Fagaceae	Romero-Rangel S <i>et al.</i> (2014)
Gentianaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (1995); Villarreal
Hypoxidaceae	Sánchez-Ken (2014)
Iridaceae	McVaugh (1989)
Juncaceae	McVaugh (1933)
Lamiaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Liliaceae	McVaugh (1989)
Loasaceae	Noguera-Savelli (2012)
Loganiaceae	Islas-Hernández y Alvarado-Cárdenas (2017)
Loranthaceae	Kuijt (1975)
Lythraceae	Graham (1994)
Malpighiaceae	León-Velasco (2014)
Malvaceae	Fryxell (1993); Carranza-González y Blanco-García (2000);
Melastomataceae	Almeda (1993)
Moraceae	Carvajal (2007)
Myrtaceae	Sánchez-Chávez y Zamudio (2017)
Nyctaginaceae	Spellenberg (2001)
Oleaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Onagraceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Orchidaceae	McVaugh (1985); García-Cruz <i>et al.</i> (2003)
Orobanchaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Oxalidaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Papaveraceae	Calderón de Rzedowski (1991)
Passifloraceae	Calderón de Rzedowski <i>et al.</i> (2004)
Pentaphragaceae	Mora-Olivo <i>et al.</i> (2018)
Phytolaccaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2000)
Pinaceae	Fonseca (2013)
Piperaceae	Stéphanie-Samain y Tebbs (2020)
Plantaginaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Poaceae	McVaugh (1983)
Polemoniaceae	Calderón de Rzedowski G. y Rzedowski (2005)
Polygalaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Pontederiaceae	Standley & Steyermark (1952)
Primulaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005)
Ranunculaceae	Martínez (2015)
Rhamnaceae	Fernández-Nava (1996)
Rosaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2005)
Rubiaceae	Borhidi (2012)

Familia	Referencia
Sabiaceae	Steinmann, (2007)
Salicaceae	Carranza, 1995; Morales <i>et al.</i> (2005)
Santalaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2011)
Scrophulariaceae	Ocampo-Acosta (2003)
Smilacaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (1994)
Solanaceae	Calderón de Rzedowski y Rzedowski (2005); Martinez <i>et al.</i>
Styracaceae	Carranza-González (1993)
Symplocaceae	Díaz-Barriga (1993)
Verbenaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2002)
Violaceae	Ballard (1994)
Vitaceae	Rzedowski y Calderón de Rzedowski (2005)