

Bosques secos y semihumedos de Sinaloa



Estuardo Lara Ponce
Hugo Humberto Piña Ruiz
Gilberto Marquez Salazar
Jose Saturnino Díaz
Coordinadores

Bosques secos y semihúmedos de Sinaloa



Bosques secos y semihúmedos de Sinaloa

Estuardo Lara Ponce
Hugo Humberto Piña Ruiz
Gilberto Márquez Salazar
José Saturnino Díaz
Coordinadores



Bosques secos y semihúmedos de Sinaloa. Coordinadores: Estuardo Lara Ponce, Hugo Humberto Piña Ruiz, Gilberto Márquez Salazar y José Saturnino Díaz.—*Sinaloa, Sinaloa. 2025.*

282 P. 23 cm.

Primera edición

D. R. © copyright 2025

ISBN: 979-13-88142-33-8

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE20258948>



La presente obra fue dictaminada bajo el sistema de doble ciego y cuenta con el aval de los dictámenes de pares académicos.

Edición y corrección: **Astra ediciones**



Todos los contenidos de esta obra se comparten bajo la licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (**CC BY-NC-SA 4.0**). Esto implica que no está autorizado el uso comercial de la obra original ni de las eventuales obras derivadas, las cuales deberán distribuirse bajo la misma licencia que rige la obra original. No obstante, se permite a terceros compartir el contenido siempre y cuando se reconozca debidamente la autoría y la publicación original en esta editorial.

HECHO EN MÉXICO | MADE IN MEXICO

Contenido

Prólogo	11
<i>Roberto Fong Mendoza</i>	

Introducción a los bosques secos y semihúmedos de Sinaloa.....	15
---	-----------

Capítulo 1

Los bosques tropicales caducifolios de Sinaloa: pasado y presente ...	21
<i>The Sinaloan tropical deciduous forest: past and present</i>	<i>21</i>
<i>Jesús Adrián Bojórquez-Valdez</i>	

Capítulo 2

Flora de la Sierra de Barobampo, Ahome, Sinaloa.....	41
<i>Flora of the Sierra de Barobampo, Ahome, Sinaloa.....</i>	<i>41</i>
<i>Alfredo Carrillo-García</i>	
<i>Humberto Piña-Ruiz Hugo</i>	
<i>Estuardo Lara-Ponce</i>	

Capítulo 3

Diversidad florística, estructura de la vegetación y su relevancia cultural en la microrregión San Blas a Ocoroni, Sinaloa.....	77
<i>Floristic diversity, vegetation structure, and cultural relevance in the San Blas a Ocoroni microregion.....</i>	<i>77</i>
<i>Estuardo Lara-Ponce</i>	
<i>Hugo Humberto Piña-Ruiz</i>	
<i>José Antonio García-Cisneros</i>	

Capítulo 4

Valores de importancia de plantas leñosas del bosque tropical seco del sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sinaloa, México	109
--	-----

<i>Importance values of woody plants from the tropical dry forest at the Ramsar site Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sinaloa, México.....</i>	<i>109</i>
--	------------

Gilberto Márquez-Salazar

José Saturnino Díaz

Jacek Márquez-Stone

Capítulo 5

Inventario preliminar de las plantas silvestres comestibles en los bosques secos de Sinaloa y su importancia biocultural	139
--	-----

<i>Preliminary inventory of wild edible plants in the dry forests of Sinaloa and their biocultural significance</i>	<i>139</i>
---	------------

Juan Fernando Pío-León

Bladimir Salomón-Montijo

Francisco Delgado-Vargas

Rito Vega-Aviña

Capítulo 6

La pitaya marismeña <i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb. (Cactaceae): un recurso forestal no maderable de los bosques secos de El Fuerte, Sinaloa, México	169
--	-----

<i>The organ pipe cactus Stenocereus thurberi (Engelm.) Buxb. (Cactaceae): a non-timber forest resource from the dry forests of El Fuerte, Sinaloa, Mexico</i>	<i>169</i>
--	------------

Bladimir Salomón-Montijo

Juan Fernando Pío-León

Aide Avendaño-Gomez

Roberto Carlos Cárcamo-Arechiga

Capítulo 7

Listado de árboles nativos de Sinaloa.....	189
<i>Native trees list from Sinaloa</i>	189
<i>Aidé Avendaño-Gómez</i>	
<i>Bladimir Salomón-Montijo</i>	
<i>Gilberto Márquez-Salazar</i>	

Capítulo 8

Jardín Etnobiológico de Sinaloa Juyya Ánnia: Patrimonio biocultural del pueblo yoreme-mayo	223
<i>Sinaloa Ethnobiological Garden Juyya Ánnia: biocultural heritage of the yoreme-mayo people</i>	223
<i>Gustavo Castañeda de los Santos</i>	

Capítulo 9

Patrones de diversidad taxonómica de anfibios en los bosques tropicales secos de Sinaloa: cambios temporales en la composición y la colecta científica.....	257
<i>Taxonomic diversity patterns of amphibians in the tropical dry forest of Sinaloa: temporary changes in composition and scientific collection.....</i>	257
<i>Héctor Alexis Castro-Bastidas</i>	
<i>José Manuel Serrano</i>	
<i>Juan Manuel Díaz-García</i>	
<i>Leticia Margarita Ochoa-Ochoa</i>	

Prólogo

El presente libro denominado “Bosques secos y semihúmedos de Sinaloa” incluye una serie de investigaciones de comunidades vegetales con diversos enfoques: históricos, florísticos, sinecológicos, etnobotánicos, propuestas de manejo y conservación de los ecosistemas sinaloenses, que en un futuro servirán como base para la docencia e investigación de los recursos naturales de Sinaloa, así como para la toma de decisiones.

El bosque tropical caducifolio, el bosque espinoso y las selvas secas en general sufren actualmente de un fuerte impacto por actividades productivas en Sinaloa, donde la fragmentación de los hábitats es acelerada por el cambio de uso de suelo originado principalmente por las actividades agrícolas, con una superficie de 1 351 368 ha (930 445 ha de riego y 420 927 ha de temporal), y ganaderas, con más de un millón 1 146 000 cabezas de ganado bovino, ovino y caprino (INEGI 2022), que sobrepasan los índices de agostadero (SAGARPA 2014) estimados para los diversos ecosistemas de Sinaloa. De ahí la importancia de los estudios de cobertura forestal de los bosques secos, los cuales no se han evaluado a cabalidad. En cuanto a las especies de interés forestal maderable, el listado preliminar de los árboles de Sinaloa da una idea de la diversidad y riqueza florística de este ecosistema; de los 2885 árboles reportados para México, 459 se reportan para la entidad (Avendaño et al. 2025). Es importante señalar que se reportan a las fabáceas, fagáceas y malváceas como las de mayor porcentaje de presencia en Sinaloa y es el criterio que hay que considerar para los programas de reforestación y restauración de estos ecosistemas.

Por otro lado, la pitaya marismeña (*Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb), que se encuentra en el ecotono del desierto sonorense y los bosques secos de Sinaloa, ambientes en los que se ha logrado adaptar gracias a su estrategia de ahorro de agua, producción de estructuras anatómicas y sustancias químicas que la protegen de la fuerte insolación, tiene gran

importancia histórica, cultural y ecológica, siendo una especie clave e icónica para las comunidades que habitan el norte de la entidad y el sur de Sonora, quienes la emplean de muy diferentes formas que van desde alimento, ornamento, etc., atributos por los cuales se cataloga como una de las plantas más importantes de la región.

La flora del norte de Sinaloa es de las menos estudiadas en el estado; por ello suelen destacar investigaciones que describen y enlistan las formas de vida vegetal y sus relaciones con el entorno. Estos estudios contribuyen al conocimiento florístico y a la forma en la que se constituyen las comunidades ecológicas y también son fundamentales para la toma de decisiones al momento de las declaratorias de áreas naturales destinadas a la conservación. Es por ello que se deben impulsar más las investigaciones en las selvas secas, ya que son las de mayor cobertura en la entidad. En el norte de la entidad destacan sitios como la Sierra de Barobampo y la Sierra de Navachiste, ya que presentan atributos biológicos que deben ser preservados mediante la declaratoria de Área Natural Protegida, como ya han sido reconocidos otros sitios en el estado. Aunque existen otras áreas de selvas secas poco exploradas o aún por explorar, como la de Ocoroni.

La manera de ver e interpretar el mundo de la población Yoreme-Mayo, converge en su cosmogonía descrita como Juyyannia (el mundo del monte), misma que considera diversos elementos del universo como tierra, agua, cielo, sol, luna, estrellas, aire, fuego, flora, fauna, entre otros, que en conjunto dan vitalidad a la comunidad. Sin embargo, las cosmovisiones gestadas desde su ser interior no pueden explicar emociones o sentimientos, pero posibilitan a las personas adentrarse en su mundo para descubrir, sentir e imaginar a través de diversas actividades o prácticas de la vida cotidiana como charlas, rituales, fiestas del pueblo, comida, entre otras; por ello, la creación de un Jardín Etnobiológico es una respuesta viva que rescata los saberes tradicionales del uso de la vegetación de la zona norte de Sinaloa de los municipios de Ahome, Fuerte y Choix.

Por otro lado, la Sierra Madre Occidental (SMO), que cubre una superficie aproximada de 289 000 km² adyacente a los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Zacatecas, Nayarit y Jalisco, muestra cambios históricos en su paisaje, lo cual se demuestra con la colección

científica que a través del tiempo se ha hecho de sus anfibios y con el análisis de las variaciones de diversidad en diferentes periodos. Los registros muestran que el mayor número de colectas de anfibios se ha realizado en los estados de Chihuahua, Durango y Sinaloa, obteniéndose 8530 observaciones, siendo Sinaloa el estado con mayor número de registros, lo cual tiene que ver con su ubicación biogeográfica, en la cual coinciden condiciones tropicales en su porción centro-sur y áridas en la parte norte, dando así mayor variedad de ecosistemas en los cuales se han adaptado diferentes especies de anfibios. La intensidad de muestreo de anfibios en la región de la SMO ha sido históricamente muy variable. El período de mayor número de colectas ocurrió entre 1960 y 1979; durante estos 20 años se colectó el 47 % del total de colectas registradas desde 1818 hasta 2023, lo que indica la necesidad de realizar investigaciones de manera sistemática de la diversidad faunística en las tres regiones zoogeográficas de Sinaloa. Región de manglares y vegetación halófila, Planicie Costera (zona agrícola) y Pie de Monte de la Sierra Madre Occidental. Integrando información sobre las especies que se registren, así como también del impacto de las actividades acuícolas, ganaderas, agrícolas, industriales y el desarrollo de centros urbanos en la riqueza de especies y en la diversidad biológica en general.

Entre las distintas formas en las que se presentan las selvas secas en la porción norte del estado de Sinaloa están la Selva Baja Espinosa y la Selva Baja Caducifolia, las cuales están, en ocasiones, delimitadas por el Matorral Sarco-Crasicaule, la Vegetación Halófila y hasta el Bosque de Galería. En esas comunidades vegetales adaptadas a condiciones de alta aridez también se pueden encontrar numerosas especies de importancia forestal que, por su fuste, dominan el dosel. Estas especies son relevantes por su aporte como madera para construcciones diversas, así como para leña y carbón, aspectos bien arraigados en la cultura local. Su importancia también radica en que son un referente para establecer programas de conservación y manejo sustentable de estos tipos de vegetación, además de ser un insumo para la enseñanza en ingeniería forestal.

Hacia la zona sur de Sinaloa, entre los municipios de San Ignacio y Mazatlán, también se presentan formaciones vegetales que suelen ser más densas y altas que las de la porción noroeste. Para evaluarlas, se

determinan sus valores de importancia a partir de diversos cálculos que tienen que ver con el diámetro a la altura del pecho, el ancho de la base, el fuste, además del área y forma de la copa. Mediante estos parámetros, así como la abundancia, la densidad y la frecuencia, se definen los rasgos más relevantes dentro de una comunidad y de esa forma se aportan datos que sirven como referentes para el manejo de especies de ANP, así como para medir el impacto de la fragmentación del hábitat por actividades agrícolas, turísticas, entre otras.

México, como centro de origen primario de plantas silvestres y cultivadas, así como de fauna silvestre, tiene una amplia diversidad con alto valor de uso; de ahí que se vuelva trascendental realizar inventarios preliminares de las plantas silvestres con potencial comestible y medicinal en los bosques secos de Sinaloa, además de describir su importancia biocultural. Gracias a la diversidad de especies vegetales y animales, la entidad tiene una rica reserva genética estratégica para fortalecer la agricultura moderna y tradicional de México y Sinaloa, así como para repoblar áreas afectadas por las diferentes actividades productivas.

Ing. Roberto Fong Mendoza
Director fundador de la Escuela de Biología, UAS

Introducción a los bosques secos y semihúmedos de Sinaloa

Sinaloa es una entidad geográfica cuyos factores ambientales, como fisiografía, suelo, clima, así como su ubicación territorial entre dos grandes regiones biogeográficas contrastantes, han permitido, a lo largo de su litoral y desde la orilla del mar de Cortés hasta las cumbres de la Sierra Madre Occidental, la adaptación de numerosas especies que se distribuyen en diferentes ecosistemas. La variedad de ambientes permite observar en las faldas y cumbres de las montañas bosques tropicales secos y semisecos que maravillan por su brillante color verde en el verano, encinares y coníferas en lugares frescos y algunos tan fríos que reciben algunas nevadas de otoño e invierno, mientras que en la llanura costera prosperan matorrales xerófilos en los que destacan cactáceas columnares, magueyes, nopaleras y choyales, así como densos manglares en los que suelen abundar peces, crustáceos y moluscos, mientras que en las dunas de arena, algunas de ellas móviles, prosperan abundantes especies rastreras, y en sus numerosos ríos en los que se desarrolla un exuberante bosque de galería escurre el agua de las montañas hacia el mar.

Es en estos ambientes en los que también se encuentra una fauna muy diversa caracterizada, principalmente, por numerosas especies de aves de variados colores y formas, además de mamíferos de mediano y pequeño tamaño, así como saurios y reptiles que forman parte, todos ellos, de la biodiversidad y patrimonio biocultural sinaloense.

El estudio y conocimiento de esta amplia diversidad biológica ha sido y es el objetivo primordial de numerosos investigadores que a lo largo del tiempo han aportado, cada quien desde su campo de acción, elementos cuya divulgación permite conocer y valorar la presencia de esa flora y fauna que nos enorgullece, pero que a la vez nos obliga a aplicar medidas para su protección y conservación, ya que, en su conjunto, constituye un gran recurso biológico que debemos aprender a utilizar en beneficio de todos y sin afectar su estabilidad y permanencia.

La investigación biológica realizada en el estado de Sinaloa se ha ido acrecentando en los últimos años, resarcando el rezago científico existente comparativamente con otros estados del país. Esto se relaciona centralmente con una mayor formación de investigadores en las distintas instituciones académicas y científicas, y la incentivación de su actividad a través de sistemas de investigación, financiamiento de proyectos y programas institucionales.

Sin embargo, son todavía muchos los tópicos por documentar en nuestros bosques de Sinaloa. Por ejemplo, recientemente se han descubierto nuevas especies de plantas y se han reconocido endemismos existentes. También se ha ido avanzando en el conocimiento de la distribución de las especies, incluyendo a zonas transicionales y aspectos microclimáticos. Sin embargo, la genética de poblaciones es aún incipiente. Asimismo, todavía no se reconocen a cabalidad los efectos del cambio climático, o bien, el uso, valoración y conocimiento que poseen las comunidades rurales e indígenas acerca de sus ecosistemas y especies.

Una parte del cúmulo de conocimientos generado por investigadores y estudiosos de la biodiversidad de Sinaloa se concentra en el presente volumen. Se ofrece a un importante grupo de lectores, estudiosos reales y potenciales, como: estudiantes, maestros, investigadores, consultores ambientales, profesionistas de las ciencias ambientales; delegados, directivos, empleados de dependencias municipales, estatales y federales, entre muchos otros, quienes dispondrán de una fuente de datos de fácil acceso, para conocer más de estos conjuntos bióticos, para diversos propósitos como tareas de asignaturas, antecedentes de investigación, información para sus proyectos de campo o teóricos, útiles para la toma de decisiones y más renglones de utilidad.

El libro, que pretende ser una fuente de conocimientos sobre diversos tópicos relativos a los bosques secos y semihúmedos de Sinaloa, fue un ejercicio de aprendizaje y a su vez una oportunidad de convergencia para la publicación de trabajos individuales y colectivos en variados temas. Los contenidos incluidos son nueve acercamientos u ópticas del estudio de las comunidades bióticas que abarcan la mayor superficie potencial del estado de Sinaloa. A pesar de ser tópicos dominantes sobre comunidades de plantas, el presente material se caracteriza por ser heterogéneo,

e incluye trabajos descriptivos y analíticos al contener descripciones de un grupo faunístico, listados de flora, características de comunidades de plantas, recursos vegetales y un análisis sincrónico de estos bosques.

Como parte de su estructura, la obra inicia con temas vinculados a los estudios florísticos en diferentes lugares y ambientes del estado. Así, Carrillo García y colaboradores contribuyen al conocimiento de la flora del norte de Sinaloa. Realizaron un inventario de plantas vasculares y análisis de comunidades vegetales en el “Cerro de Las Escaleras” de la Sierra de Barobampo, Ahome. Determinaron la riqueza, parámetros ecológicos y valor de importancia de las especies. Analizaron la similitud y diversidad de cuencas y del gradiente altitudinal en el cerro, además de ofrecer una comparación con otras floras regionales. Revelan que el sitio estudiado posee la mayor diversidad florística (y probablemente faunística) de Ahome, Sinaloa, incluyendo a especies en riesgo, endémicas y atípicas. Se discuten asuntos biogeográficos y climáticos relevantes, proponiendo la zona como prioritaria para su conservación.

Mientras que Avendaño y colaboradores versan sobre los árboles, se incluye un amplio trabajo bibliográfico de la forma de vida más conspicua de los bosques. En el listado se incluyen alfabéticamente las familias, epítetos genéricos y específicos de la forma de crecimiento arbórea; se particulariza que ciertos individuos de algunas especies pueden comportarse, dependiendo de su escenario geográfico y ecológico, como arbustos y viceversa. Forma parte del contenido aspectos de niveles espaciales de la distribución geográfica y categorías taxonómicas dominantes.

Lara Ponce y colaboradores describen un estudio florístico y etnoecológico de tres tipos de bosques secos y semisecos como el Matorral Sarco-Crasicaule, la Selva Baja Espinosa y la Selva Baja Caducifolia, distribuidos en gradientes altitudinales de la microrregión San Blas a Ocoroni, Sinaloa de Leyva. El objetivo fue identificar la diversidad de especies forestales, la estructura por tipo de vegetación y la relación sociocultural con la flora representativa. Abre la posibilidad a estudios que promuevan el manejo forestal sostenible y la conservación de la diversidad florística con participación social.

Otra de las secciones de la obra es aquella relacionada con los recursos naturales y su forma de uso por los diferentes grupos sociales que

se distribuyen en el territorio estatal. Destacando en este contexto el trabajo desarrollado por Salomón-Montijo y coautores, quienes incluyen el renglón sobre los recursos vegetales como una manera de vinculación de grupos humanos con las plantas, realizando un arduo trabajo de campo para ejemplificar los usos de la pitaya marismeña (*Stenocereus thurberi*), como una cactácea ampliamente utilizada, donde sus tallos se encuentran en construcciones variadas como viviendas, corrales y cercas vivas, mientras que los frutos se destinan al autoconsumo y a la venta, teniendo grandes potenciales en otras categorías de uso.

Por su parte, Pio León y colaboradores ahondan en el uso de los recursos vegetales como alimento, haciendo una amplia revisión bibliográfica de este tópico. En su contribución se listan las categorías de familias, géneros y especies más empleadas, así como las familias dominantes en especies como fuentes de nutrición; se mencionan también los órganos de las plantas más utilizados y el espectro de las categorías alimentarias. Haciendo hincapié en la importancia del manejo y conservación de estos recursos disponibles en la entidad en estado silvestre.

En este contexto de las investigaciones en el campo de la dinámica ecológica, en las que se describen las relaciones de los seres vivos con su entorno, las interacciones entre ellos, así como su densidad, abundancia y productividad, destaca el aporte de Márquez y colaboradores, que es una importante base de datos sobre el valor de importancia de especies de plantas leñosas del bosque tropical seco que se desarrolla en un área natural protegida como el Santuario Playa El Verde Camacho, decretado para su protección debido a que es un sitio de desove de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea*, una especie protegida por normas nacionales e internacionales. En su estudio, los autores destacan la relevancia de diversos parámetros ecológicos como la abundancia, la densidad y la frecuencia para obtener el valor de importancia de cada especie leñosa del sitio y, de esa manera, detectar a aquellas que sean más destacables para el ecosistema. De acuerdo con este índice y con el patrón de distribución espacial de cada una de ellas, esto se constituye. La información obtenida mediante este tipo de análisis resulta de especial importancia para el diseño de planes de manejo tanto en áreas naturales protegidas como en espacios destinados a la explotación forestal.

Los lagos, lagunas, ríos y arroyos, así como otros afluentes de agua dulce, constituyen importantes ambientes para el desarrollo de plantas y fauna acuática. Entre esta última destacan los anfibios, animales que desarrollan su ciclo de vida tanto en el agua como en la tierra y cuyo conocimiento es incipiente en cuanto a su distribución en los bosques secos de Sinaloa. Es así que el estudio de Castro Bastidas y colaboradores sobre los Patrones de Diversidad de Anfibios en los bosques tropicales secos de Sinaloa brinda un esbozo sobre la presencia de estos animales en Sinaloa, donde se les encuentra en los remansos de arroyos y ríos o bien, entre el follaje que permanece húmedo un largo período de tiempo y donde obtienen refugio y alimento. También hace énfasis en los cambios que se han presentado a lo largo del tiempo en aquellos sitios donde antaño se colectaron diferentes especies de sapos y ranas, principalmente, a partir de la información histórica registrada por los colectores in situ y lo que se observa en la actualidad.

Por otro lado, el crecimiento de las comunidades rurales y las ciudades de la entidad exige la construcción de espacios, la apertura de caminos, la introducción de redes de energía eléctrica, telefonía y otros beneficios tecnológicos. Esto se vincula a la ampliación del área destinada a la agricultura, ganadería, acuicultura y silvicultura para provocar cambios en el uso del suelo, estableciendo así criterios básicos para la regulación de los espacios naturales. Es por ello que se vuelve muy necesario conocer las fluctuaciones históricas de la cobertura de la vegetación en Sinaloa. Dado que el bosque tropical caducifolio es el tipo de vegetación más importante en cuanto a cobertura en el territorio estatal, de acuerdo con Adrián Bojórquez, el análisis de imágenes de satélite muestra el cambio de uso de suelo y la cobertura vegetal en el pasado y el presente, permitiendo así modelar las variaciones en el futuro de este ecosistema tropical tan importante para la entidad.

Por su parte, Castañeda de los Santos describe la importancia múltiple del Jardín Etnobiológico Juyya Ánnia, circunscrito dentro del Jardín Botánico “Benjamin Francis Johnston” de Los Mochis, uno de los más antiguos de México, destinado para la exhibición, conservación y divulgación de los recursos bioculturales del pueblo Yoreme-Mayo de Sinaloa. Hace referencia al registro de los cientos de especies útiles, así

como a las categorías de uso o saberes ancestrales a las que pertenecen, de este grupo humano ancestral que habita en el norte de Sinaloa y sur de Sonora, su milenaria sabiduría, resultado de su vínculo con su entorno de especies y comunidades de bosques secos y la transmisión de conocimiento oral generacional.

Coordinadores del libro

<https://doi.org/10.61728/AE20258955>



Capítulo 1

Los bosques tropicales caducifolios de Sinaloa: pasado y presente

The Sinaloan tropical deciduous forest: past and present

Jesús Adrián Bojórquez-Valdez¹

<https://doi.org/10.61728/AE20258962>



¹ Laboratorio de Ecología Terrestre y Macrosistemas, Departamento de Ciencias del Agua y Medio ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora. C.P. 85000. Jesus.bojorquez@itson.edu.mx.

Resumen

Los bosques tropicales caducifolios (BTC) neotropicales alcanzan su distribución más norteña en el noroeste de México, en particular en los estados de Sinaloa, Chihuahua y Sonora. Quizás es en esta región en la que se presenta el bastión más norteño y continuo del BTC en México. Este tipo de vegetación se define como el tipo de bosque que pierde sus hojas en la época seca y su importancia radica en la alta diversidad y endemismos que presenta. A pesar de lo anterior, una de las principales causas de pérdida de cobertura del BTC es el cambio de uso de suelo para realizar actividades agrícolas y ganaderas. En este estudio se analizó la pérdida de BTC en el estado de Sinaloa para el periodo 1993-2021, comparando su distribución potencial con base en lo reportado para 1993 por la serie I de uso de suelo y vegetación de INEGI, así como su relación con el cambio del área de uso agrícola. A nivel del estado, el BTC ha perdido el 10.1 %, y ocupa actualmente el 32.4 % (24.8 de bosque maduro y 8.2 de bosques secundarios) con una tasa de pérdida anual de 0.4 %. La pérdida de cobertura forestal presenta una elevada relación ($R^2 = 0.98$) con el incremento en el área de uso agrícola. Si las tendencias continúan, es probable que en las próximas décadas el bosque restante presente una fuerte reducción y fragmentación, por lo que se recomienda urgentemente promover acciones para asegurar su conservación.

Introducción

Actualmente, los bosques tropicales secos o bosques tropicales caducifolios (BTC) son considerados como uno de los ecosistemas tropicales más amenazados a nivel mundial (Hoekstra et al., 2005; Janzen, 1988). Este tipo de bosque se distribuye generalmente entre los 20 y 10° de latitud a ambos lados del Ecuador y por debajo de 1,200 msnm (Miles et al. 2006; Ocón et al. 2021). Su principal característica es que se desarrollan

en sitios de clima cálido, con lluvias entre 500 y 1500 mm anuales y con una temporada de sequía que va de 5 a 6 meses. Estos bosques son definidos como aquellos que pierden entre el 50 y el 100 % del follaje en la época seca, y presentan una cobertura de dosel mayor al 30 % con predominancia de especies de hoja ancha, las cuales cubren más del 75 % del dosel (Bezaury, 2010). Aunque los BTC son menos diversos que los bosques tropicales húmedos, estos concentran una gran variedad de especies de flora y fauna que muestran extraordinarias adaptaciones a la estacionalidad de la precipitación (Olson y Dinerstein, 2002). Además, estos bosques tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de biomasa aérea, y se ha reportado que en su faceta de bosques maduros (~100 años) puede variar desde 39 hasta 334 Mg ha⁻¹ (Becknell et al., 2012), mientras que en su estado de regeneración o de sucesión secundaria pueden alcanzar rangos de biomasa aérea que van desde 20 hasta 225 Mg ha⁻¹ después de 20 años de recuperación (Poorter et al. 2016).

En las últimas décadas, el BTC ha perdido grandes extensiones de bosque debido al crecimiento poblacional y el incremento en la demanda global de productos agrícolas (FAO 2012). En cuanto a su cobertura actual a nivel mundial, el BTC en estado maduro ocupa solamente el 44 % (Jaramillo y Murray-Tortarolo 2019), y dentro de las causas de la pérdida de cobertura se encuentran el cambio climático, la fragmentación de bosque, el fuego, la conversión de tierras a uso agrícola y el aumento de la población humana (Miles et al., 2006; Sánchez-Azofeifa et al., 2005). En cuanto al Pacífico mexicano, algunas de las causas de pérdida de BTC se le atribuyen mayormente a la agricultura y ganadería (Burgos y Maass, 2004; Miles et al. 2006), quizás por el fácil manejo, las bajas alturas de dosel y que se pueden quemar con mayor facilidad que los bosques lluviosos (Murphy y Lugo, 1986). El abandono de áreas donde se desarrollaba agricultura y ganadería ha permitido una recuperación gradual de la masa forestal del BTC, tanto de la estructura como de los servicios ecosistémicos que este provee (Brown y Lugo, 1990; Martínez-Ramos y García-Orth, 2007; Uhl et al., 1987), así como la diversidad y el almacén de biomasa/carbono (Becknell et al., 2012; Chazdon et al., 2016; Mora et al., 2017). Debido a lo anterior, es común que en los paisajes del trópico seco se observen parches de bosques en proceso de sucesión secundaria, bosques maduros, áreas agrícolas y ganaderas (Chazdon, 2003).

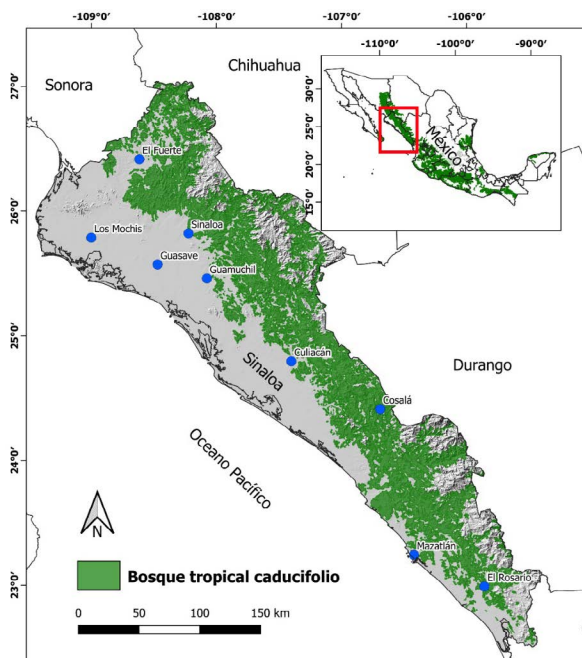
En México, en cuanto a extensión, al bosque tropical caducifolio se le considera el tipo de vegetación tropical más extenso (Rzedowski, 2006), alcanzando su distribución más norteña en el noroeste, en los estados de Sonora, Sinaloa y Chihuahua (Búrquez y Martínez-Yrizar, 2010; Dirzo et al., 2011). En esta región se presenta quizás el bastión más norteño y continuo de toda la distribución en el país (INEGI, 2021), posiblemente debido a que este ecosistema se encuentra confinado en los declives occidentales de la Sierra Madre Occidental, principalmente en las porciones inferiores de los macizos montañosos (300-1200 msnm) (Rzedowski, 2006), lo que hace poco accesibles las áreas para el desarrollo tecnificado de actividades agrícolas y ganaderas. Sin embargo, en esta región y en particular para el estado de Sinaloa, es probable que el cambio de uso de suelo también haya ejercido un papel preponderante en la distribución del BTC en las últimas cinco décadas, sobre todo a partir de los setenta, cuando el gobierno promovió el reparto de tierras incentivando el cambio de uso de suelo para desarrollar actividades agrícolas y ganaderas en todo el país. Así, para los noventa, Flores y Gerez (1994) reportaron para Sinaloa una pérdida de BTC de 35 %, siendo bosques maduros el 42.8 % y bosque secundario el 14.4 %. En cuanto a la agricultura de riego y de temporal, el área que cubrían en el estado era de 18.3 y 8.6 %, respectivamente (Flores y Gerez, 1994).

En la actualidad, existen herramientas muy sofisticadas para evaluar la pérdida de bosques o cambios en las coberturas de vegetación en cualquier parte del mundo. En México se cuenta con los conjuntos de datos de uso de suelo y vegetación que han sido publicados cada cierto periodo a partir de 1985 (INEGI, 2023). Esto permite monitorear la pérdida o recuperación de los ecosistemas forestales en cualquier parte del país, así como determinar los factores que podrían estar asociados a dichos cambios. Así, en este estudio se analizaron las siete series (I-VII) de uso de suelo y vegetación de INEGI para las últimas tres décadas (1985-2021) para conocer a) el estado actual de la distribución del BTC en el estado de Sinaloa, b) la fluctuación de este en las últimas dos décadas, así como c) la relación que presenta la pérdida de cobertura de BTC con el aumento o disminución de la actividad agrícola.

Metodología

El área de estudio comprende la región del bosque tropical caducifolio (BTC) del estado de Sinaloa (Figura 1). Este tipo de vegetación incluye bosques maduros y bosques secundarios en regeneración (INEGI, 2021). Este tipo de bosque se caracteriza por ser un tipo de vegetación en el que aproximadamente el 70% de las especies de plantas pierden sus hojas en la época de estiaje (Rzedowski, 2006). Climáticamente, el BTC sinaloense se distribuye mayormente en climas cálidos subhúmedos (Aw0) y semiáridos (BS1) (Trejo-Vázquez, 1999). De acuerdo a Trejo-Vázquez (1999), la precipitación y temperatura anual que caracterizan el área de distribución del BTC en la región son de 742.9 mm y 24 °C, respectivamente. La distribución del BTC en el estado ocurre sobre los valles, lomeríos y montañas de la Sierra Madre, principalmente entre los 0 y 800 metros sobre el nivel del mar (msnm), y el 90% se encuentra en elevaciones menores a los 400 msnm (INEGI 2021). Los tipos de suelos en los que se distribuye el BTC en el estado son, principalmente, de mayor a menor proporción (%): Regosoles (32.9), Litosoles (28) y Feozems (21.2) (INEGI 2019). Los paisajes del BTC en la región se encuentran mayormente compuestos por BTC en estado maduro, secundario, áreas de uso agrícola y ganadero (Bojórquez Valdez, 2009; INEGI, 2021).

Figura 1. Distribución del bosque tropical caducifolio (BTC) en el estado de Sinaloa (INEGI, 2021). Escala 1:250 000



En cuanto a la flora de estas comunidades, se pueden identificar especies como amapa (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.), sinónimo de *Tabebuia palmeri* Rose), palo blanco (*Ipomoea arborescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don.), mauto (*Lysiloma divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr.), sangregado (*Jatropha cordata* (Ortega) Müll.Arg.) y varias especies de papelillo (*Bursera fagaroides* (Kunth) Engl.) (Márquez-Salazar et al., 2019; Rubio et al., 2010a; Rubio et al., 2010b). En su faceta de bosques secundarios podemos observar huinolos (*Acacia cochliacantha* Willd.), uña de gato (*Mimosa* spp.) (Bojórquez-Valdez, 2009).

Obtención y procesamiento de datos de INEGI

Para analizar el cambio en la cobertura de bosque tropical caducifolio en el estado de Sinaloa, se descargaron y analizaron todas las siete series

(I-VII, Tabla 1) de uso de suelo y vegetación disponibles en el portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (INEGI, 2023).

La información contenida en las series es obtenida a partir de la aplicación de técnicas que han evolucionado conforme ha avanzado la tecnología, desde fotointerpretación de imágenes aéreas hasta el análisis de imágenes geomedianas de la constelación satelital Landsat, procesadas en Cubo de Datos Geográficos. Esta interpretación está apoyada con trabajos de campo y son conjuntos de datos que contienen la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos agrícolas con sus respectivas variantes en tipos de vegetación, cultivos e información ecológica relevante. Dicha información geográfica digital contiene datos estructurados en forma vectorial codificados de acuerdo con el Diccionario de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación para la Escala 1:250 000, aplicables a las diferentes unidades ecológicas (comunidades vegetales y usos antrópicos) contenidas en el conjunto de datos. Se descargaron todas las series disponibles desde 1985 hasta 2021 (Tabla 1) para ser incorporadas en un sistema de información geográfica Quantum GIS (QGIS, 2022).

Tabla 1. Número de serie y año de referencia de cada una de las series de uso de suelo y vegetación publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023)

Serie	Año de publicación
I	1991
II	2000
III	2005
IV	2010
V	2014
VI	2017
VII	2021

Análisis de datos

El análisis de los datos incluyó el procesamiento de los datos vectoriales de las coberturas de vegetación del bosque tropical caducifolio del estado de Sinaloa de cada una de las series de INEGI (Tabla 1), así como

la cobertura de uso agrícola de riego y de temporal. En este proceso, las capas se cortaron a nivel de estado, para posteriormente obtener el área y porcentaje que correspondía a cada una de las coberturas en cada serie de INEGI (I-VII). Posteriormente, todos estos datos se pasaron a una hoja de Excel, donde fueron procesados y graficados. Además, se relacionó el porcentaje de cobertura de bosque con el porcentaje de áreas de uso agrícola para cada uno de los años en los que fueron publicadas las series de INEGI. Esta relación se realizó ajustando un modelo lineal simple (Eq. 1), donde y es la variable respuesta (% de área perdida, x es la variable predictora (% de área con uso agrícola, y α (ordenada al origen) y β (pendiente) son los coeficientes del modelo.

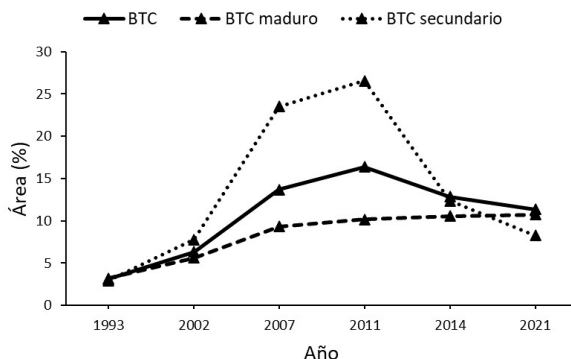
$$\text{Eq. 1} \quad y = \alpha + \beta x$$

Resultados y análisis

Cambios en la cobertura del BTC y áreas de uso agrícola

En este estudio se analizó el cambio de cobertura tanto del bosque tropical caducifolio (BTC) como de las áreas de uso agrícola para el estado de Sinaloa, usando las series de uso de suelo y vegetación de INEGI (I-VII) para el periodo 1991-2021. Se encontró que, en referencia a la cobertura del BTC de la primera serie de uso de suelo y vegetación publicada en 1991, este bosque sigue perdiendo su cobertura, alcanzando su pico más alto en el año 2011 (línea continua, Figura 2) y disminuyendo su pérdida hasta 11.3 % para el año 2021. Se puede observar que, de mantenerse esta tendencia, disminuirá la pérdida en las próximas décadas. Sin embargo, al analizar el BTC por tipo de bosque maduro y secundario, es notable que los bosques maduros presentan un aumento constante en la pérdida de cobertura con un máximo de hasta 10.7 % para el año 2021 (Figura 2).

Figura 2. Porcentaje (%) de pérdida de cobertura del bosque tropical caducifolio (BTC) para el periodo 1993-2021 con respecto a la serie I de INEGI. La línea continua representa el conjunto del BTC maduro y del BTC secundario

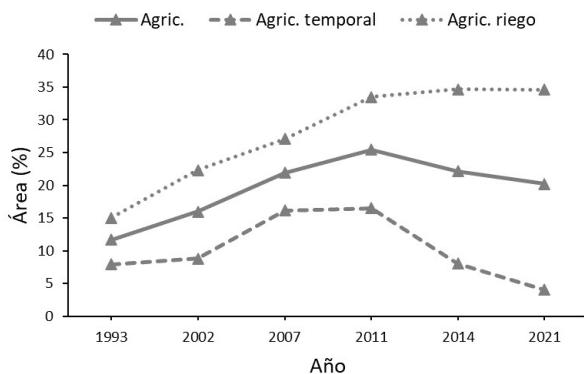


Esta situación es preocupante porque este tipo de bosques son más diversos comparados con los bosques secundarios (Álvarez-Yépiz et al., 2008; Bojórquez-Valdez, 2009), ya que en general almacenan mayor biomasa aérea (Becknell et al., 2012; Mora et al., 2017), y al continuar en disminución, implicaría una pérdida de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y, en última instancia, pérdida del carbono aéreo almacenado, contribuyendo con esto al calentamiento global.

En el caso de los bosques secundarios (BTC secundario, Figura 2), la pérdida de cobertura se incrementó exponencialmente hasta 2011, alcanzando un pico máximo de 26.5 % y posteriormente una disminución abrupta de hasta 8.3 % para el año 2021. Este hallazgo es importante porque, aunque estos bosques son menos diversos que los bosques en estado maduro (Álvarez-Yépiz et al., 2008; Bojórquez Valdez, 2009), estos se encuentran en crecimiento, incrementando relativamente rápido la biomasa/carbono aéreo al aumentar el tiempo de abandono (Chazdon et al., 2016; Mora et al., 2017), contribuyendo con esto a la disminución del calentamiento global a través de la captación de carbono desde la atmósfera. Además, con el tiempo, estos bosques también tienen la capacidad de recuperar la diversidad y estructura (Álvarez-Yépiz et al., 2008; Bojórquez-Valdez, 2009; Gordillo-Ruiz et al., 2020), así como los servicios ecosistémicos que estos proveen a las sociedades.

En cuanto a la cobertura de tierras donde se realizan actividades agrícolas en el estado, se encontró que a nivel global la proporción de área de uso agrícola iba en aumento hasta 2011, observándose un decremento sutil y sostenido para el año 2021 con hasta 20.2 % (línea continua, Figura 3). Sin embargo, cuando evaluamos el cambio por tipo de actividad agrícola (de riego o de temporal), la situación se vuelve más dramática porque se puede observar un incremento mayor y constante de la agricultura de riego (Figura 3) respecto a la agricultura de temporal, con una pérdida máxima de 34 % para 2021. Esto se puede deber a que, en las últimas dos décadas, ha ocurrido un avance en las tecnologías de uso agrícola, pero también un mayor acceso a mejores maquinarias. Esto probablemente ha facilitado la conversión de áreas de bosques maduros y secundarios a áreas de actividad agrícola tecnificada para cubrir la demanda de alimentos de las poblaciones humanas tanto a nivel local, regional y nacional (CIEGSIN, 2023) a costa de la preservación del BTC. Por otro lado, en el caso de la agricultura de temporal (Figura 3), esta presentó una tendencia positiva y similar a la de la agricultura de riego hasta 2011, pero en menor magnitud, seguida por una disminución de 8.1 y 4.1 % para 2014 y 2021, respectivamente. Este hallazgo es importante, ya que esta actividad agrícola se desarrolla comúnmente en los valles de las partes altas de los lomeríos durante la temporada de lluvias, y aunque cubre menor extensión de tierra (14.3 % respecto al estado), esta presenta el menor porcentaje de pérdida para el año 2021 (INEGI, 2023). Probablemente una de las causas de la disminución de esta actividad en el estado es la migración de personas desde las áreas rurales hacia las grandes ciudades, ya sea por falta de oportunidades de trabajo o pérdida de fertilidad de los suelos (Murphy y Lugo, 1986), disminuyendo así el cambio de uso de suelo para desarrollar este tipo de actividad productiva.

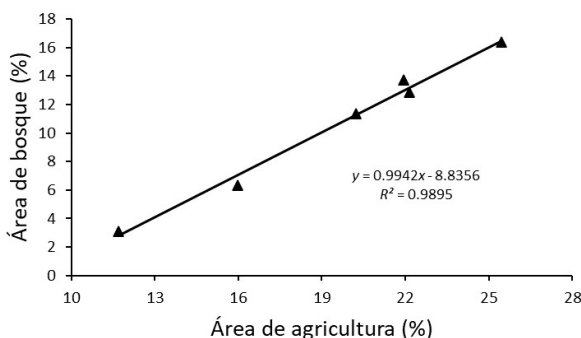
Figura 3. Cambio de cobertura de áreas de uso agrícola (temporal y de riego) en el estado de Sinaloa para el periodo de 1993-2021 con respecto a la serie I de INEGI. Línea continua: incluye el total de área que cubren en conjunto la agricultura (agric.) de riego y de temporal



Relación de la pérdida de BTC con áreas de uso agrícola

En cuanto a las causas de pérdida de BTC en México, se ha reportado que las actividades agrícolas son una de las principales causas del cambio de uso de suelo (Maass et al., 1995; Trejo y Dirzo, 2000). En el caso de este estudio, se analizó la relación entre la pérdida de cobertura (%) del BTC y áreas de uso agrícola, encontrándose una relación positiva ($R^2 = 0.99$, Figura 4) en la que el aumento del área de uso agrícola aumenta la pérdida de cobertura del BTC.

Figura 4. Relación entre la pérdida (%) del área de cobertura de BTC (incluye bosque maduro y secundario) y la cobertura de áreas (%) de uso agrícola (riego y de temporal) durante el periodo 1993-2021 con respecto a la serie I de INEGI. En la fórmula, y es el porcentaje de área perdida de BTC y x es el porcentaje de área con actividad agrícola. 0.9942 y 8.8356 son los coeficientes del modelo β y α . R^2 es el coeficiente de determinación del modelo

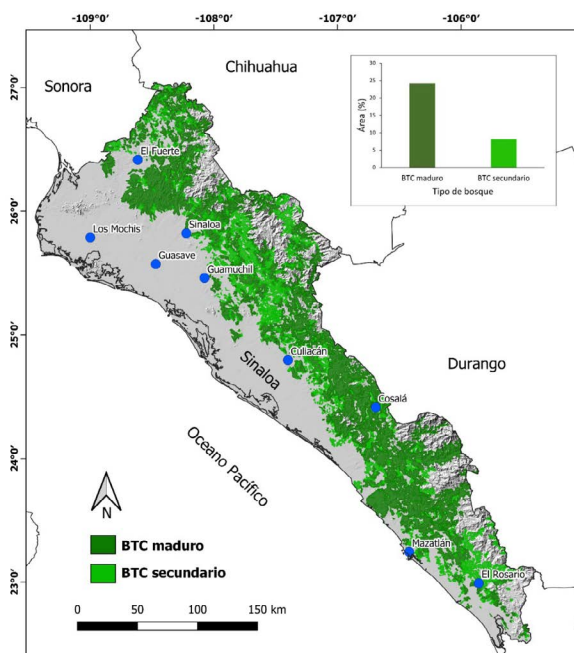


Este patrón ya ha sido reportado para muchas otras regiones del neotrópico, donde grandes áreas de bosques de BTC son taladas y convertidas a áreas de uso agrícola (Burgos y Maass, 2004; Maass et al., 2010). Otro factor que probablemente contribuye a que este bosque sea transformado respecto a bosques tropicales húmedos es la baja altura de dosel, la facilidad de quema y la alta fertilidad de los suelos (Maass et al., 1995; Murphy y Lugo, 1986).

Estado actual y conservación del BTC en el estado de Sinaloa

En cuanto a la distribución actual del BTC en el estado de Sinaloa, se encontró que en general este bosque cubre el 32.3 % de la superficie estatal (Figura 5), 10.1 y 24.8 % menos de cobertura respecto a lo reportado en la serie I de INEGI y Flores y Gerez (1994). En cuanto al área que cubre en su fase de BTC maduro y BTC secundario, esta fue de 24.1 y 8.2 %, respectivamente (Figuras 5 y 6).

Figura 5. Distribución del bosque tropical caducifolio (BTC) en el estado de Sinaloa (INEGI 2021). El porcentaje de cobertura estimado en la gráfica es con respecto al área estatal



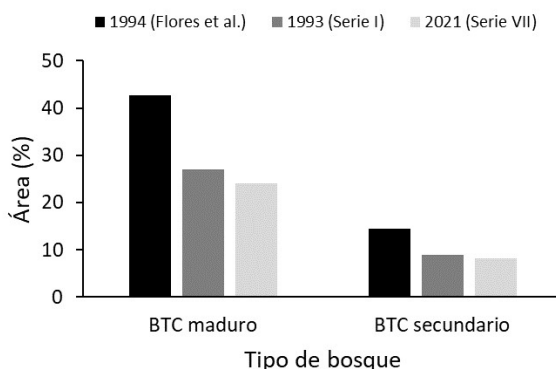
Estos valores son 2.9 y 0.7 % más bajos respecto a la serie I de INEGI (1993) (Figura 6) y mucho más bajos que la extensión de bosque reportada por Flores y Gerez (1995) con 18.7 y 6.2 % para BTC maduro y BTC secundario, respectivamente (Figura 6). Es importante resaltar las diferencias de pérdida de BTC que se obtienen usando como base diferentes fuentes; sin embargo, hasta 2021 fue notable que la cobertura del BTC a nivel estatal y en estado maduro presenta una tendencia a disminuir con una tasa de 0.8 y 0.2 % anual con respecto a Flores y Gerez (1994) y la Serie I de INEGI, respectivamente.

Lo anterior resalta la importancia de este estudio, ya que muestra la necesidad de tomar acciones rigurosas y radicales para desarrollar mejores prácticas de manejo y conservación de este tipo de bosque en el estado. Algunas de las acciones o mecanismos con los cuales se puede coadyuvar o detener la pérdida de bosque son por medio del estableci-

miento o decreto de áreas naturales protegidas. En cuanto a esto, en las últimas dos décadas solo se ha establecido en Sinaloa una reserva federal (SEMARNAT 2015), una zona sujeta a conservación ecológica (Rubio et al. 2010a) y recientemente dos áreas destinadas voluntariamente a la conservación (CONANP 2017).

En conjunto, estas cuatro áreas representan solo el 1.8 % de la distribución actual del BTC (INEGI 2021). Por lo anterior, es de vital importancia aumentar la extensión de áreas de conservación, ya que con estas también se preserva la diversidad y estructura de este tipo de bosque (Márquez-Salazar et al., 2019; Rubio et al., 2010a; Rubio et al., 2010).

Figura 6. Porcentaje (%) de cobertura de bosque tropical caducifolio (BTC) de acuerdo a Flores y Gerez (1994) (barras negras), Serie I (barras grises) y Serie VII (barras grises claras) de INEGI (1993)



Sin embargo, es posible que estas áreas no sean suficientemente representativas y no aseguren la conectividad de los distintos parches del BTC a nivel de paisaje y de región, por lo que se enfatiza la urgencia de mayores acciones y esfuerzos de conservación donde se integren sociedad y gobierno, tanto estatal como federal, para aumentar las áreas de conservación del BTC y, con ello, detener y/o disminuir la pérdida de este bosque en la región.

Conclusiones

En este estudio se analizó el cambio y estado actual del bosque tropical caducifolio (BTC) para el estado de Sinaloa, así como su relación con el aumento del área con actividad agrícola en las tres últimas décadas. Se encontró que la mayor pérdida de bosque ocurrió en el periodo de 2007 a 2011, tanto global como de bosques secundarios. En cuanto al BTC maduro, este mostró un aumento constante en la pérdida de cobertura para el periodo 2014-2021. Es importante resaltar que la pérdida de bosques se asoció fuertemente con el aumento de la cobertura de áreas de uso agrícola, un patrón generalizado para muchas áreas del trópico seco. De acuerdo a nuestros hallazgos y si las tendencias continúan, es probable que en las próximas décadas el bosque restante presente una fuerte reducción y fragmentación en su distribución, por lo que se recomienda urgentemente promover acciones y mejores políticas públicas para asegurar la conservación de este significativo ecosistema.

Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) por brindarme un espacio en el cual he realizado este estudio. Al CONAHCYT, hoy SECIHTI, por otorgarme la beca posdoctoral. Al proyecto PROFAPI 2023_040 JABV otorgado por ITSON para el financiamiento para equipo de cómputo.

Bibliografía

- Álvarez-Yépiz, J.C., Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A., Lindquist, C. (2008). Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256 (3): 355–366. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.04.049>
- Becknell, J.M., Kissing Kucek, L., Powers, J.S. (2012). Aboveground biomass in mature and secondary seasonally dry tropical forests: A literature review and global synthesis. *Forest Ecology and Management*, 276: 88–95. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.03.033>

- Beltrán, R.Y., y Bárcenas, H. (2010a). Meseta de Cacaxtla, Sinaloa. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Creel Bezaury, J., Dirzo, R. (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. CONABIO, Ciudad de México. 405–409 pp.
- Beltrán, R.Y., y Bárcenas, H. (2010b). El Mineral de Nuestra Señora, Cosalá, Sinaloa. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Creel Bezaury, J., Dirzo, R. (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. CONABIO. Pp. 410–414.
- Bezaury, J., (2010). Las selvas secas del Pacífico mexicano en el contexto mundial. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury C., J., Dirzo, R. (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico Mexicano*. Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (CONABIO). Pp. 21–41.
- Bojórquez Valdez, J.A. (2009). *Cambios sucesionales en la vegetación del cerro del Realito, municipio de Sinaloa, Sinaloa, México*. Universidad Autónoma de Sinaloa. Tesis de licenciatura.
- Brown, S., y Lugo, A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*, 6 (1): 1–32.
- Burgos, A., y Maass, J.M. (2004). Vegetation change associated with land-use in tropical dry forest areas of Western Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104 (3): 475–481. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2004.01.038>
- Búrquez, A., Martínez-Yrizar, A. (2010). Límites geográficos entre selvas secas y matorrales espinosos y xerófilos: ¿que conservar? En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, G., Bezaury C., J., Dirzo, R. (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Pp. 53–63.
- Chazdon, R.L. (2003). Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6 (1): 51–71. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>
- Chazdon, R.L., Broadbent, E.N., Rozendaal, D.M.A., Bongers, F., Zambrano, A.M.A., Aide, T.M. (2016). Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in *the Latin American tropics*.

- Science Advances*, 2 (5). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501639>
- CIEGSIN, (2023). *Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Sinaloa* [WWW Document]. URL https://estadisticas.sinaloa.gob.mx/EE_Sinaloav2.aspx#. Consultado julio 02, 2023.
- CONANP, (2023). *Información espacial de las Áreas Naturales Protegidas* [WWW Document]. URL http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm. Consultado julio 03, 2023.
- CONANP (2017). CONANP y el gobierno de Sinaloa fortalecen las áreas naturales protegidas [WWW Document]. URL <https://www.gob.mx/conanp/prensa/conanp-y-el-gobierno-de-sinaloa-fortalecen-las-areas-naturales-protegidas>. Consultado julio 03, 2023.
- Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A., Ceballos, G., (2011). Introduction. En: Dirzo, R., Young, H.S., Mooney, H.A., Ceballos, G. (Eds). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Island Press.
- FAO, 2012. El estado de los bosques del mundo 2012, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.
- Flores, O., y Gerez, P. (1994). Sinaloa. En: Flores Villela, O., Gerez, P. (Eds). *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 223–228, pp.
- Gordillo Ruiz, M.C., Pérez Farrera, M.Á., Castillo Santiago, M.Á. (2020). Estructura y composición arbórea del bosque tropical caducifolio secundario en la Depresión Central, Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 26 (3): 1–15. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632055>
- Hoekstra, J.M., Boucher, T.M., Ricketts, T.H., Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, 8: 23–29. <https://doi.org/10.1111/J.1461-0248.2004.00686.X>
- INEGI (2023). Uso de suelo y vegetación [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/>. Consultado julio 01, 2023.
- INEGI (2021). *Conjunto de datos vectoriales del uso de suelo y vegetación escala 1:250 000*. Serie VII [WWW Document]. Inst. Nac. Estadística y Geogr.
- INEGI (2019). *Edafología* [WWW Document]. URL <https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/>. Consultado junio 12, 2019.
- Janzen, D.H. (1988). Tropical dry forests: The most endangered major

- tropical ecosystem. En: Wilson, E.O., Peter, F.M. (Eds). *Biodiversity. National Academies Press (US)*, 130–137 pp.
- Jaramillo, V.J., y Murray-Tortarolo, G.N. (2019). Tropical dry forest soils: global change and local-scale consequences for soil biogeochemical processes. En: Busse, M., Giardina, C.P., Morris, D.M., Page-Dumroese, D.S. (Eds). *Global Change and Forest soils: cultivating stewardship of a finite natural resource. Elsevier, Amsterdam*. 109–130 pp. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63998-1.00007-0>
- Maass, J.M., Vose, J.M., Swank, W.T., Martínez-Yrizar, A. (1995). Seasonal changes of leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico. *Forest Ecology and Management*, 74 (1-3): 171–180. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)03485-F](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)03485-F)
- Maass, M., Búrquez, A., Trejo, I., Valenzuela, D., González, M.A., Rodríguez, M. (2010). Amenazas. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury-Creel, J., Dirzo, R. (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. 321–349 pp.
- Márquez-Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Reyes-Olivas, Á., Amador-Medina, M., Millán-Otero, G. (2019). Composición y diversidad florística de bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Gayana Botánica*, 76 (2): 176–188. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432019000200176>
- Martínez-Ramos, M., y García-Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín la Sociedad Botánica de México*, 80: 69–84. DOI: 10.17129/botsoci.1758
- Miles, L., Newton, A.C., DeFries, R.S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, 33 (3): 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>
- Mora, F., Jaramillo, V.J., Bhaskar, R., Gavito, M., Siddique, I., Byrnes, J.E.K. (2017). Carbon accumulation in Neotropical dry secondary forests: the roles of forest age and tree dominance and diversity. *Ecosystems*, 21: 536–550. <https://doi.org/10.1007/s10021-017-0168-2>
- Murphy, P.G., y Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 67–88.
- Ocón, J.P., Ibanez, T., Franklin, J., Pau, S., Keppel, G., Rivas-Torres, G.

- (2021). Global tropical dry forest extent and cover: A comparative study of bioclimatic definitions using two climatic data sets. *PLoS One*, 16 (5): e0252063. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0252063>
- Olson, D.M., y Dinerstein, E. (2002). The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals Of the Missouri Botanical Garden*, 89: 199–224. <https://doi.org/10.2307/3298564>
- Poorter, L., Bongers, F., Aide, T.M., Almeyda Zambrano, A.M., Balvanera, P., Becknell, J.M. (2016). Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*, 530: 211–214. <https://doi.org/10.1038/nature16512>
- QGIS, (2022). *Quantum Geographic Information System* (3.16.5-Hannover).
- Rzedowski, J. (2006). Bosque tropical caducifolio. En: Rzedowski, J. (Ed). *Vegetación de México. Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad* (CONABIO). 200–214 pp.
- Sánchez-Azofeifa, G.A., Kalacska, M., Quesada, M., Calvo-Alvarado, J.C., Nassar, J.M., Rodriguez, J.P. (2005). Need for integrated research for a sustainable future in tropical dry forests. *Conservation Biology*, 19 (2): 285–286. https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.s01_1.x
- SEMARNAT, (2015). *Acuerdo por el que se da a conocer el resumen del programa de manejo del área de protección de flora y fauna Meseta de Cacaxtla*.
- Trejo, I., y Dirzo, R. (2000). Deforestation of seasonally dry tropical forest: A national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*, 94 (2):133–142. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00188-3](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00188-3)
- Trejo-Vázquez, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Boletín de Investigaciones Geográficas*, 39:40–52.
- Uhl, C., Journal, S., Jun, N. (1987). Factors Controlling Succession Following Slash-and-Burn Agriculture in Amazonia. *Journal of Ecology*, 75 (2): 377–407.

Cochlospermum vitifolium (Rosa amarilla) en el bosque seco del Cerro del Tule, Concordia (J. Díaz)



Capítulo 2

Flora de la Sierra de Barobampo, Ahome, Sinaloa

Flora of the Sierra de Barobampo, Ahome, Sinaloa

*Alfredo Carrillo-García¹
Hugo Humberto Piña-Ruiz²
Estuardo Lara-Ponce³*

<https://doi.org/10.61728/AE20258979>



¹ Ingeniero en Desarrollo Sustentable, Universidad Autónoma de Indígena de México (UAIM). Prolongación 5 de Mayo S/N, Ejido Poblado de Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. C.P. 81890.

² Profesor-investigador. Cuerpo Académico “Biodiversidad y Estrategias Comunitarias de Desarrollo Sostenible”. Universidad Autónoma Indígena de México, Ingeniería Forestal y Posgrado. Correo: hugopina@uaim.edu.mx; elara@uaim.edu.mx

³ Profesor-investigador. Cuerpo Académico “Biodiversidad y Estrategias Comunitarias de Desarrollo Sostenible”. Universidad Autónoma Indígena de México, Ingeniería Forestal y Posgrado

Resumen

El estudio de la flora del estado de Sinaloa aún es incompleto. La flora del municipio de Ahome, Sinaloa, se encuentra en clima muy seco y muy cálido, transicional con el desierto sonorense, y pertenece a dos reinos florísticos. Se realizó un inventario de plantas vasculares en el “Cerro de Las Escaleras”, Sierra de Barobampo, Ahome, que es el sitio de mayor complejidad orográfica, paisajística y de mayor altitud (616 m) del municipio. El trabajo de campo consistió en muestreos de la vegetación en 2017 y 2018 en puntos cardinales y cotas altitudinales. Los ejemplares se identificaron con literatura científica, herbarios y bases de datos. Se estimó la riqueza específica, abundancia, frecuencia, dominancia, valor de importancia e índices ecológicos. Se describió además la diversidad en cuencas y gradiente altitudinal, y las comunidades vegetales. Se registraron 297 especies, 211 géneros y 67 familias, destacando las Fabaceae (16 %), Euphorbiaceae (10 %) y Cactaceae (7 %). Se ubicaron 21 especies en riesgo y 11 de distribución atípica. La diversidad es ligeramente alta y heterogénea para un hábitat semiárido. La variación florística entre cotas altitudinales es considerable. Así mismo, la cuenca norte es poco más diversa que la cuenca sur, identificándose cinco tipos de comunidades vegetales. El Cerro de Las Escaleras es el sitio de mayor diversidad florística de Ahome. Recibe un flujo de semillas de zonas geográficas colindantes y posee nichos microclimáticos y fenómenos climatológicos particulares. De acuerdo con los hallazgos, se propone a la Sierra de Barobampo para decretarse como área natural protegida, siendo urgente aminorar el deterioro ambiental e implementar ordenamiento territorial y manejo sostenible.

Introducción

El estudio de la flora del estado de Sinaloa aún no es exhaustivo. Se estima la presencia de en torno a 4000 especies (Vega-Aviña et al., 2021), las cuales se distribuyen en distintos bosques como selva mediana y baja caducifolia, bosque espinoso, matorrales, pinares y encinares (Rzedowski, 2006). Se reconocen al menos 1000 géneros y 200 familias (Vega-Aviña, 2000). Al incrementarse los estudios enfocados en una escala local o regional, la diversidad de plantas tendería a aumentar. Esto se ha evidenciado recientemente, por ejemplo, en el estudio florístico de El Palmito, Concordia, donde se reportaron 53 nuevos registros para Sinaloa y una especie nueva (492 en total) (Ávila-González et al., 2019).

En la diversidad estatal destaca el municipio de Culiacán con 1445 especies, 623 géneros y 145 familias (Vega-Aviña et al., 2000). Por su parte, la flora del norte de Sinaloa (municipios de Ahome, El Fuerte y Choix) es de las menos estudiadas del estado y del país. Incrementar su conocimiento es necesario para valorar los recursos naturales, planificar su uso y conservación. Particularmente, el municipio de Ahome destaca por ser zona transicional con el Desierto Sonorense, además de pertenecer a dos reinos florísticos (neártico y neotropical), siendo de interés ecológico y biogeográfico. Los estudios florísticos en la región han sido realizados, principalmente, por instituciones regionales de educación superior y de investigación. Algunos abordan parámetros de ecología de poblaciones y comunidades. Por ejemplo, se ha estudiado a la isla de Ohuira, Ahome (Reyes-Olivas, 2002; Reyes-Olivas et al., 2008), islas de Navachiste-Macapule, Guasave (Díaz, 2008), el “Cerro de La Memoria” de Los Mochis (Bacasehua, 2014), el bosque ripario del río Fuerte (Moreno-Aldaco, 2017) o el tramo de San Blas, El Fuerte, a Ocoroni, Sinaloa de Leyva (García-Cisneros, 2019; Cota-Armenta, 2019). Solo hasta recientemente se ha investigado la flora de uno de los sitios culturalmente más emblemáticos y biodiversos del municipio de Ahome: la Sierra de Barobampo. Esta zona es de interés ecoturístico (por ejemplo, el sitio conocido como “Cañón del Diablo”), aunque también agropecuario y de minería pétreo. Barobampo significa en lengua yoreme-mayo “Pericos en el Agua”, refiriéndose aparentemente a la guacamaya verde, *Ara mi-*

litaris (Psittacidae), que es parte de su fauna estacional. Además, se han avistado las seis especies de felinos del país (como sucede en la Sierra de San Blas, El Fuerte) y otros animales comúnmente extintos en la región.

Tomando en cuenta los antecedentes mencionados, fue que se realizó un inventario florístico, se estimó la diversidad y se caracterizaron comunidades vegetales en el Cerro de Las Escaleras, Sierra de Barobampo, sitio de mayor complejidad orográfica, paisajística y de mayor altitud (616 m) del municipio Ahome, Sinaloa.

Metodología

Área de estudio

La Sierra de Barobampo (Figura 1) es un “brazo” o ramal que se desprende de la Provincia Geográfica “Sierra Madre occidental”. Su superficie es de aproximadamente 200 km². Perteneció al municipio de Ahome (>90 %) y de El Fuerte, Sinaloa. Se localiza a 17 km de Los Mochis, Sinaloa. Al este, tiene conexión geológica y orográfica con la Sierra de San Blas, El Fuerte, y al norte, con la Sierra de Álamos y con la costa de Sonora. La temperatura promedio anual en la Sierra de Barobampo es de 25.4°C y la precipitación promedio de 419 mm/m² (INEGI, 2017). En el municipio de Ahome se presentan dos regímenes climáticos: “muy seco y muy cálido” (97.58 %) y “seco, muy cálido y cálido” (2.42 %).

Objetivo general

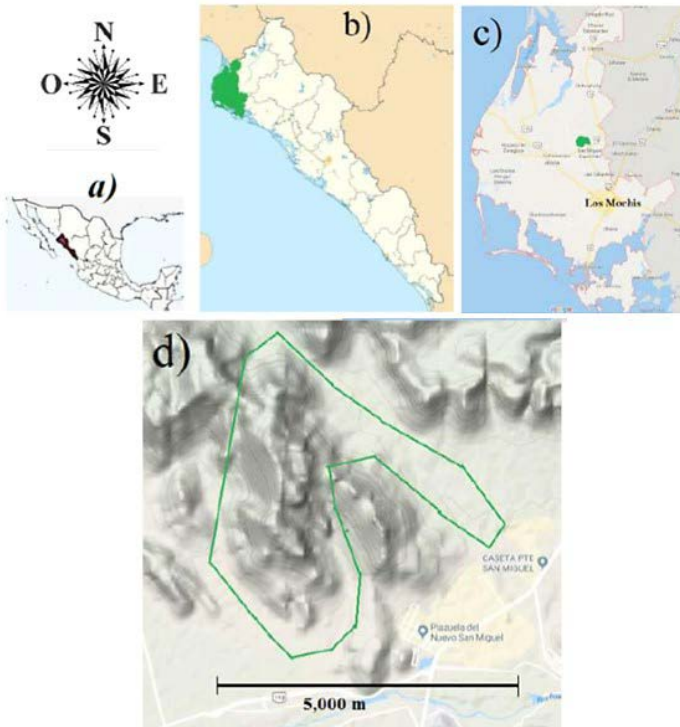
Describir la diversidad florística y la estructura de la vegetación del “Cerro de Las Escaleras” de la Sierra de Barobampo, Ahome, Sinaloa.

Objetivos específicos

1. Realizar un inventario de plantas vasculares y comparar con otras zonas de la región.
2. Evidenciar las especies protegidas por leyes ambientales, las de distribución atípica y de mayor utilización.

3. Analizar la diversidad y estructura de la vegetación en relación con el gradiente altitudinal y la exposición cardinal (cuencas).
4. Describir las comunidades vegetales existentes.

Figura 1. Localización del municipio de Ahome, Sinaloa y del sitio de estudio (Cerro de Las Escaleras) en la Sierra de Barobampo. (a) Estado de Sinaloa, (b) municipio de Ahome en Sinaloa, (c) sitio de estudio en Ahome, (d) Sitio de estudio (relieve y cuencas)



Métodos y materiales

Se llevó a cabo un estudio florístico y ecológico del Cerro de Las Escaleras (también llamado “Cerro de Las Antenas”) de la Sierra de Barobampo, en el periodo de enero de 2017 a septiembre de 2018. Se abarcó un área de 12.4 km². La investigación consistió en la realización de muestreos sistemáticos de la vegetación del cerro (en 60 salidas). Se establecieron

49 parcelas de 40 x 4 m (160 m²), en los cuatro puntos cardinales, en distintas cotas altitudinales (0 a 600 m). Se registró la presencia, diámetro y altura de cada planta encontrada (árboles, arbustos, epífitas y hierbas). Para complementar, se realizaron cuatro recorridos extensos de campo (o rutas). La determinación taxonómica se hizo mediante claves dicotómicas, libros, investigaciones florísticas y por consulta en línea del Herbario de la Universidad de Arizona, Herbario de la Universidad de Sonora, Missouri Botanical Garden, Naturalista (CONABIO) y The Plant List. La colección botánica fue depositada en el Jardín Botánico de Culiacán para su consulta.

En campo, se estimaron parámetros ecológicos al nivel de la comunidad vegetal como la riqueza específica, abundancia, frecuencia y dominancia. Posteriormente, se estimó el valor de importancia de cada especie, el cual revela la importancia ecológica relativa de cada especie. Asimismo, se estimaron índices ecológicos como:

Índice de diversidad de Shannon-Weaver. Toma en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre sí. Varía entre 0.5 y 5.

Índice de biodiversidad de Margalef. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra. Tiene una escala de 2.0 a 5.

Índice de dominancia de Simpson. Mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar en las unidades de muestreo sean de la misma especie. Cuanto más se acerca el valor a 1 (uno), existe una mayor dominancia de una especie; cuanto más se acerque el valor a 0 (cero), mayor es la biodiversidad de un hábitat.

Índice de similitud de Sørensen. Utilizado para comparar la similitud de dos muestras determinadas. Compara las comunidades mediante la presencia o ausencia de especies en cada una de ellas.

Se categorizaron, además, los distintos tipos de comunidades vegetales del cerro, considerando atributos florísticos, morfológicos y de suelo (Rzedowski, 1978) y la morfología de la comunidad (INEGI, 2017). La utilización de plantas regionales en el cerro se consultó en la literatura

científica (e.g. Rosales et al., 2017; Moreno-Aldaco, 2017; García-Cisneros 2019; Cota Armenta, 2019), bases de datos, y se indagó con personas y artesanos de comunidades indígenas aledañas.

Resultados y análisis

Diversidad de plantas del “Cerro de Las Escaleras”

Se ubicaron 297 especies de plantas, en 67 familias y 211 géneros. Particularmente, 193 especies fueron perennes (106 arbustivas y herbáceas perennes, 74 arbóreas, 8 trepadoras, 5 epífitas y 5 acuáticas) (Tabla 1). Del total, 101 corresponden a herbáceas estacionales y a una Lycopodiophyta y dos Pteridophytas (helechos). Las principales familias botánicas fueron: Fabaceae (“leguminosas”, 46 especies; 16 %), Euphorbiaceae (27; 10 %), Cactaceae (19; 7 %) y Poaceae (“gramíneas”, 15; 5 %). También destacaron Malvaceae, Asteraceae y Convolvulaceae (4 % cada una). Se ubicaron 21 especies en categoría de riesgo. Específicamente, 8 especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, 18 especies protegidas internacionalmente por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) y 5 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Destacaron por su vulnerabilidad *Handroanthus chrysanthus* (amapa amarilla), *Brahea aculeata* (palma) y *Guaiacum coulteri* (guayacán) (Tabla 2).

Tabla 1. Listado florístico de la vegetación del Cerro de Las Escaleras, Barobampo, Sinaloa. Hábito (forma biológica): Hierba anual (H), Hierba perenne (HP), Arbusto (AR), Sufrútice (S), Árbol (A), Suculenta (Sc), Epífita (EP), Parásita (P), Rosetófila (R)

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Acanthaceae	<i>Aphanosperma sinaloensis</i> (Leonard & Gentry) T. F. Daniel.	Chuparrosa blanca	HP
	<i>Carlowrightia arizonica</i> A. Gray	Chuparrosa blanca	S
	<i>Dicliptera resupinata</i> (Vahl) Juss.	Alfalfilla	H
	<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	Cordón de San Juan	HP
	<i>Dianthera candicans</i> (Nees) Benth. & Hook. f. ex Hemsl.	Chuparrosa roja	HP
	<i>Justicia pacifica</i> (Oerst.) Hemsl.	Chuparrosa roja	HP
	<i>Justicia sonora</i> Wassh.	Lila	S
	<i>Ruellia ciliatiflora</i> (Engelm. & A. Gray) Urb.	Ruelia	HP
Aizoaceae	<i>Portulaca pilosa</i> L.	Chisme	H
Amaranthaceae	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Watson	Bledo	H
	<i>Amaranthus</i> sp.	Bledo	H
	<i>Gomphrena sonora</i> Torr. ex Emory	Gomfrena	H
	<i>Tidestromia lanuginosa</i> (Nutt.) Standl.	Hierba ceniza	H
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	A
Apiaceae	<i>Eryngium</i> sp. L.	Guachapori	H
Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i> Roxb. Ex R. Br.	Lila de la india	S
	<i>Funastrum clausum</i> (Jacq.) Schlr.	Bejuco	S
	<i>Haplophyton cimicidum</i> A. DC.	Palo bolero	S

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Arecaceae	<i>Mandevilla nacapulensis</i> (Felger & Henrickson) A.O. Simões, Kin.-Gouv. & M.E. Endress.	Clavelito	S
	<i>Matelea quercetorum</i> (Standl.) W.D.Stevens.	Liana	S
	<i>Matelea sepicola</i> W.D.Stevens.	Cuernillos	S
	<i>Metastelma arizonicum</i> A. Gray	Chicote	S
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Xacaloxochitl	AR
	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Bayitas	AR
	<i>Vallesia glabra</i> Link.	Cacaragua	AR
	<i>Marsdenia edulis</i> S. Watson	Enredadera lechosa	S
	<i>Brahea aculeata</i> (Brandegge) H.E.Moore	Palma	R
Aspargaceae	<i>Agave schidigera</i> Lem.	Maguey de maceta	R
	<i>Agave rhodacantha</i> Trel.	Maguey	R
	<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Maguey	R
Asphodelaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm. F.	Sábila	R
Asteraceae	<i>Acmella oppositifolia</i> (Lamarck) R.K.Jansen.	Motitas amarillas	H
	<i>Ambrosia ambrosioides</i> (Delpino) W.W.Payne	Chicura	H
	<i>Ambrosia cordifolia</i> (A. Gray) W.W. Payne	Chicurilla	HP
	<i>Chloracantha spinosa</i> (Benth.) GL Nesom	Espinosa	HP
	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr.	Flor de rocío	AR
	<i>Lagascea decipiens</i> Hemsl.	Confiturilla	HP
	<i>Lasianthaea fruticosa</i> var. <i>alamosana</i> K.M.Becker	Falsa margarita	HP
	<i>Pectis coulteri</i> Harv. & A. Gray	Margaritas amarillas	H

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	<i>Pectis cylindrica</i> Rydb.	Pectis	H
	<i>Perityle cordifolia</i> S.F.Blake	Perityle	HP
	<i>Porophyllum ruderae</i> subsp. <i>macrocephalum</i> (DC.) Cronquist	Papaloquelite	S
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O.Grose	Amapa amarilla	A
Bixaceae	<i>Cochlospermum palmatifidum</i> (DC.) Byng & Christenh.	Saiya	HP
Boraginaceae	<i>Cordia parvifolia</i> A. DC.	Chaparro prieto	AR
	<i>Cordia sonora</i> Rose	Amapa blanca	A
	<i>Heliotropium macrostachyum</i> Hemsl.	Cola de alacran	H
	<i>Nama hispida</i> A. Gray	Nama	H
	<i>Phacelia</i> sp. Juss	Facelia	H
	<i>Pholisma culiacanum</i> (Dressler & Kuijt) Yatsk.	Folisma	P
	<i>Tournefortia hartwegiana</i> Steud.	Tatachinole	HP
Brassicaceae	<i>Dryopetalon runcinatum</i> A. Gray	Mostaza de roca	H
Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Aguama	R
	<i>Hechtia montana</i> Brandegee.	Mezcalito	R
	<i>Tillandsia elizabethae</i> Rauh.	Mezcalito	E
	<i>Vriesea recurvata</i> Gaudich.	Mescalito	E
Burseraceae	<i>Bursera lancifolia</i> Engl.	To,oros chutama	A
	<i>Bursera laxiflora</i> S.Watson	Torote prieto	A
Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Órgano de occidente	SC
	<i>Cylindropuntia fulgida</i> (Engelm.) Knuth	Choya	SC
	<i>Cylindropuntia thurberi</i> (Engelm.) Knuth	Choya	SC

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Capparidaceae	<i>Echinocereus sciurus</i> subsp. floresii (Schwarz ex Backeb.) N.P.Taylor	Cactus ardilla	SC
	<i>Ferocactus herrerae</i> Ortega	Biznaga	SC
	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.) Britton & Rose	Cabeza de viejo	SC
	<i>Mammillaria</i> sp.	Chilitos	SC
	<i>Mammillaria bocensis</i> R.T. Craig	Biznaguita	SC
	<i>Cochemiea grahamii</i> (Engelm.) Doweld	Chilitos	SC
	<i>Mammillaria mazatlanensis</i> K.Schum. ex Gürke	Chilitos	SC
	<i>Cochemiea sheldonii</i> (Britton & Rose) Doweld	Biznaguita	SC
	<i>Opuntia gosseliniana</i> A. Weber	Nopal gris	SC
	<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Nopal	SC
	<i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose	Nopal	SC
	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> Britton & Rose	Etcho	SC
	<i>Peniocereus marianus</i> (Gentry) Sanchez-Mej.	Reina de la noche	SC
	<i>Pereskiaopsis porteri</i> Britton & Rose	Alfilerillo	SC
	<i>Stenocereus alamosensis</i> (J.M.Coult.) A.C.Gibson & K. E. Horak	Pitaya	SC
	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxbaum	Pitaya	SC
	<i>Crateva tapia</i> Vahl	Pirigüete	A
	<i>Forchhammeria watsonii</i> Rose	Jito	A

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Cleomaceae	<i>Morisonia atamisquea</i> (Kuntze) Christenh. & Byng	Atamisqui	AR
	<i>Morisonia flexuosa</i> Vell.	Falso guamúchil	AR
	<i>Cleome viscosa</i> L.	Polanicia	H
Commelinaceae	<i>Callisia palmeri</i> (Rose) Christenh. & Byng	Comelina rosa	H
Convolvulaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	Comelina	H
	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Correhuela	H
	<i>Cuscuta leptantha</i> Engelm.	Pelo de ángel	P
	<i>Distimake palmeri</i> (S.Watson) A.R.Simões & Staples	Trompillo	S
	<i>Evolvulus arizonicus</i> A. Gray	Campanita azul	H
	<i>Ipomoea aff. scopulorum</i>	Trompillo blanco	S
	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don	Palo santo	A
	<i>Ipomoea bracteata</i> Cav.	Trompillo	S
	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	Trompillo	S
	<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	Trompillo	S
Cucurbitaceae	<i>Ipomoea pedicellaris</i> Benth.	Copa Lila	S
	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Trompillo lila	S
	<i>Apodanthera palmeri</i> S.Watson	Calabaza silvestre	S
	<i>Ibervillea fusiformis</i> (E.J.Lott) Kearns	Avenallita	S
	<i>Ibervillea sonora</i> (S.Watson) Greene	Wareque	S
	<i>Luffa operculata</i> (L.) Cogn.	Esponjita	S
	<i>Momordica charantia</i> L.	Melón amargo	S
	<i>Sicyos hillebrandii</i> St.John	Meloncito espinoso	S
Cyperaceae	<i>Cyperus aff. pallidicolor</i>	Papiro	H
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquito	H
	<i>Cyperus</i> sp.	Pasto	H

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
<i>Ebenaceae</i>	<i>Diospyros sonorae</i> Standl.	Guaiparin	A
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Acalypha papillosa</i> Rose	Motita roja	HP
	<i>Adelia brandegeei</i> V.W.Steinm.	Maba	AR
	<i>Bernardia viridis</i> Millsp.	Bernardia	AR
	<i>Cnidoscolus angustidens</i> Torr.	Mala mujer	H
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i> Ortega	Canelilla	S
	<i>Croton flavescens</i> Greenm	Canelilla	S
	<i>Croton fragilis</i> Kunth	Croton	S
	<i>Croton stipulaceus</i> Kunth	Croton de corazón	S
	<i>Dalechampia scandens</i> L.	Granadilla	S
	<i>Euphorbia albomarginata</i> Torr. & A.Gray	Golondrina	H
	<i>Euphorbia californica</i> Benth	Euforbia	AR
	<i>Euphorbia gentryi</i> V.W.Steinm. & T.F.Daniel	Euforbia saucito	AR
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Nochebuenita	H
	<i>Euphorbia hirta</i> (L.) Millsp.	Golondrina	H
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> (L.) Small	Golondrina	H
	<i>Euphorbia chamaesyce</i> L.	Golondrina	H
	<i>Euphorbia scordiifolia</i> Jacq.	Golondrina	H
	<i>Euphorbia tomentulosa</i> S.Watson.	Golondrina grande	AR
	<i>Jatropha cordata</i> Müll.Arg.	Papelillo	A
	<i>Jatropha cinerea</i> (Ortega) Müll.-Arg.	Sangregado	AR
	<i>Jatropha cuneata</i> Wiggins & Rollins	Sangría	AR
	<i>Manihot aesculifolia</i> Pohl	Pata de gallo	S
	<i>Manihot angustiloba</i> (Torr.) Müll.-Arg.	Pata de gallo	S

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Fabaceae	<i>Manihot chlorosticta</i> Standl. & Goldman	Pata de gallo	S
	<i>Phyllanthus evanescens</i> Brandegees	Semilla de pájaro	S
	<i>Pleradenophora bilocularis</i> (S.Watson) Esser & A.L.Mello	Hierba de la flecha	A
	<i>Sebastiania pavoniana</i> Müll. Arg.	Frijol saltarín	A
	<i>Aeschynomene fascicularis</i> Cham. & Schlecht.	Frijolillo	H
	<i>Brongniartia alamosana</i> Rydb.	Palo piojo	A
	<i>Caesalpinia cacalaco</i> Humb. & Bonpl.	Huizache	A
	<i>Caesalpinioidea</i> sp.	Flor variegada	H
	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Tabachín de monte	AR
	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	Calandria	HP
	<i>Chloroleucon mangense</i> Britton & Rose	Cucharo	A
	<i>Chloroleucon mangense</i> var. <i>leucospermum</i> (Brandegee) Barneby & J.W.Grimes	Cucharo	A
	<i>Coulteria platyloba</i> (S.Watson) N.Zamora	Palo colorado	A
	<i>Coursetia glandulosa</i> A. Gray	Palo dulce	A
	<i>Desmanthus covillei</i> (Britt. & Rose) Wiggins	Desmantus	S
	<i>Desmodium</i> sp.	Frijol flor rosada	H
	<i>Diphysa occidentalis</i> Rose	Diphysa	A
	<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	Chilicote	A

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	<i>Erythrostemon palmeri</i> (S. Watson) Gagnon & G.P. Lewis	Palo piojo	AR
	<i>Eysenhardtia punctata</i> Pennell	Palo azul	A
	<i>Gretheria sonora</i> (S. Watson) Duno & Torke	Gato, Jócona	A
	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Palo Brasil	A
	<i>Havardia mexicana</i> (Rose) Britton & Rose	Gato	A
	<i>Indigofera subulata</i> var. <i>scabra</i> (Roth) Meikle	Frijolillo flor naranja	H
	<i>Lonchocarpus hermannii</i> M. Sousa	Nesco	A
	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Mauto	A
	<i>Mariosousa coulteri</i> Benth. ex A. Gray	Guajillo	A
	<i>Mariosousa heterophylla</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Papelillo	A
	<i>Mariosousa millefolia</i> S. Wats.	Acacia	A
	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Trébol	H
	<i>Mimosa distachya</i> Cav.	Escobilla espinosa	HP
	<i>Mimosa palmeri</i> Rose	Chopa	AR
	<i>Mimosa pigra</i> L.	Dormilona espinosa	AR
	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	Mezquite	A
	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	Palo fierro	A
	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Palo verde	A
	<i>Parkinsonia florida</i> (Benth. Ex A. Gray) S. Watson	Palo verde azul	A
	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) J.A. Hawkins	Brea	A

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	<i>Piscidia mollis</i> Rose	Palo blanco	A
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guamúchil	A
	<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.	Guamuchilillo	AR
	<i>Pseudalbizzia sinaloensis</i> (Britton & Rose) E.J.M.Koenen & Duno	Palo joso	A
	<i>Senegalia occidentalis</i> Rose.	Tesota	A
	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S.Irwin y Barneby	Palo zorrillo	A
	<i>Senna pallida</i> (Vahl) H.S.Irwin & Barneby	Abejón	AR
	<i>Tephrosia</i> sp. Pers.	Frijolillo	H
	<i>Vachellia cochliacantha</i> (Mill.) Seigler & Ebinger	Huinolo	A
	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight y Arn.	Vinorama	A
	<i>Vachellia pringlei</i> Rose.	Guamuchilito	A
	<i>Zapoteca formosa</i> (Kunth) H.M. Hern	Escobilla	AR
<i>Fouquieriaceae</i>	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash.	Ocotillo	A
<i>Krameriaceae</i>	<i>Krameria erecta</i> Willd.	Mezquitillo	AR
<i>Lamiaceae</i>	<i>Condea albida</i> (Kunth) Harley & J.F.B.Pastore	Orégano	AR
	<i>Vitex mollis</i> H.B. & K.	Uvalama	A
<i>Loasaceae</i>	<i>Eucnide hypomalaca</i> Standl	Eucnide	HP
	<i>Mentzelia aspera</i> L.	Pega ropa	H
<i>Loranthaceae</i>	<i>Psittacanthus sonora</i> (Watson) Kuijt	Toji rojo	P
	<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	Azulita	H
	<i>Struthanthus palmeri</i> Kuijt	Jito	P

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
<i>Malpighiaceae</i>	<i>Bunchosia sonorensis</i> Rose.	Nanche	A
	<i>Callaeum macropterum</i> (DC.) D.M.Johnson	Gallinitas	S
	<i>Echinopterys eglandulosa</i> (A.Juss.) Small	Bejuco de margarita	S
	<i>Galphimia</i> aff. <i>angustifolia</i>	Flecha roja	S
	<i>Janusia californica</i> (Benth.)	Kechesowi	S
	<i>Malpighia emarginata</i> DC	Fruto rojo	AR
<i>Malvaceae</i>	<i>Abutilon abutiloides</i> (Jacq.) (Jacq.) Garcke ex Hochr.	Malvavisco	HP
	<i>Abutilon californicum</i> Benth.	Malvavisco	HP
	<i>Abutilon incanum</i> (Link) Sweet	Malvavisco	HP
	<i>Ayenia jaliscana</i> S.Watson	Ayenia	HP
	<i>Bastardiastrum cinctum</i> (Brandege) D.M.Bates	Malvavisco	HP
	<i>Ceiba acuminata</i> (S.Watson) Rose	Pochote	A
	<i>Corchorus hirtus</i> L.	Pegajosa	H
	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Briz.	Malva rastrera	H
	<i>Hibiscus biseptus</i> S. Watson	Hibisco	H
	<i>Hibiscus phoeniceus</i> Jacq.	Hibisco	AR
	<i>Melochia speciosa</i> S.Watson	Malva flor rosa	HP
	<i>Sphaeralcea coulteri</i> (S. Watson) A. Gray	Malvita	H
	<i>Waltheria indica</i> L.	Tapacola	HP
	<i>Proboscidea parviflora</i> (Wooton) Wooton y Standl.	Torito	H
<i>Montiaceae</i>	<i>Cistanthe paniculata</i> (DC.) Carolin ex Hershk.	Carne gorda	H
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Amate prieto	A
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Chalate	A
	<i>Ficus pertusa</i> L.f.	Macapul	A
	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth	Amate	A

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i> L.	Ramitos de novia	H
	<i>Boerhavia gracillima</i> Heimerl	Berjavia	H
	<i>Boerhavia scandens</i> L.	Bejuco de araña	H
	<i>Pisonia capitata</i> (S. Wats.) Standl.	Garabato	AR
	<i>Salpianthus macrodontus</i> Standl.	Catarinilla	H
Nymphaeaceae	<i>Nymphaea elegans</i> Hook	Capomo	HP
Olacaceae	<i>Ximenia aff. americana</i> L.	Ciruela de monte	AR
Opiliaceae	<i>Agonandra racemosa</i> Standl	Agonandra	A
Passifloraceae	<i>Passiflora arida</i> (Mast & Rose) Killip	Sandia	S
	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	Damiana	HP
Petiveriaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Ganchitos	H
	<i>Rivina humilis</i> L.	Baja tripa	HP
Stegnospermataceae	<i>Stegnosperma halimifolium</i> Benth.	Hierba de víbora	AR
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i> Cav.	Aceitilla	H
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Carrizo	HP
	<i>Bouteloua aristidoides</i> (Kunth) Griseb.	Navajita aguja	H
	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Pasto buffel	H
	<i>Chloris virgata</i> Sw.	Barba de indio	H
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pasto huilanchi	H
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Pasto	H
	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf	Bigote de indio	H
	<i>Echinochloa colona</i> L.	Pasto	H
	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vignolo ex Janch.	Pasto	H
	<i>Eriochloa aristata</i> Vasey	Pasto	H

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth) Hitchc. ex Chase	Carricillo	HP
	<i>Leptochloa virgata</i> (L.) P. Beauv.	Pasto espiga larga	H
	<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	Zacate espiga roja	H
	<i>Urochloa arizonica</i> (Scribn. & Merr.) O. Morrone & F. Zuloaga	Pasto Arizona	H
<i>Polemoniaceae</i>	<i>Bonplandia geminiflora</i> Cav.	Hierba del toro	H
<i>Polygonaceae</i>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook & Arn.	San Miguelito	S
	<i>Coccoloba goldmanii</i> Standl.	Uva de playa	A
	<i>Ruprechtia fusca</i> Fernald	Caña asada	A
<i>Pontederiaceae</i>	<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	Cucharilla	H
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	H
<i>Primulaceae</i>	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	San Juanico	A
	<i>Phoradendron brachystachyum</i> (DC.) Nutt.	Muérdago	P
<i>Pteridaceae</i>	<i>Adiantum tricholepis</i> Fée	Culantrillo	H
	<i>Hemionitis lozanoi</i> (Maxon) Christenh.	Helecho	H
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Colubrina triflora</i> Brongn.	Algodoncillo	S
	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnston	Sarampión	AR
	<i>Gouania rosei</i> Wiggins	Gúirote de violín	S
	<i>Karwinskia parvifolia</i> Rose	Cacachila	AR
	<i>Sarcomphalus amole</i> (Sessé & Moc.) Hauenschild	Ceituna	A
<i>Rubiaceae</i>	<i>Hintonia latiflora</i> Bullock	Palo Copache	A
	<i>Randia aculeata</i> L.	Crucecita	AR
	<i>Randia sonorensis</i> Wiggins	Papache espina fina	AR
	<i>Randia thurberi</i> S.Watson	Papachillo borracho	AR

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Rutaceae	<i>Esenbeckia hartmanii</i> Robinson & Fernald	Palo armadillo	AR
	<i>Megastigma</i> sp.	-	A
	<i>Zanthoxylum ciliatum</i> Engl.	Espinoso	A
	<i>Zanthoxylum fagara</i> Sarg.	Espinoso	A
Salicaceae	<i>Populus mexicana</i> Wesm.	Álamo	A
Sapindaceae	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	Tronadora	S
	<i>Serjania palmeri</i> S. Watson	Güirote de cachora	S
	<i>Serjania tortuosa</i> (Benth.) Ferrucci & V.W. Steinm.	Paulinia	S
	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	A
	<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D. Penn.	Bebelamilla	AR
Sapotaceae	<i>Sideroxylon occidentale</i> (Hemsl.) T.D. Penn.	Bebelama	A
	<i>Stemodia verticillata</i> (Mill.) Hassl.	-	H
Scrophulariaceae	<i>Selaginella rupincola</i> Underw.	Doradilla	HP
Solanaceae	<i>Datura wrightii</i> Regel	Toloache	H
	<i>Lycium andersonii</i> A. Gray	Picaculo	AR
	<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	Picaculo	AR
	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Falso tabaco	AR
	<i>Solanacea</i> sp.	Hierba	H
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Negritos	HP
	<i>Solanum tridynamum</i> Martyn	Berenjenilla	HP
	<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	Verdolaga rosa	H
Talinaceae	<i>Tamarix aphylla</i> (L.) H. Karst.	Pino salado	A
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb	Pinito salado	AR
	<i>Corchorus aestuans</i> L.	Pegajosa	H
Tiliaceae	<i>Typha domingensis</i> Pers.	Tule	HP

Familia	Especie	Nombre común	Hábito
Ulmaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Garabato	A
	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Garabato	AR
Verbenaceae	<i>Bouchea dissecta</i> S. Watson	Verbenilla	H
	<i>Bouchea prismatica</i> (L.) Kuntze	Moradilla	H
	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Bayitas	HP
	<i>Lantana urticoides</i> Hayek	Lantana roja	AR
Violaceae	<i>Lippia origanoides</i> Kunth	Orégano blanco	AR
	<i>Ixchelia mexicana</i> (Ging. ex DC.) H.E. Ballard & Wahlert	Arrayancillo	A
Vitaceae	<i>Cissus</i> sp.	Cisus mármol	S
	<i>Cissus trifoliata</i> L.	Enredadera	S
	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	Enredadera	S
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	Guayacán	A
	<i>Kallstroemia grandiflora</i> Torr. ex A. Gray	Balburin	H

Tabla 2. Especies incluidas en normativas de protección del cerro de Las Escaleras, Barobampo, Sinaloa

Especie	Familia	CITES	IUCN	NOM-059-SE-MARNAT
<i>Brahea aculeata</i>	<i>Arecaceae</i>	II	Vulnerable	Amenazada
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	<i>Bignoniaceae</i>			Amenazada
<i>Guaiacum coulteri</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	II	Vulnerable	Amenazada
<i>Olneya tesota</i>	<i>Fabaceae</i>	II	Preocupación menor	Protección especial
<i>Cochlospermum palmatifidum</i>	<i>Bixaceae</i>	II	Preocupación menor	Protección especial
<i>Peniocereus marianus</i>	<i>Cactaceae</i>			Protección especial
<i>Echinocereus sciurus</i> subsp. <i>floresii</i>	<i>Cactaceae</i>		Casi Amenazada	Protección especial
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Lophocereus schottii</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Mammillaria Mazatlensis</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Mammillaria bocensis</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Opuntia wilcoxii</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Opuntia rileyi</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Stenocereus alamosensis</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Cylindropuntia thurberi</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Ferocactus herrerae</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Opuntia macrocentra</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Mammillaria grahamii</i>	<i>Cactaceae</i>	II		
<i>Cochemia sheldonii</i>	<i>Cactaceae</i>	II		

Parámetros e índices ecológicos

Al considerar la abundancia, frecuencia y dominancia de las especies en la comunidad vegetal, las de mayor valor de importancia fueron: *Stenocereus thurberi* (Cactaceae), *Ipomoea arborescens* (Convolvulaceae), *Bursera laxiflora* (Burseraceae) y *Haematoxylon brasiletto* (Fabaceae) (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros ecológicos y valor de importancia (VI) de 20 especies principales de la vegetación del cerro de Las Escaleras, Barobampo.

Tabla 3. Parámetros ecológicos y Valor de Importancia (VI) de 20 especies principales de la vegetación del cerro de Las Escaleras, Barobampo

Especie	Abundancia	A. relativa	Frecuencia	F. relativa	Dominancia	D. relativa	VI	IVI %
<i>Stenocereus thurberi</i>	79	3.32	45	2.68	0.26	3.97	9.98	3.33
<i>Ipomoea arborescens</i>	50	2.1	35	2.09	0.32	4.7	8.95	2.99
<i>Bursera laxiflora</i>	111	4.67	46	2.74	0.02	0.31	7.73	2.58
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	112	4.71	43	2.56	0.01	0.14	7.42	2.48
<i>Ficus cotinifolia</i>	4	0.16	4	0.23	0.44	6.52	6.93	2.31
<i>Brongniartia alamosana</i>	91	3.83	31	1.85	0.051	0.76	6.44	2.15
<i>Pithecellobium dulce</i>	4	0.16	4	0.23	0.39	5.85	6.26	2.09
<i>Fouquieria macdougalii</i>	66	2.77	40	2.38	0.05	0.74	5.91	1.97
<i>Bursera lancifolia</i>	57	2.39	30	1.79	0.1	1.56	5.76	1.92
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	6	0.25	12	0.71	0.32	4.74	5.71	1.9
<i>Jatropha cordata</i>	84	3.53	30	1.79	0.02	0.35	5.68	1.89
<i>Prosopis juliflora</i>	16	0.67	20	1.19	0.23	3.47	5.34	1.78
<i>Vriesea recurvata</i>	1	0.04	2	0.11	0.31	4.62	4.79	1.6
<i>Ruprechtia fusca</i>	47	1.97	38	2.27	0.02	0.30	4.55	1.52
<i>Lonchocarpus hermannii</i>	33	1.38	30	1.79	0.08	1.25	4.43	1.48
<i>Echinocereus sciurus subsp. Floresii</i>	22	0.92	20	1.19	0.14	2.18	4.30	1.44
<i>Melochia speciosa</i>	23	0.96	33	1.97	0.07	1.06	4.00	1.34
<i>Mariosousa coulteri</i>	56	2.35	20	1.19	0.02	0.29	3.84	1.28
<i>Guaiacum coulteri</i>	38	1.59	27	1.61	0.04	0.6	3.81	1.27
<i>Antigonon leptopus</i>	40	1.68	33	1.97	0.00	0.12	3.77	1.26

La Tabla 4 muestra los índices ecológicos estimados. El índice de diversidad de Shannon-Weaver indicó que el cerro posee una diversidad baja. Así también, el índice de Margalef mostró una diversidad baja comparada

con regiones más lluviosas al sur, y en la media de sitios norteños. El índice de diversidad de Simpson mostró una dominancia baja, es decir, una distribución equilibrada de especies (equidad); es decir, la probabilidad de que al tomar dos muestras al azar resulte la misma especie es baja (alta heterogeneidad). Solo el 5 % de las especies fueron invasoras o exóticas.

Tabla 4. Índices ecológicos de la vegetación del Cerro de Las Escaleras, Barobampo

Índices de diversidad	
Índice de diversidad de Shannon-Weaver	6.5025
Índice de biodiversidad de Margalef	3.833
Índice de dominancia	
Índice de dominancia de Simpson	0.339

Diversidad en el gradiente altitudinal y cuencas

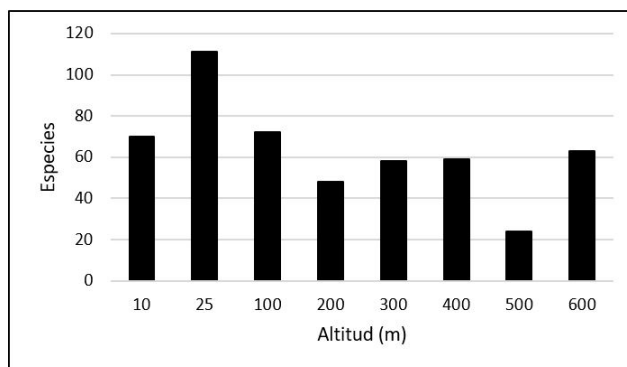
La cota altitudinal con mayor diversidad fue la de 25 m (111 especies), seguida por la de 100 m y 10 m (Figura 2). A los 500 m existe la presencia de acantilados que limitan la diversidad. La variación (diferencia) en especies encontradas entre cotas altitudinales es considerable, llegando a ser más del 40 % en algunos casos (Tabla 5). Esto denota la importancia de los cerros y el gradiente altitudinal en el alojamiento de diversidad diferencial. Esto no es tomado en diversos estudios florísticos, probablemente por la dificultad de muestreo.

Tabla 5. Comparación de especies de plantas entre cotas altitudinales (m) y agrupaciones del cerro de Las Escaleras, Barobampo. Se muestra el índice de similitud de Sörensen

Cota (m)	Especies (cota baja)	Especies (cota alta)	Especies compartidas	Índice de Sörensen	Diferencia (%)
10 – 25	104	121	78	69.33	30.67
100 – 200	71	89	58	88.75	11.25
200 – 300	89	74	54	67.5	32.5
300 – 400	74	87	60	76.43	23.57
400 – 600	87	100	75	80.21	19.79
Agrupacio- nes					
10-25 y 100	150	71	62	56.11	43.89
10-25 y 400-600	150	117	87	65.17	34.83
200-300 y 400-600	109	117	54	49	48.69

La diversidad florística de la cuenca norte es algo mayor que en la cuenca sur (183 vs. 148 especies, respectivamente), con 143 especies en común (similitud de 86 %). Asimismo, en la pendiente norte se observó que las arbóreas tienen mayor altura promedio (3.15 m) que en la pendiente sur (2.35 m). Las especies de mayor altura se encontraron en el curso de los arroyos más bajos, así como en lagunas estacionales y afloramientos de agua subterránea.

Figura 2. Especies de plantas por cota altitudinal (m) del Cerro de Las Escaleras, Barobampo



La cuenca norte está expuesta a sombra orográfica, lo que permite condiciones diferenciales benignas de luz, temperatura y humedad. Esto se ha evidenciado también en el Cerro de La Memoria (Gastélum-Félix, 2004). Este relieve natural genera condiciones microclimáticas particulares para el establecimiento de plantas de bosque espinoso y selva baja caducifolia, de origen tropical. Estas especies son arbóreas comunes como: *Ceiba acuminata*, *Cordia sonora*, *Ruprechtia fusca*, *Mariosousa coulteri* y *Hintonia latiflora*. También *Brahea aculeata*, *Coccoloba goldmanii*, *Sapindus saponaria*, *Ipomea arborescens*, *Erythrina flaveliformis*, *Lonchocarpus hermannii*, *Guaiacum coulteri*, *Chloroleucon mangense* var. *leucospermum*, *Karwinskia parvifolia*, *Serjania palmeri*, *Handroanthus chrysanthus*, *Vachellia pringlei*, *Agonandra racemosa*, *Sebastiania bilocularis*, *Vitex mollis*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Bunchosia sonorensis*, *Bernardia bridis*, *Zanthoxylum mazatlanum*, *Parkinsonia florida* e *Hiptis albida*. Por su parte, en la cuenca sur dominan especies suculentas que están adaptadas a la aridez, como: *Bursera laxiflora*, *Jatropha cordata*, *J. cinerea*, *J. cuneata*, *Ibervillea sonora*, *Stenocereus thurberi*, *S. alamosensis*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Echinocereus sciurus* subsp. *floresii*, *Agave angustifolia*, *A. schidigera*, *Ferocactus herrerae*, *Cylindropuntia thurberi* y *C. fulgida*, *Fouquieria macdougalli*, *Euphorbia gentry* y *E. californica*, además de árboles micrófilos como *Mariosousa heterophylla*, *Haematoxylum brasiletto*, *Brongniartia alamosana* y *Serjania tortuosa*. También son representativas *Pithecellobium*

dulce, *Pseudoalbizia sinaloensis*, *Crateva tapia*, *Prosopis juliflora*, *Adelia brandegei*, *Diphysa occidentalis*, *Ipomoea arborescens*, *Mandevillia nacapulensis* y *Lonchocarpus hermannii*.

Plantas atípicas a la región

El Cerro de Las Escaleras de Barobampo alberga especies de plantas inusitadas, dadas las condiciones de mayor temperatura y menor precipitación pluvial promedio del municipio de Ahome a nivel estatal. Dichas especies se distribuyen primordialmente en otras regiones de Sinaloa, Sonora o México, es decir, tienen distribución atípica. En varios casos, su presencia se relaciona con el gradiente altitudinal. Dichas especies son: *Coccoloba goldmanii*, *Brahea aculeata*, *Bunchosia sonorensis*, *Ximenia aff. americana*, *Olneya tesota*, *Handroanthus chrysanthus*, *Phacelia sp.*, *Agave rhodacantha*, *A. schidigera*, *Cissus sp.* y *Megastigma sp.* (Figura 3). La Sierra de Barobampo recibe aparentemente un constante flujo de semillas a través de la dispersión por aves y otros animales, entre otros, que son provenientes de distintas zonas geográficas colindantes, lo que provoca que su diversidad de plantas sea una combinación heterogénea única. Asimismo, la presencia de nichos microclimáticos (sombra orográfica, cobertura de plantas, gargantas, acantilados, etc.) y de fenómenos climatológicos (neblina, arroyos temporales, escorrentía, etc.) propician aparentemente aún más su diversidad.

Tipos de comunidades vegetales

Se evidenciaron cinco tipos de comunidades vegetales en el cerro:

- (1) Matorral xerófilo (matorral de pie de monte, “*Foothills*”). Es la vegetación más abundante, con diversidad de especies relativamente baja por unidad de área y alta dominancia, encontrándose en ambas cuencas y en todos los estratos altitudinales. La pendiente norte presenta una mayor altura promedio y densidad con especies no espinosas. Cuenta con árboles como *Forchammeria watsonii*, *Sarcomphalus amole*, *Crateva tapia*, *Zanthoxylum fagara*, *Senna atomaria*, *Coursetia glandulosa*, *Vachellia campeachiana*, *Vachellia pringlei*, *Parkinsonia*

praecox, *Cordia sonora*, *Callaeum macropterum*, etcétera.

- (2) Matorral espinoso (matorral costero, “*Coastal thornscrub*”). Se ubica en las faldas bajas, conformado por especies de baja talla, principalmente, por *Haematoxylum brasiletto*, *Parkinsonia praecox*, *Erythrostemon palmeri*, *Bursera lancifolia*, *B. laxiflora*, *Ipomoea arborescens*, *Jatropha cordata*, *J. cinerea*, *Fouquieria macdougalii*, *Opuntia rileyi*, *O. wilcoxii*, *Cylindropuntia fulgida*, *Cylindropuntia thurberi*, *Stenocereus thurberi*, *Stenocereus alamosensis*, *Randia thurberi* y *Mimosa distachya*. Una variante serían las “nopaleras” y “choyales”, abundantes en algunos lomeríos bajos y en meandros de arroyos estacionales.
- (3) Matorral desértico. Ubicado en el rango altitudinal de 300-400 m. Contiene especies de hoja muy pequeña como *Mariosousa heterophylla* y *Diphysa occidentalis*, además de *Bursera laxiflora*, *Jatropha cuneata*, *Jatropha cordata*, *Ipomoea arborescens* y cactáceas como *Stenocereus thurberi*, *Mammillaria mazatlanensis*, *M. bocensis* y *Echinocereus sciurus subsp. floresii*.

Figura 3. Plantas de distribución atípica del Cerro de Las Escaleras, Barobampo. De izquierda a derecha: (a) *Coccoloba goldmanii*, (b) *Ximenia aff. americana*, (c) *Megastigma sp.*, (d) *Bunchosia sonorensis*, (e) *Brahea aculeata* y (f) *Agave schidigera*.



(4) Selva baja caducifolia. Constituye un bosque poco espinoso arbustivo, semi-arborescente, muy diverso, de origen tropical con un dosel casi cerrado (Felger et al. 2001). Representa la transición entre la vegetación del Desierto Sonorense y el bosque tropical (Búrquez et

al. 1999). La vegetación es densa y contiene especies poco usuales, varias propias de regiones más lluviosas como: *Sapindus saponaria*, *Bunchosia sonorensis*, *Handroanthus chrysanthus*, *Agonandra racemosa* y *Sebastiania pavoniana*. Se encuentra, principalmente, en la “cuenca norte”, entre acantilados y las partes más bajas de las cuencas, junto al curso de los arroyos, meandros y orillas de las lagunas estacionales. Sin embargo, se observaron variantes entre niveles altitudinales y cuencas, dependiendo de la profundidad del suelo y disponibilidad de agua.

En los puntos más bajos se presentan ejemplares arbóreos de hasta 13 m de altura (excepcional en esta región tan seca). Destacan: *Pseudoalbizia sinaloensis*, *Vachellia campeachiana*, *Vachellia farnesiana*, *Senegalia occidentalis*, *Vachellia pringlei*, *Caesalpinia cacalaco*, *Lonchocarpus hermannii*, *Havardia mexicana*, *Gretheria sonora*, *Piscidia mollis*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Parkinsonia aculeata*, *Crateva tapia*, *Populus mexicana* subsp. *dimorpha*, *Vitex mollis*, *Senna atomaria* y *Sarcomphalus amole*. Igualmente, pueden distinguirse arroyos temporales en elevaciones medias (30 a 100 m), donde hay ausencia de *Pithecellobium dulce* y *Pseudoalbizia sinaloensis*. Asimismo, la presencia de arroyos que se ubican entre los 200 y 400 m con ausencia de *Vitex mollis*, *Crateva tapia* y *Havardia mexicana*.

En las partes altas de la cuenca norte existen acantilados que brindan protección microclimática, disminuyendo la exposición al sol y conservando humedad, ocasionando que las plantas crezcan bastante y posean tallos rectos, tales como *Lonchocarpus hermannii*, *Cordia sonora*, *Ceiba acuminata*, *Mariosousa coulteri*, *Ipomoea arborescens*, *Chloroleucon mangense* var. *leucospermum* y *Hintonia latiflora*.

(5) Comunidad riparia. Se localizaron dos afloramientos de aguas subterráneas conocidos como manantiales, los que resguardan humedad todo el año, permitiendo la presencia de musgos, *Nymphaea elegans* (capomo), *Phragmites australis* (carrizo), *Cyperus* aff. *pallidicolor* (papiro), *Ficus pertusa* (macapul), *Typha dominguensis* (tule) y *Ficus cotinifolia* (chalate).

Comparación con otras floras regionales

La diversidad de plantas del Cerro de Las Escaleras (297 especies) es la más alta del municipio de Ahome. Es mayor que la del Cerro de La Memoria (82 especies en 3 km²; Bacasehua 2014) y que la planicie y arroyo “El Aguaje”, Barobampo (279 en 3 km²; Gaxiola-Félix, 2020). También es mayor que la flora de las islas de Navachiste y Macapule (258 en 140 km²), en Guasave (Díaz 2008). Gaxiola-Félix (2020) localizó 58 especies diferenciales al Cerro de Las Escaleras (por ejemplo, *Guazuma ulmifolia*, *Parkinsonia microphylla*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Mammillaria marksiana*, *Ipomoea purpurea* o *Kallstroemia californica*). También se ha observado a *Peniocereus striatus* (Cactaceae) y *Fouquieria diguetii* (Fouquieriaceae), además de otras herbáceas. Se denota que, al investigar más intensivamente la Sierra de Barobampo, la diversidad de plantas del municipio de Ahome tendería a aumentar. Igualmente ocurriría al considerar otras áreas naturales de la región como: Sierra de Topo Viejo, Sierra de San Ignacio, matorral del Jitzámuri y penínsulas Guachapore, Lechuguilla y Cristal. En este sentido, se ha intentado localizar (sin éxito) a cactáceas como *Echinocereus leucanthus*, *Carnegia gigantea* (ambas propias de Sonora), *Pachycereus pringlei* (Baja California Sur y Sonora) y a *Mammillaria capensis* (Baja California Sur). Tomando en cuenta a Gaxiola-Félix (2020) y Bacasehua (2014) (con 26 especies distintas), la suma total de plantas vasculares continentales del municipio de Ahome es, al momento, de 383 especies. Si se contabiliza al complejo de islas de Navachiste-Macapule, Guasave (Díaz, 2008; 91 especies diferenciales), el número asciende a 470 especies.

Plantas más utilizadas

Existen pocas investigaciones al respecto; sin embargo, de la vegetación del cerro se extrae principalmente madera, postes, leña y varas. Destaca el uso artesanal en máscaras, utensilios, juguetes, etc., realizado por la etnia Yoreme-Mayo que habita en comunidades aledañas. Se observó que solo permanecen individuos grandes dentro de cañones y otros sitios accidentados. De los que se utilizan principalmente, *Coulteria platyloba*

(palo colorado), *Neltuma juliflora* (mezquite), *Haematoxylon brasiletto* (palo brasil), *Ruprechtia fusca*, *Erythrina flabelliformis* (colorín o chilicote), *Lysiloma divaricatum* (mauto), *Fouquieria macdougalli*, *Vachellia pringlei*, *Cordia sonorae* y *Vitex mollis*.

Conclusiones

La diversidad florística del Cerro de Las Escaleras (297 especies) de la Sierra de Barobampo es mayor a la inicialmente esperada, sobre todo por su escasa superficie. Las principales familias botánicas son Fabaceae, Euphorbiaceae, Cactaceae y Poaceae. Es al momento el sitio de mayor diversidad y heterogeneidad florística del municipio de Ahome y del norte de Sinaloa. Así mismo, el Cerro alberga varias plantas en riesgo de conservación y de distribución atípica nunca antes reportadas. Su diversidad varía sustancialmente en el gradiente altitudinal y en sus cuencas, e incluye varios tipos de comunidades vegetales.

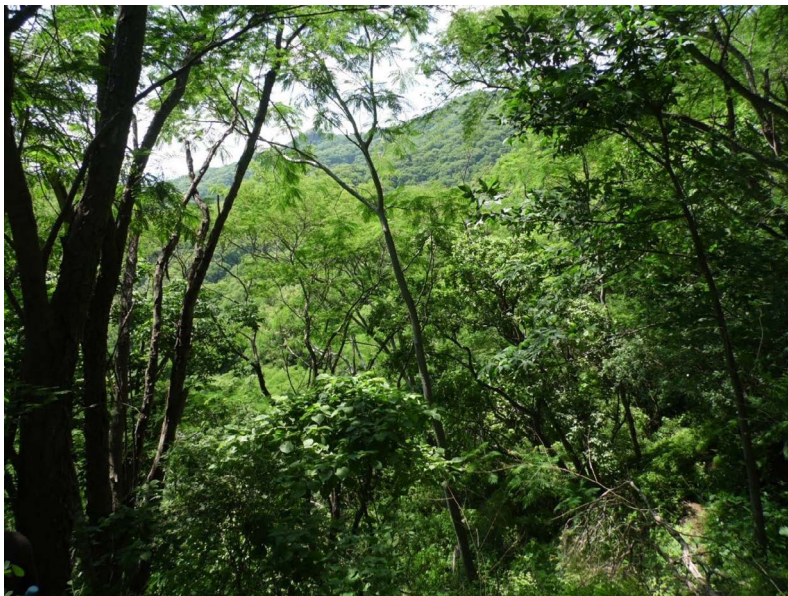
La flora regional soporta el entramado ecológico y ambiental que sustenta, en buena parte, la vida de animales y seres humanos. A pesar de la perturbación ecológica ocasionada por la agricultura, ganadería, minería, industria, sobretala o urbanización, en Ahome existen todavía áreas naturales relativamente conservadas, que albergan cuantiosa vida silvestre, proveen de recursos naturales y servicios ambientales. Es urgente detener el deterioro, generando investigación y realizando esfuerzos de educación ambiental, ordenamiento territorial y planes de manejo sostenible. La Sierra de Barobampo merece decretarse como “Área Natural Protegida”, tal como ocurrió con la Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Sonora, o la Sierra de Tachuichamona, Sinaloa. En el municipio de Ahome, además del sitio RAMSAR “Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira” (2009), únicamente la “Cueva de Los Murciélagos” del Maviri tiene protección ambiental (local). Es apremiante encontrar un equilibrio entre las actividades económico-productivas realizadas en las áreas naturales y su adecuada conservación; sigue siendo el gran reto de nuestra sociedad con miras a un buen destino generacional.

Bibliografía

- Ávila-González, H., González-Gallegos, J. G., López-Enríquez, I. L., Ruacho-González, L., Rubio-Cardoza, J., & Castro-Castro, A. (2019). Inventario de plantas y tipos de vegetación del Santuario de El Palmito, Sinaloa, México. *Botanical Sciences*, 97(4), 789–820. <https://doi.org/10.17129/botsci.2356>
- Bacasehua, J. A. (2014). *Inventario florístico del “Cerro de La Memoria”, Los Mochis, Sinaloa, México (Residencia profesional)*. Instituto Tecnológico de Los Mochis.
- Búrquez, A., Martínez, A., Felger, R. S., & Yetman, D. (1999). Vegetation and habitat diversity at the southern edge of the Sonoran Desert. En R. H. Robichaux (Ed.), *Ecology of Sonoran Desert plants and plant communities*. University of Arizona Press.
- Cota-Armenta, H. O. (2019). *Diversidad florística e importancia cultural de los recursos forestales no maderables en la microrregión San Blas a Ocoroni, Sinaloa* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Indígena de México.
- Díaz, S. J. (2008). *Diversidad florística y estructura de la vegetación de las islas de los sistemas lagunares Navachiste y Macapule del norte de Sinaloa* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Sinaloa.
- Felger, R. S., Johnson, M. B., & Wilson, M. F. (2001). *The trees of Sonora, Mexico*. Oxford University Press.
- García-Cisneros, J. A. (2019). *Diversidad florística y estructura de tres tipos de vegetación, y su relevancia cultural en la microrregión San Blas, El Fuerte a Ocoroni, Sinaloa de Leyva* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Indígena de México.
- Gastélum-Félix, H. (2004). *Ordenación ecológica de la vegetación del Cerro de La Memoria* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Gaxiola-Félix, J. (2020). *Listado florístico de la planicie y arroyo “El Aguaje”, Sierra de Barobampo, Ahome, Sinaloa, México* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Sinaloa.

- Moreno-Aldaco, J. D. (2017). *Diversidad y estructura de la vegetación asociada al río Fuerte, y usos culturales por pobladores Yoreme-Mayo* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Indígena de México.
- Reyes-Olivas, A. (2002). *Patrones espaciales de cactáceas en el desierto costero de Topolobampo* (Tesis doctoral). Colegio de Postgraduados.
- Reyes-Olivas, A., Apodaca-Ovalle, V., Cota-Sánchez, J. H., & Casillas-Álvarez, P. (2008). Relación del suelo y la topografía con la diversidad y la estructura de la vegetación insular en el desierto costero de Sinaloa, México. En L. M. Flores-Campaña (Ed.), *Estudios de las islas del Golfo de California* (pp. 53–66). Universidad Autónoma de Sinaloa; Gobierno del Estado de Sinaloa; CONACYT.
- Rosales, E., Lara-Ponce, E., & Piña-Ruiz, H. H. (2017). *Uso de los recursos forestales en el ejido Yoreme-Mayo Los Capomos, El Fuerte, Sinaloa. En Estudios y aplicaciones para el desarrollo*. Departamento de Estudios Sociales, Universidad de Guanajuato.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México* (1.^a ed. digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Vega Aviña, R. (2000). *Catálogo y base de datos preliminar de la flora de Sinaloa (Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto L057)*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Vega-Aviña, R., Aguiar-Hernández, H., Gutiérrez, J. A., Hernández, J. A., Vega-López, I. F., & Villaseñor, J. L. (2000). Endemismo regional presente en la flora del municipio de Culiacán, Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana*, 53, 1–15.

*Componente arbóreo de la selva baja caducifolia de Sinaloa en temporada de lluvia. Se aprecia la especie *Lysiloma* sp. (“Mauto”, Fabaceae) (G. Márquez)*



Capítulo 3

Diversidad florística, estructura de la vegetación y su relevancia cultural en la microrregión San Blas a Ocoroni, Sinaloa

Floristic diversity, vegetation structure, and cultural relevance in the San Blas a Ocoroni microregion

Estuardo Lara-Ponce¹

Hugo Humberto Piña-Ruiz²

José Antonio García-Cisneros³

<https://doi.org/10.61728/AE20258986>



¹ Profesor de Tiempo Completo, integrante del Cuerpo Académico Biodiversidad y Estrategias Comunitarias de Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Indígena de México. elara@uaim.edu.mx.

² Profesor de Tiempo Completo, integrante del Cuerpo Académico Biodiversidad y Estrategias Comunitarias de Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Indígena de México. hugopina@uaim.edu.mx.

³ Programa Educativo de Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma Indígena de México. joseantoniogarciacisneros@gmail.com

Resumen

Se realizó un estudio florístico y etnoecológico de tres tipos de vegetación: Matorral Sarco-Crasicaule, Selva Baja Espinosa y Selva Baja Caducifolia, distribuidos en gradientes altitudinales de la microrregión San Blas a Ocoroni, Sinaloa de Leyva. El objetivo fue identificar la diversidad de especies forestales, estructura por tipo de vegetación y los usos culturales por los habitantes. Se empleó muestreo aleatorio simple para evaluar datos cuantitativos de 15 sitios de 10 x 100 m distribuidos altitudinalmente. En cada sitio se registraron y midieron las especies con diámetro altura pecho (DAP) ≥ 2.4 cm y para arbolado menor < 2.4 cm. Con los datos obtenidos se determinó el Índice de Valor de Importancia; la diversidad alfa; y el índice beta. El análisis arrojó un total de 46 especies (27 árboles, 4 arbustos, 7 sufrútices, 4 cactáceas y 4 herbáceas). La familia botánica más abundante es la Fabaceae (18 especies). En la estructura vertical por vegetación, la Selva Espinosa presentó el mayor número de árboles con alturas superiores a los 10 m aunque registró el mayor lugar de perturbación. Los datos cualitativos provenientes de 21 entrevistas a informantes al azar, permitieron comprender la relación sociocultural con la flora representativa, según las características ecológicas prevalecientes, así como el potencial endémico del recurso forestal de acuerdo a los principales usos de las especies en esta microrregión del norte de Sinaloa. Se abre la posibilidad a estudios que promuevan el manejo forestal sostenible y la conservación de la diversidad florística con participación social.

Introducción

En 1976, Sinaloa tenía 55.97 % de cobertura de bosques y selvas; para el 2006 disminuyó a 49.54 %, es decir, se perdieron 368 056 ha; y para el año 2011 se contaba con una superficie de 28 100 km² que representaba

el 48.98 % (Corrales, 2013, citado por Monjardín-Armenta et al., 2017). Las cifras anteriores indican que el estado de Sinaloa ha tenido una pérdida significativa de cobertura forestal, razón suficiente para documentar y analizar esta problemática, conocer sus actuales causas principales y secundarias, así como las posibles complicaciones ambientales que afectan a las principales actividades socioeconómicas del estado, como son la agricultura, ganadería, pesca y turismo.

Los estudios florísticos permiten identificar los elementos vegetales propios de cada comunidad en su ambiente natural, y así evaluar los aspectos abióticos que inciden en su composición y distribución; sin embargo, como la vegetación está cambiando con el paso del tiempo por actividades humanas, es útil que se actualicen constantemente los inventarios regionales, para determinar especies en peligro o amenazadas, especies nuevas nativas o algunas introducidas en el área (Serrano, 2006).

Selva baja caducifolia (SBC)

La selva tropical húmeda en México no es el único tipo de ecosistema de vegetación tropical; se debe reconocer la existencia de otras variantes de clima extremoso, como es el caso de la selva baja caducifolia (en adelante SBC), o bosque tropical caducifolio (Dirzo y Ceballos, 2010). Olso (citado por Bezaury, 2010) menciona que estas selvas pierden entre el 50 y el 100 % del follaje en épocas secas, y se desarrollan por debajo de los 1200 msnm. Aunque sean menos diversas que las selvas tropicales húmedas, las selvas secas tropicales y subtropicales concentran gran variedad de flora y fauna, y muchas presentan extraordinarias adaptaciones a las presiones climáticas (Bezaury, 2010).

La SBC se compone de árboles que ramifican a corta altura, copas extendidas, alturas que van de los 8 m hasta los 15 m, con un estrato arbustivo muy denso que dificulta en algunos sitios el acceso; el diámetro no sobrepasa los 50 cm, con tallos retorcidos, corteza de colores llamativos y superficie brillante, exfoliándose continuamente las partes externas; durante 5 a 8 meses, la pérdida de sus hojas forma dos aspectos estacionales diferentes: la época seca gris y desolada y, en la de lluvias,

es verde y llamativa (Trejo, 2010; CONABIO, 2022). Las cactáceas columnares y candelabroiformes son también parte de la fisonomía de ciertas variantes de esta selva (Rzedowski, 2006), que se desarrollan en suelos muy someros, rocosos en forma de lajas y de alta pedregosidad (INEGI, 2009b).

La SBC contribuye cerca del 20 % del total de especies de flora de origen neotropical de México, con abundancia de especies endémicas de las familias *Fabaceae*, *Euphorbiaceae*, *Cactaceae*, *Burseraceae*, *Asteraceae*, *Malpighiaceae*, *Rubiaceae* y *Anacardiaceae*. En nuestro país, existen zonas de diversidad de especies en las costas de Jalisco y Oaxaca, algunos sitios de Sinaloa, y en parte de las cuencas del Balsas, como Infiernillo y el cañón del Zopilote (Trejo 2010). En Sinaloa, la SBC cubre 1589 880.46 ha de bosque primario, y 673 331.96 ha de bosque secundario sumando un total de 2 263 212.4 ha, equivalente a 39.8 % de la superficie estatal, siendo la formación más extensa en la entidad que se encuentra en todos los municipios (SEMARNAT, 2015).

En las últimas décadas se incrementó el conocimiento de la diversidad florística de la selva seca del pacífico; se tienen registros de herbarios, listados florísticos locales y estudios ecológicos de cómo está la riqueza y la composición de flora que alberga este ecosistema (Miranda y Hernández 1966; Rzedowski 2016). Sin embargo, la presión de las actividades antropogénicas en la SBC se ha convertido en una situación de atención apremiante. En palabras de Zepeda et al. (2017) “La extensión original ha estado disminuyendo por el cambio de uso de suelo que va asociado con las actividades agrícolas y ganaderas que, junto con las altas tasas de deforestación y los incendios, han deteriorado, fragmentado y aislado grandes extensiones de selva” (p. 102).

Selva Baja Espinosa (SBK)

La Selva Baja Espinosa (en adelante SBK) tiene la característica de ser bosque bajo espinoso; crece en lugares muy secos, pero a la vez más húmedos que el matorral xerófilo; se desarrolla en suelos más profundos, ya que el bosque tropical caducifolio se limita en laderas de cerros u otros sitios con suelos someros. Además, esta vegetación no está limitada solo

a “tierra caliente”, sino que se puede encontrar en sitios superiores a 2 000 msnm, donde incluso se presentan heladas, y el clima es semiseco o seco (Rzedowski, 2006). En cuanto a su fisonomía y hábitat climático, es similar a la SBC, pero en la SBK los árboles dominantes son espinosos y prefieren climas más húmedos que en las zonas donde prospera el matorral xerófilo (CONAFOR, 2015; Miranda y Hernández, 1963).

La SBK ocupa en México alrededor de 5 % de superficie, siendo una comunidad arbórea de corta altura, con especies características y adaptadas al ambiente, aunque generalmente predominan especies de leguminosas. Esta vegetación en México ocupa alrededor de 701 320 ha (INEGI, 2007), y para el estado de Sinaloa se reporta una superficie de 117 977.4 ha (SEMARNAT, 2015).

Matorral Sarcocrasicaule (MSCC)

En México se tiene registrado un total de 2 313 565 ha de Matorral Sarcocrasicaule (en adelante MSCC), que se distribuye en el noroeste del país, abarcando los estados de Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur (INEGI, 2007). El estado de Sinaloa cuenta con unas 163 772.5 ha de superficie de zonas semiáridas, de las que el MSCC registra 21 123.36 ha de bosque primario y 591.34 ha de bosque secundario, siendo los municipios de Angostura, Guasave, Ahome, Navolato y El Fuerte donde se desarrolla este tipo de vegetación (SEMARNAT, 2015).

El MSCC es una comunidad vegetal con una gran variedad de formas de vida, entre las que destacan arbustos, cactáceas y especies sarcocaulales de tallos gruesos y carnosos, así como crasicaulales de tallos suculentos y jugosos. Los matorrales están dominados por arbustos de altura inferior a cuatro metros, que se desarrollan en condiciones de clima árido, que va de seco a muy seco, con temperaturas máximas de 48 °C y mínimas de 18 °C, a altitudes que ascienden desde los 100 hasta los 1600 msnm, y crecen en relieves diversos como llanuras costeras, lomeríos, mesetas, sierras y valles. Es conveniente mencionar que este tipo de vegetación mantiene una relación estrecha con los matorrales sarcocaulales y los matorrales crasicaulales (INEGI, 2009 ab).

Estudios florísticos en Sinaloa

Se han realizado diversos estudios florísticos para diferentes tipos de vegetación, particularmente en selvas tropicales y subtropicales. En el estado de Sinaloa, se han efectuado estudios de la vegetación en las islas lagunares de Navachiste y Macapule (Díaz, 2008); composición florística y estructura de la vegetación de la selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia y manglar (Amador-Cruz 2018); la selva baja caducifolia en Bacayopa, Choix (Galaviz-Lara y Báez-Ruelas, 2018); o el inventario florístico y de estructura de la vegetación de una microcuenca de la serranía de Barobampo, Ahome (Carrillo 2020). Otros trabajos documentan el aprovechamiento de la vegetación por las comunidades regionales. Bautista y Rodríguez (2015) en el Ranchito de Mochicahui, El Fuerte, hallaron especies como el mezquite (*Neltuma juliflora*), palo brasil (*Haematoxylon brasiletto*) y palo colorado (*Coulteria platyloba*); son utilizadas como leña, fuente principal de energía y combustible. Rosales (2014) registró el uso medicinal y otros aprovechamientos que los yoreme-mayo de la comunidad de Capomos hacen de especies forestales como el palo brasil, álamo (*Populus* sp.), palo colorado, mezquite y de espinosas de hojas pequeñas. En San Javier, Choix, se reportan especies maderables, como guásima (*Guazuma ulmifolia*) para camas y estribos; el chino (*Havardia mexicana*) y el copal (*Bursera* sp.) para hacer fustes y bateas; el huinolo (*Vachellia campeachiana*), además de mezquite, palo blanco, mauto (*Lysiloma* sp.), chino, palo brasil y torote (*Bursera* sp.) como combustible; y para la construcción palo colorado, etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*), mauto, huinolo y palmas (Mayo, 2018). En lo referente a la vegetación riparia del río Fuerte, se registraron 27 especies del bosque de galería, de las que siete especies presentan múltiples usos (Moreno, 2017).

A pesar de los estudios florísticos que se han realizado en el norte del estado, aún existen rezagos en el inventario real y la problemática de los diferentes tipos de vegetación, como es la pérdida de cobertura vegetal. Regionalmente, en el municipio de El Fuerte, existe la mayor superficie de deforestación con 210.92 km², en cambio Sinaloa de Leyva es el único municipio que no ha presentado una pérdida neta, por lo contrario, muestra un incremento en su superficie forestal de 15.847 km² (Monjardín et

al., 2017). Entre las causas principales que ocasionan la deforestación, se encuentra la siembra de cultivos permanentes, la extracción de madera con fines comerciales, la apertura de vías de comunicación e infraestructura, la extracción minera, el crecimiento de la población y la presencia del narcotráfico. En otros términos, la expansión agrícola en el estado de Sinaloa es la causante principal con 49.40 %, influenciada por el 33 % de factores demográficos, 29 % de factores económicos y 12 % de factores tecnológicos (Monjardín et al., 2017).

La microrregión de San Blas a Ocoroni es poco conocida y explorada en estudios detallados de esta área aún natural; ha tenido poca investigación botánica y, en lo forestal, escasa información de parámetros que midan la estructura, diversidad e importancia ecológica de las especies, como las maderables regionales. En este trabajo se coloca como premisa, que los habitantes yoremes y mestizos que viven en esta microrregión son los conocedores de las especies locales, los usos tradicionales y la problemática asociada. El objetivo de estudio consistió en determinar las especies de importancia forestal, los principales usos culturales, así como la estructura de tres tipos de vegetación (SBC, SBK y MSCC) a diferentes altitudes en la microrregión de San Blas, El Fuerte a Ocoroni, Sinaloa de Leyva.

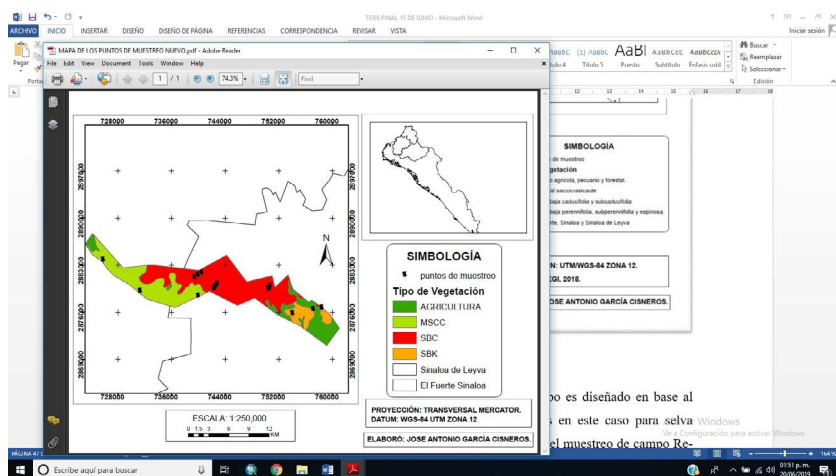
Metodología

En los municipios colindantes de El Fuerte y Sinaloa de Leyva, en el norte de Sinaloa, se delimitó una superficie de 16 133.40 ha representativas de la vegetación regional. Esta área poligonal de estudio abarcó longitudinalmente la carretera de la microrregión de San Blas, El Fuerte a Ocoroni, Sinaloa de Leyva. Durante la temporada estacional de invierno, se conformó una brigada de campo de estudiantes del programa educativo forestal de la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM), quienes realizaron recorridos de reconocimiento e hicieron muestreo de campo para el levantamiento de datos cualitativos y cuantitativos, aplicaron entrevistas abiertas a compradores de “estacón” y efectuaron 20 encuestas al azar con ejidatarios y conocedores locales.

Con la información preliminar de campo, se procedió a trabajar con

el programa ArcGis versión 10.4.1; para elaborar el polígono del área de trabajo, se elaboraron mapas temáticos de las variables abióticas a considerar. De los recorridos de reconocimiento previos en el área, fue que se determinó la ubicación de tres principales tipos de vegetación (SBC, SBK y MSCC); se marcaron 15 sitios aleatorios utilizando la plataforma del Google Earth pro, distribuidos en tres tipos de gradientes altitudinales: a) 44-155, b) 156-377 y c) 378-500 msnm (Figura 1).

Figura 1. Mapa de los puntos de muestreos por tipo de vegetación



Muestreo de campo

Para realizar el muestreo de campo, se siguió y modificó la metodología propuesta por Mostacedo y Frederickse (2000). En cada sitio establecido en campo se realizaron 15 transectos de 10 x 100 m (1000 m²) y midieron datos dasométricos del arbolado con diámetro normal ≥ 2.4 cm (3 pulgadas) a 1.3 m de altura pecho (DAP); altura total y comercial; diámetro de copa; daños por agente causantes y para los “tocones” se midió el diámetro y altura total siguiendo la metodología de la SEMARNAT (2011). Se ubicaron las coordenadas de cada sitio de muestreo mediante un Geoposicionador Satelital, empleando la proyección Universal Transversal Mercator y el DATUM, WGS84.

Se llevaron a cabo mediciones ecológicas y de vegetación, como es la semejanza florística en los tres tipos de vegetación y en tres gradientes altitudinales, mediante el coeficiente de similitud o Índice de Sørensen (IS); y para la diversidad florística, se usó el índice de Shannon, el Índice de Simpson y el Índice de diversidad de Margalef. En la evaluación de la estructura y composición florística, se utilizó el Índice de Valor de Importancia (IVI), que es un parámetro de medición del valor ecológico de las especies, a saber: Densidad relativa (Dr), frecuencia relativa (Fr) y dominancia relativa (Dr) (Mostacedo y Fredericksen 2000; Moreno 2001).

Durante el trabajo de campo, se contó con el apoyo de informantes clave que apoyaron en la identificación de los nombres comunes de las especies locales. Para la identificación botánica de especies registradas en los muestreos, se colectaron ejemplares y se tomaron fotos con una cámara profesional marca Nikon siguiendo la metodología propuesta por Ricker (2019). Posteriormente, en trabajo de gabinete, se efectuó la identificación de los ejemplares con apoyo de documentos, de plataformas virtuales y la Red de Herbarios del noroeste de México.

Resultados y análisis

Las condiciones climáticas de la microrregión de El Fuerte presentan una temperatura media anual que oscila entre los 20 y 28 °C, con una precipitación de 300 a 900 mm, mientras que el municipio de Sinaloa de Leyva presenta una temperatura de 20 a 26 °C y un rango de precipitación entre 300 y 1100 mm. Específicamente en el área de estudio, se presenta el clima BS1(h') w; semiárido cálido, con temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 %. Cercano a la localidad de San Blas, se registra el clima BSo (h') w, que es árido, cálido, temperatura media anual mayor de 22 °C, temperatura del mes más frío mayor de 18 °C, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual (INEGI, 2009 ab).

La composición florística de los tipos de vegetación según los rangos altitudinales de la microrregión es la siguiente: existen tres tipos de vegetación principales de Ocoroni a San Blas. El MSCC cuenta con una

superficie de 4 470.81 ha; la SBK tiene 1 211.69 ha, y la SBC se distribuye en 7 920.33 ha. En términos de representación de la superficie, en total se registraron 46 especies, 36 géneros y 18 familias que se integran por 27 árboles, siete sufrutices, cuatro arbustos, cuatro cactáceas y cuatro plantas herbáceas, de las cuales la familia Fabaceae es la más representativa con 18 especies, seguida por la familia Burseraceae y Cactaceae con cuatro especies.

Por tipo de vegetación, en la SBC se encontraron 42 especies; se observó que 13 especies comúnmente conocidas como “cuilón, chipil, coloncahui, chunari, guayacán, nesco blanco, nopal, ocotillo o chunari, palo barril, palo mulato, pochote, copalquin y San Juanillo” solamente tienen presencia en esta vegetación. En cambio, en el MSCC se hallaron 19 especies; tres de ellas solo tienen presencia en este tipo de vegetación: “cacachila, mezquite, palo chino”; mientras que en la SBK se localizaron 24 especies, de las que la “biznaga” hace presencia en esta vegetación. En la Tabla 1, se describen las especies halladas por tipo de vegetación e identificación taxonómica respectiva.

Es importante mencionar que de las especies encontradas, dos se encuentran en la Norma Oficial Mexicana de Protección Ambiental de Especies Nativas (2010): palo fierro (*Olneya tesota*), que está sujeto a protección especial, y el guayacán (*Guaiacum coulteri*), que se encuentra en estatus de amenazado.

Por rango altitudinal, se registraron 35 especies de los 44 a 155 msnm, donde las especies aceituna (*Sarcomphalus amole*), copalquin (*Hintonia latiflora*), biznaga (*Ferocactus herrerae*), cacachila (*Karwinskia humboldtiana*), brea (*Parkinsonia praecox*), nopal (*Opuntia wilcoxii*), ocotillo (*Sideroxylon* sp.) y gatuño (no identificada) solo tuvieron presencia a esta altitud. Del rango de 156 a 377 msnm se localizaron 26 especies, donde cuilón (*Mimosa* sp.) y chipil (*Ficus cotinifolia*) son las únicas en este gradiente; mientras de 378 a 500 msnm se registraron 28 individuos, donde únicamente se encontraron las arbóreas coloncahui (*Lysiloma watsonii*), palo barril (*Cochlospermum vitifolium*), palo verde (*Parkinsonia aculeata*) y pochote (*Ceiba acuminata*) (Tabla 2).

Tabla 1. Composición florística en los tres tipos de vegetación de la microrregión.

Familias	Especies	Nombre común	Presencia	Origen*	Forma de vida**
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Amapa	SBC, SBK	nativa	Ar
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Palo barril	SBC	nativa	Ar
Boraginaceae	<i>Cordia sonora</i> Rose	Palo de asta	MSCC, SBC	nativa	Ar
Burseraceae	<i>Bursera bipinnata</i> Engl.	Copal	TTV	nativa	Ar
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i> A.Gray	Torote prieto	SBC, SBK	nativa	Ar
Burseraceae	<i>Bursera fagaroides</i> Engl.	Chutama	TTV	nativa	Ar
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> Sarg.	Palo mulato	SBC	nativa	Ar
Cactaceae	<i>Ferocactus herrenae</i> J.G.Ortega	Biznaga	SBK	nativa	Ca
Cactaceae	<i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose	Nopal	SBC	nativa	Ca
Cactaceae	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> Britton & Rose	Etcho	TTV	nativa	Ca
Cactaceae	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Pitaya	TTV	nativa	Ca
Convolvulaceae	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don	Palo blanco	TTV	nativa	Ar
Ericaceae	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	Granadilla	SBC, SBK	nativa	Se
Euphorbiaceae	<i>Croton alamosanus</i> Rose	Vara blanca	SBC, SBK	nativa	Ph
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cinerea</i> Müll. Arg.	Sangregado	MSCC, SBC	nativa	At

Familias	Especies	Nombre común	Presencia	Origen*	Forma de vida**
Fabaceae	<i>Vachellia campeachiana</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Huinolo	TTV	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Cenostigma eriostachys</i> (Benth.) Gagnon & G.P.Lewis	Palo iguana	SBC, SBK	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Erythrostemon palmeri</i> (S.Watson) Gagnon & G.P.Lewis	Palo piojo	TTV	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Coulteria platyloba</i> (S.Watson) N.Zamora	Palo Colorado	TTV	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Palo dulce	TTV	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil	TTV	nativa	Se
Fabaceae	<i>Havardia mexicana</i> (Rose) Britton & Rose	Palo chino	MSCC	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Lysiloma watsonii</i> Rose	Colonchui	SBC	nativa	Se
Fabaceae	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	Mauto	TTV	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Lonchocarpus hermannii</i> M.Sousa	Nezco blanco	SBC	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.	Nezco prieto	SBC, SBK	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	Palo fierro	SBC, SBK	nativa	Se
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Palo verde	SBC	nativa	Se
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	Brea	MSCC, SBC	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Gretheria sonora</i> (S.Watson) Duno & Torke	Palo gato	MSCC, SBK	nativa	Ar
Fabaceae	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.	Mezquite	MSCC	nativa	Ar

Familias	Especies	Nombre común	Presencia	Origen*	Forma de vida**
Fabaceae	<i>Desmanthus covillei</i> (Britton & Rose) Wiggins	Daisillo	SBC, SBK	exótica	Ph
Fabaceae	<i>Mimosa distachya</i> Cav.	Cuilón	SBC		Ar
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash.	Ocotillo o Chunari	SBC	nativa	Ar
Malvaceae	<i>Ceiba acuminata</i> (S. Watson) Rose	Pochote	SBC	nativa	Ar
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Chipil	SBC	nativa	Ar
Myrtaceae	<i>Eugenia guatemalensis</i> Donn.Sm	Guayabilla	SBC, SBK	nativa	Ar
Primulaceae	<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>pungens</i> (A.Gray) B.Ståhl & Källersjö	San Juanillo	SBC	nativa	At
Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus amole</i> (Sessé & Moc.) Hauenschild	Aceituna	SBC, SBK	nativa	Ar
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> Zucc.	Cacachila	MSCC	nativa	Se
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	Papachio	TTV	nativa	At
Rubiaceae	<i>Hintonia latiflora</i> Bullock	Copalquin	SBC	nativa	Ar
Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i> sp.	Ocotillo	SBC	nativa	At
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i> . A.Gray	Guayacán	SBC	nativa	Se
	No identificada	Gato prieto	MSCC, SBC		Ph
	No identificada	Gatuño	MSCC, SBC		Ph
*Presencia: Tres Tipos de Vegetación=TTV, Matorral <i>Sarcocrasicaule</i>=MSCC, Selva Baja <i>Caducifolia</i>= SBC, Selva Baja Espinosa= SBK. **Forma de vida: Árbol= Ar, Sufrutice= Se, Arbusto=At, Cactáceas= Ca, Plantas herbáceas=Ph					

Composición florística de los tres tipos de vegetación por gradiente altitudinal

Se registraron un total de 46 especies en los tres tipos de vegetación de la microrregión, distribuidas en 18 familias botánicas, siendo la Fabaceae la más representativa con 18 especies. Esta diversidad última se asemeja a la obtenida en estudios realizados en diferentes tipos de flora del estado de Sinaloa, como el bosque de galería en el río Fuerte (Moreno 2017), las islas de Navachiste (Díaz 2008) o la vegetación de la Serranía de Barobampo (Carrillo-García 2019). Así como en áreas con condiciones ambientales similares, como la flora de Jolapan (Martínez-Moreno et al. 2016); el bosque tropical caducifolio de Morelos (Sánchez et al. 2018); el bosque tropical caducifolio de San Luis Potosí (Analís et al. 2010); la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Oaxaca (Gallardo-Cruz 2005) o la selva baja caducifolia de la Sierra de Nanchititla (Zepeda et al. 2017). También se coincide con Sousa (2010), al mencionar que la familia Fabaceae es la más diversa en la selva seca de México a nivel arbóreo y arbustivo, y catalogada como la segunda más diversa en el país. Además, mundialmente se posiciona como una familia botánica diversa junto con las orquídeas y asteráceas (CONABIO 2022).

Tabla 2. Especies encontradas en tres rangos altitudinales de la microrregión

Nombre común	Especies	Presen- cia*	Gradiente en msnm		
			44- 155	156- 377	378- 500
Aceituna	<i>Sarcomphalus amole</i> (Sessé & Moc.)	SBC, SBK	X		
Amapa	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Bertol.) DC.	SBC, SBK	X	X	X
Biznaga	<i>Ferocactus herrenae</i> J.G.Ortega	SBK	X		
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst.	TTV	X	X	X
Brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	MSCC, SBC	X		
Cacachila	<i>Karwinskia humboldtiana</i> Zucc.	MSCC	X		
Etcho	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> Britton & Rose	TTV	X	X	X
Chipil	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	SBC		X	
Chutama	<i>Bursera odorata</i> Brandegee	TTV	X	X	X
Coloncahui	<i>Lysiloma watsonii</i> (Kunth) Benth.	SBC			X
Copal	<i>Bursera bipinnata</i> (DC.) Engl.	TTV	X	X	X
Copalquin	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé et Moc. ex DC.) Bullock	SBC	X		
Cuilón	<i>Mimosa</i> sp.	SBC		X	
Daisillo	<i>Desmanthus covillei</i> Britton & Rose) Wiggins	SBC, SBK	X	X	
Gato prieto	No identificada	MSCC, SBC	X	X	X
Gatuño	No identificada	MSCC, SBC	X		

Nombre común	Especies	Presen- cia*	Gradiente en msnm		
			44- 155	156- 377	378- 500
Granadilla	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	SBC, SBK	X	X	
Guayacán	<i>Guaiaacum coulteri.</i> Gray	SBC	X	X	X
Guayabilla	<i>Eugenia guatemalen- sis</i> Donn.Sm	SBC, SBK	X	X	X
Huinolo	<i>Vachellia campeachiana</i> Humb. & Bonpl. ex Willd .	TTV	X	X	X
Mauto	<i>Lysiloma divarica- tum</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	TTV	X	X	X
Mezquite	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) DC	MSCC	X		
Nezco blanco	<i>Lonchocarpus hermannii</i> M.Sousa S.	SBC	X	X	X
Nezco prieto	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.	SBC, SBK	X	X	X
Nopal	<i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose	SBC	X		
Ocotillo	<i>Sideroxylon</i> sp.	SBC	X		
Ocotillo o Chunari	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash.	SBC		X	X
Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	SBC			X
Palo blanco	<i>Ipomoea arbo- rescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don,	TTV	X	X	X
Palo chino	<i>Havardia mexicana</i> Britton & Rose	MSCC	X		
Palo colorado	<i>Coulteria platyloba</i> S. Watson	TTV	X	X	X
Palo de asta	<i>Cordia sonora</i> Rose	MSCC, SBC	X		X

Nombre común	Especies	Presen- cia*	Gradiente en msnm		
			44- 155	156- 377	378- 500
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	TTV	X	X	X
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	SBC, SBK	X	X	
Palo gato	<i>Gretheria sonora</i> S. Watson	MSCC, SBK			X
Palo iguana	<i>Cenostigma eriostachys</i> Benth.	SBC, SBK	X	X	X
Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	SBC			X
Palo piojo	<i>Erythrostemon palmeri</i> S. Watson	TTV	X	X	X
palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	SBC			X
Papachio	<i>Randia aculeata</i> L.	TTV	X	X	X
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	TTV	X	X	
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i> Rose	SBC			X
San Juanillo	<i>Bonellia macrocarpa</i> subsp. <i>pungens</i> (A. Gray) B. Ståhl	SBC	X		
Sangregado	<i>Jatropha cinerea</i> (Ortega) Muell.	SBC			X
Torote prieto	<i>Bursera microphylla</i> Mark E. Olson	SBC, SBK	X	X	X
Vara blanca	<i>Croton alamosanus</i> Rose	SBC, SBK	X	X	X

Presencia: Tres Tipos de Vegetación=TTV, Matorral *Sacocrasicaule*=MSCC, Selva Baja *Caducifolia*= SBC, Selva Baja Espinosa= SBK.

En la SBC se registró que a menor altitud en estas áreas semiplanas (44 a los 155 msnm), existen más especies, mientras que otros individuos se ubicaron en sitios de pendientes mayores a los 156 msnm y de 378-500 msnm, como *Lonchocarpus hermannii*, *Eysenhardtia polystachya* y

Bursera simaruba. Especies como *Ficus cotinifolia* y *Mimosa* sp. solo se registraron en este gradiente altitudinal, pero no en abundancia; seguramente crecieron en esta área por alguna ave o roedor que dispersó la semilla. Al respecto, en la serranía de Barobampo, Carrillo-García (2020) encontró presente *Ficus cotinifolia* a los 270 msnm con 69 m de diferencia comparado con el presente trabajo, a una altitud de 201 msnm. La estructura vertical de las especies arrojó en promedio para el MSCC de 4.3 m; para la SBK 5.2 m y en la SBC gradiente 1 = 4.3 m, 2 = 4.5 m, 3 = 4.7 m. En el caso de la estructura horizontal, la SBC presentó en las tres gradientes altitudinales 3.6 cm en promedio de DAP.

Diversidad en las tres vegetaciones por cada gradiente altitudinal

De acuerdo con el índice de equidad de Shannon-Wiener, los valores hallados fueron bajos en comparación con otros estudios que se han realizado en la SBC. Por ejemplo, en la selva mediana subcaducifolia en Campeche, se registró un valor de ($H' = 2.31$) (Dzib-Castillo et al. 2014). En cambio, en el estudio realizado en Bacayopa, Choix, se registró una alta diversidad ($H' = 3.30$). En el estudio realizado en Cerro Verde, Nizanda, Oaxaca, también presentó baja dominancia similar al presente estudio (0.10) en el primer gradiente y en las tres vegetaciones (Gallardo-Cruz et al., 2005). También en el trabajo que se realizó en la Depresión del Balsas en Michoacán; Méndez y colaboradores (2014) registraron aún más baja dominancia (0.5). Sin embargo, en este estudio se determinó una alta riqueza, ya que el índice de Margalef (DMg) superó en los tres gradientes y las tres vegetaciones al estudio de Bacayopa que arrojó un valor (DMg=7.50) (Galaviz-Lara y Báez-Ruelas, 2018). El menor registro se tuvo en la vegetación MSCC (DMg= 7.66); mientras que en el gradiente dos de la SBC (DMg=11.15) registró una alta riqueza (Tabla 3).

Tabla 3. Índices Shannon-Weiner (H'), Simpson (D) y Margalef (DMg) en las tres vegetaciones para los tres gradientes registrados

Índices de diversidad alfa	MSCC 44-155 msnm	SBK 44-155 msnm	SBC 44-155 msnm	SBC 156-377 msnm	SBC 378-500 msnm
Índice de Shannon (H')	1.07	1.16	1.20	1.19	1.18
Índice de Simpson (D)	0.10	0.10	0.10	0.08	0.09
Índice de Simpson (1- D)	0.90	0.90	0.90	0.92	0.91
Índice de Margalef (DMg)	7.66	9.19	11.15	9.69	10.29

Similitud en las tres vegetaciones por gradiente altitudinal

La vegetación en la microrregión San Blas-Ocoroni es heterogénea, debido a que el índice de Sørensen arrojó valores medios de similitud por gradiente y vegetación; todos los valores registrados por encima de la media (0.58 en MSCC; 0.76 en SBC gradiente uno). Estos valores sobrepasan al estudio realizado en San Luis Potosí, donde se registró una similitud baja (0.42), aunque fue evaluado con otro método de similitud (Morisita-Horn IMH) (Alanís et al. 2010). En otro estudio en Yucatán, se realizaron cálculos en 10 cuadrantes (10 x 20 m), de los cuales seis de ellos obtuvieron valores semejantes al presente estudio (Báez et al., 2011). De acuerdo con los resultados de este índice, se comprueba que existe una perturbación en la microrregión, donde especies colonizadoras y secundarias responden bien a los lugares que han sido explotados por actividades extractivas (Tabla 4). Particularmente, en el gradiente de 156-377 msnm, se observó mucha perturbación por actividades humanas.

Tabla 4. Resultados de similitud obtenidos por el índice de Sørensen (IS) en las tres vegetaciones en los tres gradientes altitudinales

Índice de di- versidad beta	MSCC 44-155 msnm	SBK 44-155 msnm	SBC 44-155 msnm	SBC 156-377 msnm	SBC 378-500 msnm
Índice de Sørensen (IS)	0.58	0.69	0.79	0.70	0.76

En la microrregión, por las condiciones de la cuenca hidrológica, los tres tipos de vegetación comparten más de la mitad de especies similares, seguramente por colindancias y por la dispersión de las semillas con facilidad por la presencia de aves y animales, adaptaciones a las condiciones similares climáticas y a las condiciones edafológicas donde se pueden desarrollar todas las especies.

Estructura de los tres tipos de vegetación por gradiente

Se observó en la MSCC gradiente uno, a *Bursera odorata*; en la SBC gradiente uno, a *Bursera microphylla*; en el gradiente dos, a *Cenostigma eriostachys*; en el gradiente tres, a *Bursera odorata*, y para la SBK gradiente uno, a *Ipomoea arborescens* como las especies de mayor importancia ecológica. Caso contrario, en el estudio de la SBC realizado en el ejido Bacayopa, Choix, se reporta a *Lysiloma divaricatum* como la especie de mayor importancia (Galaviz y Báez 2018). Por su parte, en San José del Cabo, es la especie *Tecoma stans* para la SBC y MSC como la especie más abundante (48 %); esta especie no se registró en la microrregión. En cambio, de las especies registradas en los muestreos, se encuentra a *Karwinskia humboldtiana* (6.3 %), *Haematoxylon brasiletto* (4.9 %) y a *Lysiloma divaricatum* (Vázquez, 2006). Por otra parte, se halló en la MSCC a *Vachellia campeachiana* como la especie más abundante (16.52 %); y para SBC gradiente uno, se catalogó a *Croton alamosanus* como la especie de mayor abundancia con un valor de 21.36 %. Para el gradiente dos, se registró a *Cenostigma eriostachys* (17.39 %) como la más abundante. En el gradiente tres se posicionó *Bursera odorata* (14.58 %) en primer lugar de abundancia. En un estudio en Apatzingán, Michoacán,

Casanova-Lugo et al. (2014) mencionan a seis especies de mayor importancia ecológica, donde solo una se encontró en este estudio (*Coulteria platyloba*), aunque no tiene valor de mayor importancia en ninguno de los tipos de vegetación. Esto se puede deber a la explotación forestal de esta especie en muchos años, siendo cada vez menos abundante.

Probablemente, *Ipomoea arborens* es una especie que apareció como de mayor importancia ecológica en la SBK debido a que es una especie que no ha sido explotada por los pobladores, con un DAP de hasta 14.5 cm, y altura total de 10 m y con diámetros de copa extendidas hasta seis metros. En la SBC gradiente uno, *Bursera microphylla* es la especie de mayor importancia ecológica debido a que los habitantes no le dan ningún uso, lo que propicia con el paso del tiempo un monte más homogéneo, pues se extraen otras especies de importancia forestal, reflejándose en el IVI como especies menos abundantes; menor peso ecológico. Los ejemplos se reflejan en la SBC gradiente uno a *Coulteria platyloba*, *Coutarea latifolia*, en el gradiente tres a *Lysiloma divaricatum*, *Cordia sonora* y *Guaiaacum coulteri* y en el MSCC gradiente uno a *Cordia sonora*, *Erythrostemon palmeri* y *Coulteria platyloba*. Todas estas especies son muy explotadas en la microrregión para estación principalmente, y para leña, entre otros usos locales.

Caso contrario en la SBC gradiente dos, se halló a *Cenostigma eriostachys* como la especie de mayor peso ecológico. Aunque esta especie es muy explotada y buscada para estación, obtuvo mayor abundancia, frecuencia y dominancia porque solo la podan las ramas que alcanzan el DAP y la altura de utilidad como estación, dejando el árbol podado para nuevos brotes de aprovechamiento.

Uso cultural local de las especies

De las 46 especies registradas en la microrregión San Blas a Ocoroni, 37 tienen algún uso cultural y tres especies tienen usos múltiples; son los casos de *Bursera bipinnata*, *Eysenhardtia polystachya* y *Haematoxylum brasiletto*. Comparativamente, en el estudio realizado en San José del Cabo (Vázquez, 2006), se reportan 21 especies que registraron de la selva baja caducifolia con diferentes usos, siete de las cuales se

incluyen en el presente trabajo, como el etcho o cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*), pitaya (*Stenocereus thurberi*), palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), mauto (*Lysiloma divaricatum*), palo chino (*Havardia mexicana*) y cacachila (*Karwinskia humboldtiana*).

Aprovechamiento forestal como madera

Existe un aprovechamiento importante del arbolado maderable en la microrregión, tanto en el número de especies como de tocones, siendo el palo colorado (*Coulteria platyloba*) la especie que muestra mayor extracción en la SBK, y concentra una tercera parte de presencia total de tocones; es una especie muy demandada y cotizada para estacón; las personas que se dedican a su extracción lo hacen por su dureza y resistencia. Vázquez-Miranda (2006) mencionan a *Senna atomaria* como la especie más extraída por las mismas cualidades en la cuenca de San José del Cabo. En la microrregión es común que, para conseguir el recurso forestal, las personas se trasladen más lejos e ir a áreas de más difícil acceso donde se localizan maderables con DAP y altura adecuada para ser cortada; ejemplares como *Neltuma juliflora* y *Havardia mexicana* son propios del MSCC y empleados principalmente por la explotación de carbón, postes, cercos y estacón.

En la comunidad de Ocoroni es donde llega el estacón extraído de la microrregión, para luego ser llevado por los compradores de la localidad a los diferentes campos de hortalizas del estado. Como recurso maderable, las principales especies comerciales son “palo colorado” (*Coulteria platyloba*), muy demandada por los compradores o clientes; sigue la guayabilla (*Eugenia guatemalensis*), mauto (*Lysiloma divaricatum*), amapa (*Handroanthus impetiginosus*) y, en menor proporción, el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) y brasil (*Haematoxylum brasiletto*); también adquieren y comercializan otras especies como palo iguana (*Cenostigma eriostachys*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo pinto y vara real.

Los lugareños mencionan que especies como mezquite (*Neltuma juliflora*), mauto (*Lysiloma divaricatum*), palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) han ido escaseando. No obstante, Rodríguez y Bautista (2015), hallaron que en El Ranchito de Mochicahui, los pobladores utilizan prin-

principalmente *Neltuma juliflora*, *Parkinsonia praecox*, *Coulteria platyloba*, que coinciden también como especies aprovechadas en la microrregión. En general, la percepción social atribuye que las áreas de vegetación se encuentran “modificadas”, están “destruidas” o se han “ido perdiendo”. En otras palabras, algunas especies que se encuentran escasas, se debe a la tala inmoderada como son los casos del palo colorado, mezquite, y en menor proporción el guayacán, guayabilla, mauto, brasil, palo dulce, huinolo y cacachila. Si bien datos no corroborados indican que se pueden comercializar de 6000 a 7000 palos diarios, con un precio de seis pesos cada uno por comprador durante buena parte del año, es significativa como actividad económica, a pesar de que existen riesgos en el corte de madera por cortaduras con el machete y mordeduras de serpientes, sin embargo, es relevante el aprovechamiento tradicional de las especies forestales de los diferentes tipos de vegetación de la microrregión.

Leña

Como recurso forestal no maderable, la leña es una estrategia de uso como combustible natural, que se encuentra presente en los tres tipos de vegetación, y es el recurso más utilizado por las familias que la emplean a diario para la cocción de los alimentos debido a que proporciona buenas brasas y libera menos humo en la combustión. Las especies leñosas más utilizadas son el huinolo (*Vachellia campeachiana*), seguido por las arbóreas como mauto (*Lysiloma divaricatum*), mezquite (*Neltuma juliflora*) y brasil (*Haematoxylum brasiletto*); en menor proporción utilizan el palo colorado (*Coulteria platyloba*), palo iguana (*Cenostigma eriostachys*), palo piojo (*Erythrostemon palmeri*), guayabilla (*Eugenia guatemalensis*), papachio (*Randia aculeata*), amapa (*Handroanthus impetiginosus*) y cacachila (*Karwinskia humboldtiana*). De acuerdo con cifras de México consultadas por Mozo y Silva (2022), cuatro millones de hogares (11 %) usan leña o carbón; por lo tanto, se aprovechan 38 millones de metros cúbicos al año, que representan 40 % de la energía total usada por cerca de 28 millones de habitantes. La mayoría de la leña se utiliza para el autoconsumo y se comercializa desde hace tiempo de manera informal (Macera et al., 2010).

Aprovechamiento forestal para uso medicinal

Otros recursos forestales no maderables de relevancia cultural son las especies de uso medicinal que tienen potencial curativo y son utilizadas por los habitantes de la región. La mayoría de los pobladores recomienda utilizar los árboles del monte como remedios caseros, porque de acuerdo a su empleo local, son efectivos para la curación de males habituales, es el caso del copalquin (*Hintonia latiflora*) útil para purificar la sangre, atenuar fiebres, diabetes y malestares de los riñones; el palo mulato (*Bursera simaruba*) útil en la circulación y purificación de la sangre; brasil (*Haematoxylum brasiletto*) requerido para el corazón y problemas de los riñones; el consumo del fruto de ceituna (*Sarcomphalus amole*) para tratar las amibas; en menor proporción usan el copal (*Bursera bipinnata*) para aliviar la tos; la pitaya (*Stenocereus thurberi*) para curar heridas; el mezquite (*Neltuma juliflora*) para el mal de orín y etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*) mejora el problema de la gastritis. Varias de las especies reconocidas por los habitantes coinciden con lo reportado en Los Capomos, El Fuerte, donde se mencionan estas y otras especies recomendadas para curar diferentes enfermedades (Rosales, 2014). En otro orden, de las 32 especies medicinales que reportan Lara y Quintero (2016), cuatro especies coinciden en este estudio: etcho (*Pachycereus pecten-aboriginum*), huinolo (*Haematoxylum brasiletto*), mezquite (*Neltuma juliflora*) y palo mulato (*Bursera simaruba*).

No obstante, la favorable percepción social que se tiene de este aprovechamiento forestal en la zona norte del estado, es necesario profundizar estudios sobre las plantas mencionadas, como de muchas más que son parte de los tipos de vegetación de la región, lo que podría sumar nuevos hallazgos que incrementarían el acervo de la Farmacopea mexicana acorde a la Ley General de Salud.

Conclusiones

El clima cálido subhúmedo es propicio para el crecimiento y desarrollo de tres tipos de vegetación correspondientes a igual número de gradientes altitudinales. Por gradiente, en la vegetación de MSCC, la especie *Grethe-*

ria sonora es la que presentó mayor altura; en la SBK fue *Pachycereus pecten-aboriginum* y en la SBC *Sarcomphalus amole*. En el gradiente dos, fue la especie *Vachellia campeachiana*; y en el gradiente tres, la especie de mayor altura fue *Cochlospermum vitifolium*. En el caso del parámetro DAP promedio, en el primer gradiente del MSCC, la de mayor altura fue *Stenocereus thurberi*; en la SBK se registró *Ipomoea arborescens*; mientras que para la SBC se encontraron tres especies: *Arctostaphylos pungens*, *Handroanthus impetiginosus* y *Haematoxylum brasiletto*. En el gradiente dos de la misma vegetación, se registró a *Eugenia guatemalensis* y en el gradiente tres se halló a *Cenostigma eriostachys* como la especie de mayor DAP promedio.

De las 46 especies registradas, 34 tienen algún uso por los pobladores, cuyo aprovechamiento es para propósitos socioculturales y económicos, sea alimenticio, leña, madera para estacón y medicinal. El estado que guarda la vegetación presente en la mayoría de sitios muestreados da certeza de perturbación antropogénica, como es la extracción de madera para fines comerciales en la región. El recurso maderable potencial y los usos culturales de las especies por tipo de vegetación dan cuenta de la relevancia de esta microrregión, que aún no ha sido examinada del todo. El presente estudio etnoecológico permitió un reconocimiento del área, comprender el estado ecológico, los índices de diversidad y el estado que guarda el aprovechamiento de las especies maderables, a fin de poder diseñar alternativas de manejo forestal con participación local. Es necesario incluir el monitoreo de los recursos faunísticos, su presencia, papel ecológico y aprovechamiento regional, así como realizar estudios de los sistemas silvopastoriles en el área.

El presente trabajo forma parte del proyecto 243129 “Patrimonio biocultural de los Yoreme y Yoris del norte de Sinaloa: recursos naturales, conocimiento tradicional y práctica productiva”. Proyecto Apoyado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (SEP-CONACYT).

Bibliografía

- Alanís, R. E., Aranda, R. R., Mata, B. J. M., Canizales, V. P. A., Jiménez, P. J., Uvalle, S. J. I., Valdecantos, D., & Ruiz, B. M. G. (2010). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México. *Ciencia UANL*, 13(3), 287–294. <https://eprints.uanl.mx/2034/1/especieslenosas.pdf>
- Amador-Cruz, F. (2018). *Composición florística y estructura de la vegetación del sur de Sinaloa, con fines de manejo y conservación* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar].
- Arriaga, L. (2009). Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: Un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental*, 1(1), 6–16.
- Bautista, S. L., & Rodríguez, R. L. (2015). Análisis de la flora usada como leña en la comunidad Mayo-Yoreme de El Ranchito de Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Indígena de México].
- Bezaury-Creel, J. (2010). Las selvas secas del Pacífico mexicano en el contexto mundial. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury-Creel, & R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (pp. 21–40). Fondo de Cultura Económica.
- Búrquez, A., & Martínez-Yrizar, A. (2010). Límites geográficos entre selvas secas y matorrales espinosos y xerófilos: ¿Qué conservar? En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury-Creel, & R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (pp. 53–62). Fondo de Cultura Económica.
- Casanova-Lugo, F., González-Gómez, J. C., Flores-Estrada, M. X., López-Santiago, G., & García-Gómez, M. (2014). Estructura, composición y usos de los árboles de la selva baja caducifolia en Apatzingán, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(2), 255–259.
- Carrillo, G. J. A. (2020). *Diversidad florística y estructura de la vegetación de una microcuenca de la Serranía de Barobampo, Ahome*,

- Sinaloa* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Indígena de México].
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2022). *Selvas secas*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>
- Dzib-Castillo, B., Chanatásig-Vaca, C., & González-Valdivia, N. A. (2014). Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 167–178. <https://doi.org/10.7550/rmb.38706>
- Galaviz-Lara, G., & Báez-Ruelas, B. I. (2018). *Composición, estructura y diversidad del bosque tropical caducifolio en el ejido Bacayopa, Choix, Sinaloa* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Indígena de México].
- Gallardo-Cruz, J. A., Meave, J. A., & Pérez-García, E. A. (2005). Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 76, 19–35. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1701>
- Báez, C. G., Díaz, J. J. O., Guido, J. S. F., Zamora-Crescencio, P., Carrasco, M. R. D., & Villegas, P. (2011). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Nohalal-Sudzal Chico, Tekax, Yucatán, México. *Foresta Veracruzana*, 13(1), 7–14.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009a). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: El Fuerte, Sinaloa* (clave geoestadística 25010).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009b). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Sinaloa, Sinaloa* (clave geoestadística 25017).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009–2014). *Inventario nacional forestal y de suelos*. https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/390/related_materials?idPro=
- Lara-Ponce, E., & Quintero-Romanillo, A. (2016). *Plantas medicinales del norte de Sinaloa*. Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa.
- León de la Luz, J. L., Domínguez-Cadena, R., & Medel-Narváez, A.

- (2012). Florística de la selva baja caducifolia de la península de Baja California, México. *Botanical Sciences*, 90(2), 143–162
- León, J., Rebman, J., Van Devender, T., Sánchez, J., Delgadillo, J., & Medel, A. (2018). El conocimiento florístico actual del Noroeste de México: Desarrollo, recuento y análisis del endemismo. *Botanical Sciences*, 96(3), 555–568. <https://doi.org/10.17129/botsci.1885>
- Macara, O., Arias, T., Ghilardi, A., Guerrero, G., & Patiño, P. (2010). *Estimación de los consumos nacionales de leña y carbón vegetal para el periodo 2009–2024* (Tercer informe). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez-Moreno, D., Reyes-Matamoros, J., Andrés-Hernández, A. R., & Pérez-Espinosa, L. (2016). Flora útil de la comunidad Rancho El Salado en Jolalpan, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 3, 1–15.
- Martínez, M. C., Pioquinto, S., & Juárez, E. (2015). *Consumo de leña: Reto económico ambiental* [Ponencia]. 2.º Congreso Nacional AMICA.
- Mayo, M. Z. (2018). *Aspectos forestales, agrícolas y socio-culturales del pueblo Yoreme Mayo de San Javier, Choix, Sinaloa* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Indígena de México].
- Miranda, F., & Hernández, E. (1966). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 29, 1–79. <https://doi.org/10.17129/botsci.1084>
- Monjardín-Armenta, S., Pacheco, C., Plata, W., & Barraza, G. (2017). La deforestación y sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera y Bosque*, 23(1), 7–22. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311482>
- Moreno, A. J. D. (2017). *Diversidad y estructura de la vegetación asociada al río Fuerte, Sinaloa, y usos culturales por pobladores Yoreme-Mayo* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Indígena de México].
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* (Vol. 87). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible.

- Ocegueda, A. M., & Aparicio, M. S. (2022). Caracterización del aprovechamiento de leña en una comunidad Me'phaa de la Montaña de Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(70). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.1263>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 30 de diciembre). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental—Especies nativas de México de flora y fauna silvestres—Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio—Lista de especies en riesgo*. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091
- Ricker, M. (2019). *Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.conafor.gob.mx/apoyos/docs/externos/2022/DocumentosMetodologicos/2019/Manual_para_realizar_colectas_botanicas_del_inventario_forestal_de_Mexico_Oct_2019.pdf
- Rosales-Vásquez, E., Lara-Ponce, E., & Piña, R. H. H. (2017). Uso de los recursos forestales en el ejido Yoreme-Mayo Los Capomos, El Fuerte, Sinaloa. En V. R. Rosas, H. A. Ortega, A. M. León, & H. B. Rodríguez (Coords.), *Estudios y aplicaciones para el desarrollo* (pp. 158–175). Universidad de Guanajuato.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Sánchez, H. M. Á., Fierros, G. A. M., Velázquez, M. A., De los Santos, P. H. M., Aldrete, A., & Cortés, D. E. (2018). Estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en un bosque tropical caducifolio de Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 131–156. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.115>
- Díaz, J. S. (2008). *Diversidad florística y estructura de la vegetación de las islas de los sistemas lagunares Navachiste y Macapule del norte de Sinaloa* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa].
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Inventario estatal forestal y de suelos: Sinaloa 2014*. https://www.academia.edu/21064903/IEFyS_Sinaloa

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). *Manual y procedimientos para el muestreo de campo: Re-muestreo 2011*. https://www.conafor.gob.mx/apoyos/docs/externos/2022/DocumentosMetodologicos/2011/Manual_remuestreo_2011.pdf
- Serrano, G. (2006). Estudios florísticos y recursos arbóreos. En L. J. L. Cifuentes & L. J. Gaxiola (Eds.), *Atlas del manejo y conservación de la biodiversidad y ecosistemas de Sinaloa* (pp. 29–36). El Colegio de Sinaloa.
- Sousa, M. (2010). Centros de endemismo: las leguminosas. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury, & R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (pp. 77–92). FCE.
- Trejo, I. (2005). Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. En G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff, & A. Melic (Eds.), *Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 1–12). CONABIO: Monografías Tercer Milenio.
- Trejo, I. (2010). Las selvas secas del pacífico mexicano. En G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury, & R. Dirzo (Eds.), *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México* (pp. 41–52). FCE.
- Vázquez, M. D. R. (2006). *Evaluación de la degradación forestal por extracción de especies maderables en la cuenca San José del Cabo, BCS, México* [Tesis de maestría, CIBNOR]. <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/313>
- Zepeda, G. C., Burrola, A. C., White, O. L., & Rodríguez, S. C. (2017). Especies leñosas útiles de la selva baja caducifolia en la Sierra de Nanchititla, México. *Madera y Bosques*, 23(3), 101–119. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331426>

Especies maderables como el palo colorado (Coulteria platyloba), una de las de mayor extracción de la Selva Baja Espinosa en la microrregión San Blas a Ocoroni (E. Lara)



**Valores de importancia de plantas leñosas
del bosque tropical seco del sitio Ramsar
Playa Tortuguera El Verde Camacho,
Sinaloa, México**

**Importance values of woody plants from
the tropical dry forest at the Ramsar site
Playa Tortuguera El Verde Camacho,
Sinaloa, México**

Gilberto Márquez-Salazar¹

José Saturnino Díaz²

Jacek Márquez-Stone³

<https://doi.org/10.61728/AE20258993>



¹ Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Blvd. de las Américas y Blvd. Universitarios S/N. CP. 80013, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. gmarquez@uas.edu.mx

² Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Blvd. de las Américas y Blvd. Universitarios S/N. CP. 80013, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. jsdiaz_24@hotmail.com

³ Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Blvd. de las Américas y Blvd. Universitarios S/N. CP. 80013, Culiacán Rosales, Sinaloa, México. jacekmarston@gmail.com

Resumen

Los bosques tropicales secos (BTS) son un bioma amenazado. Los cambios de uso del suelo, la acelerada urbanización y proyectos turísticos sin sustentabilidad son retos del BTS del sur de Sinaloa. El objetivo del presente trabajo fue aportar conocimiento sobre la estructura horizontal, a través de los valores de importancia, el patrón de dispersión espacial y contribuir al manejo de especies del área natural protegida. El levantamiento fue por 50 transectos de 50 x 2 m; se registraron las especies leñosas y el diámetro a la altura de pecho. La información se ordenó por familias y formas de crecimiento. Se procesaron: área basal, densidad y frecuencia para obtener el índice de valores de importancia (IVI). Fueron considerados solo los valores iguales o superiores al 5 % del IVI para catalogarse como especie dominante. El coeficiente de Pearson fue utilizado para correlacionar categorías taxonómicas y valores de importancia. La prueba de Mann-Whitney se empleó para comprobar si existían o no diferencias significativas entre formas de crecimiento. Se inventariaron 107 especies. Solo *Cenostigma eriostachys*, *Ipomoea arborescens* y *Sarcomphalus amole* resultaron dominantes. La mayoría registró valores inferiores a 5 %. Fabaceae sumó las cantidades más altas de IVI. El vínculo entre número de géneros, especies e IVI a través del coeficiente de correlación de Pearson resultó positivo y cercano a 1. En el IVI los árboles resultaron superiores a los arbustos y estos a las lianas. Existieron diferencias significativas entre formas de crecimiento. El patrón de dispersión espacial de contagio fue el dominante.

Introducción

Los bosques tropicales secos (BTS) son contrastantes en elementos climáticos y atributos ecológicos. Empleando la escasez de precipitaciones, Mooney et al. (2009) los caracterizan como bosques que se localizan en

regiones tropicales, donde se presentan varios meses de sequía. Enfatiza que existen periodos donde no llueve milímetro alguno. Los cambios meteorológicos oscilantes y antrópicos sin sustentabilidad hacen que estos ecosistemas sean vulnerables a la escasez de agua, sequía, desertificación, cambio y degradación del uso de la tierra e impactos del cambio climático (FAO, 2019). En los BTS, el periodo de precipitaciones, la ausencia de lluvias y su consecuente sequía desencadenan múltiples transformaciones en procesos y características bióticas. En el escenario ecológico, las variables especies, dominancia, densidad o abundancia, biomasa o cobertura (área basal y dosel), esparcimiento, dispersión espacial, entre otros, son un ejemplo del escenario cambiante en la estructura biótica. Una forma de conocer la variación de la estructura en comunidades de plantas es a través de estudiar el número de individuos, su esparcimiento y dimensión del dosel o área basal (biomasa). Estos parámetros son para Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) las mediciones más importantes que se hacen en el muestreo de comunidades, y son a su vez atributos básicos para obtener el índice de valores de importancia (IVI) de cada especie.

En bosques secos, es uno de los índices más usados para obtener una clasificación jerárquica (Ferreira-Nunes et al. 2014), donde las especies y/o familias se ordenan de los mayores valores de importancia a los menores o viceversa. Los tres atributos para obtener el IVI cambian en los BTS; son relevantes al presentar patrones extremos. En densidad, pocas especies registran elevados números de individuos y tallos; en dispersión espacial, un escaso monto tiene elevada ocurrencia en sitios y, en lo referente al área basal, son escasos los árboles y arbustos dominantes en biomasa. Por el contrario, las especies raras en número, localización y con bajos volúmenes de biomasa son las comunes. Al respecto, Ratter et al. (2014) registraron para especies de plantas leñosas de la ecorregión del Cerrado brasileño una cantidad de especies moderadamente comunes, ampliamente distribuidas y un gran número de rarezas. En relación al IVI, Dezzio et al. (2008) encontraron que pocas especies presentaron valores de importancia altos en bosques secos de Venezuela; Chaves-Agudelo et al. (2008), de forma similar al anterior estudio, no registraron especies con valores de importancia elevados en los bosques tropicales secos de Córdoba, Colombia. Para dilucidar la ambigüedad en el concepto de

dominancia, Lugo et al. (2014) proponen que las especies con mayor jerarquía, particular en área basal, densidad y frecuencia, y general en valores de importancia, presenten montos iguales o superiores al 5 %.

Con los parámetros de densidad o abundancia y frecuencia, se determina el patrón de dispersión espacial (Ndah et al. 2013), con este modelo solo registraron poblaciones distribuidas de contagio o agrupadas. Bhadra y Pattanayak (2016) encontraron el patrón contiguo o de contagio como dominante en más del 80 % de las especies, con bajos registros la distribución aleatoria y ausencia del patrón regular. El patrón de dispersión espacial es un indicador de la adaptación a las interacciones del medio abiótico, biótico y antrópico por los individuos de una población. Resalta el vínculo entre abundancia y frecuencia por ser una medida relativa del grado de contagiosidad en la distribución de cualquier especie (Whitford, 1949). La abundancia y los sitios de presencia de especies son centrales en la descripción de la estructura de la vegetación (Shipley, 2010).

Los objetivos del presente trabajo fueron conocer el índice de valores de importancia y el patrón de dispersión espacial, los cuales son importantes para caracterizar la organización de la comunidad de plantas leñosas de BTS del sitio RAMSAR Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sinaloa, México, y la información obtenida podría aplicarse para diseñar planes de manejo de poblaciones en riesgo y de Áreas Naturales Protegidas (ANP).

Metodología

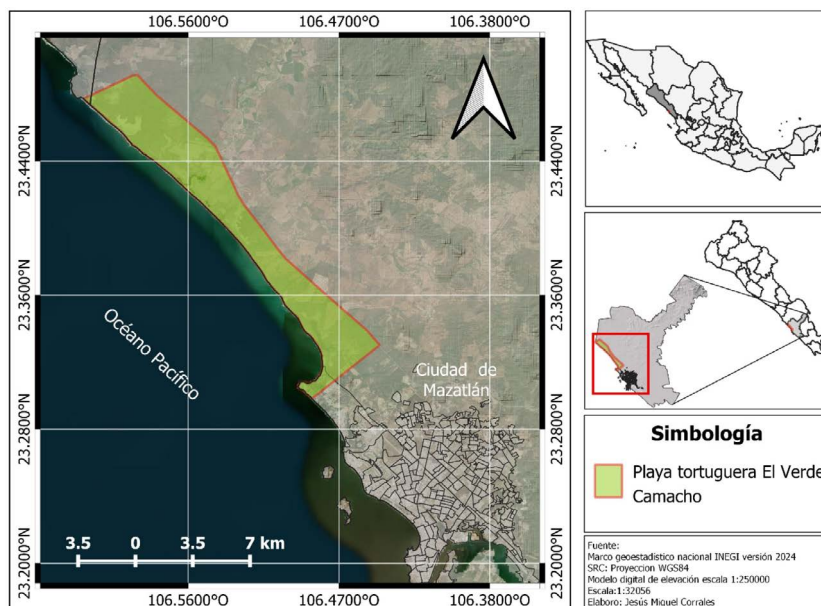
Área de estudio

La conversión del BTS del sitio RAMSAR Playa Tortuguera el Verde Camacho (SRPTVC) es un problema real. A finales del 2022 se deforestó una superficie de 43.4 ha en el norte del área protegida, para destinarlas a cultivos de temporal, sin autorización de cambio de uso de suelo (Estrada-Castelo, comunicación personal, 2025). Estas transformaciones, aunadas al avance de la franja turística de Mazatlán, en la zona sur de la reserva, potencian las amenazas al ANP.

El sitio se localiza geográficamente al norte de la ciudad de Mazatlán, en la región meridional del estado de Sinaloa, cuyas coordenadas geográficas son: 23° 29' 28.86" N; 106° 35' 33.31" O y 23° 28' 38.07" N 106° 37' 20.68" O, al sur 23° 17' 53.82" N 106° 29' 9.97" O y 23° 19' 48.96" N 106° 26' 44.42" O (Figura 1), a una altitud de entre 0 y 50 m s.n.m.

El clima de la ciudad de Mazatlán es la descripción meteorológica más cercana al sitio de estudio, que corresponde a una simbología: Awo(w)(e) y describe a los climas cálidos húmedos tropicales, con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos y oscilante en temperatura. La temperatura promedio anual es 24.1° (superior a los 22° C) y una precipitación de 812.1 mm. Los meses de enero a mayo registran entre bajos y muy bajos promedios de lluvia, que van de 12.1 a 0.6 mm (García, 2004). La variación extrema en condiciones de temperatura y precipitación son causantes de la marcada estacionalidad, que genera cambios en múltiples procesos meteorológicos y bióticos; el más notorio es la caducifoliedad de la mayor parte de las especies del ANP.

Figura 1. Sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho, localizado en la región costera al norte del municipio de Mazatlán, Sinaloa, México



Técnicas de recolección de datos

Se trazaron 50 transectos con dimensión 50 x 2 m (100 m²) (Gentry, 1988), cubriendo una superficie de 5000 m² (0.5 ha). La orientación fue una combinación de líneas en rumbo norte-sur y este-oeste. Se optó por muestreos rectangulares debido a la probabilidad de registro de más especies, facilidad de observación, menor tiempo del inventario, optimización del equipo de trabajo y reducción del impacto en el sitio (Upton 2020). En cada sitio seleccionado fueron registrados los tallos de las especies de plantas leñosas (árboles, arbustos y lianas), con dimensiones iguales o superior a un cm de grosor de diámetro a la altura de pecho (DAP), considerado 1:30 m a partir del suelo (Trejo y Dirzo 2002). Las especies se identificaron in-situ; solo algunas se colectaron y fotografiaron. Taxónomos especialistas identificaron y corroboraron las muestras. En la nomenclatura se empleó la clasificación taxonómica del APG IV (Angiosperm Phylogeny Group, 2016). La confirmación de los nombres científicos y formas de crecimiento se hizo consultando las páginas web: Kew Herbarium (POWO: Plants of the World Online) y The Word Flora Online (WFO).

Análisis de datos

El índice de valores de importancia (IVI) se obtiene sumando los valores relativos de densidad, frecuencia y área basal de cada especie (Sahu y Dhal, 2012) o cobertura del dosel, cuya magnitud es una excelente indicación de la importancia de una especie dentro de un rodal (Curtis y McIntosh, 1951) y facilita comparar las especies de y entre comunidades. Para obtenerlo se empleó, con ligeros cambios, el algoritmo propuesto por Kifle et al. (2022).

$$\text{Área basal relativa} = \frac{ci}{\sum_{i=1}^s ci} (100); \text{área basal (AB)} = \frac{\pi}{4} DAP^2. \text{Densidad relativa} = \frac{ni}{\sum_{i=1}^s ni} (100).$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{fi}{\sum_{i=1}^s fi} (100). \quad \text{IVI} = \frac{ci}{\sum_{i=1}^s ci} (100) + \frac{ni}{\sum_{i=1}^s ni} (100) + \frac{fi}{\sum_{i=1}^s fi} (100).$$

Donde: ci = área basal de cada especie; $\sum_{i=1}^s ci$ = sumatoria de todas las áreas basales; ni = número individuos de cada especie; $\sum_{i=1}^s ni$ = número total de individuos; fi = frecuencia de una especie; $\sum_{i=1}^s fi$ = frecuencia de todas las especies. La sumatoria arroja un valor de 300. Para ajustarlo a 100 %, se dividen las sumatorias de las variables entre tres:

$$\text{IVI} = \frac{\text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3}$$

Para ordenar las cantidades por familia, se sumaron los valores de importancia de las especies de cada taxa, divididos entre el total y multiplicados por 100. Las formas de crecimiento se clasificaron como árboles, arbustos y lianas. Los arbustos trepadores se consideraron dentro de arbustos; las de hábito trepador se agruparon en lianas. Para las cactáceas se incluyó al hábito de crecimiento propuesto por Vázquez-Sánchez et al. (2012), el de trepadoras o lianas y así poder incluir a *Selenicereus vagans*.

El número de géneros y especies fue correlacionado con las cantidades del índice de valores de importancia empleando el coeficiente de Pearson (Krebs 1999), que tiene un rango de lectura de -1 y +1; donde los valores cercanos a -1 muestran una correlación negativa y, por el contrario, cercanos a +1, una reciprocidad positiva. Los valores de importancia se compararon entre las formas de crecimiento, empleando la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney, que utiliza las medianas y el valor P (0.05). En el primer escenario se acepta la hipótesis nula (H_0), asumiendo que las medianas de los valores de importancia entre las formas de crecimiento son iguales; esto sería admitido si el valor P es superior o igual a 0.05. De cumplirse la premisa, no existirán diferencias significativas. Por el contrario, en el segundo escenario, se admite la hipótesis alterna (H_1), que considera a las medianas de los valores de importancia entre las formas de crecimiento como diferentes; esto se aprueba si el valor P resulta inferior a 0.05. La deducción aceptará la existencia de diferencias significativas en los valores de importancia entre las formas de crecimiento arbóreas, arbustivas y lianas o trepadoras. Se utilizó el software PAST (Hammer et al., 2001) para obtener los valores de r, P y U.

En la obtención del patrón de dispersión espacial, se empleó el radio de Abundancia-Frecuencia (A/F), propuesto por Curtis y Cotton (1956),

donde al obtenerse un cociente inferior a 0.025, el modelo será regular; entre 0.025 y 0.05, aleatorio; y superior a 0.05, contiguo o contagio. La abundancia es el promedio de tallos por sitio, obtenida al dividir el número de individuos, en este caso tallos, entre la cantidad de sitios de ocurrencia. La frecuencia es el porcentaje de sitios de registro, obtenida primero al dividir el número de sitios de registro de la especie entre el total de sitios de muestreo y el producto multiplicado por 100. Empleando las fórmulas:

$$\text{Patrón de dispersión espacial} = \frac{\text{Abundancia}}{\text{Frecuencia}}$$

$$\text{Abundancia} = \frac{\text{Número de individuos de una especie en todos los sitios muestreados}}{\text{Número de sitios en los que ocurre una especie}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de sitios de ocurrencia de la especie}}{\text{Total de sitios muestreados}} \times 100$$

IVI de especies en cada transecto

Las especies dominantes cambiaron en cada uno de los cinco transectos de 0.1 ha. *Ipomoea arborescens*, *Lysiloma divaricatum* y *Haematoxylum brasiletto*, con valores del IVI superiores a 10 %, se registraron en los muestreos 3, 1 y 4, respectivamente. Mientras que, *Lonchocarpus lanceolatus*, *Cenostigma eriostachys* y *Croton morifolius*, con montos de entre 9 y 8 %, se presentaron en los sitios 3 y 1. En cambio, *Sarcomphalus amole*, *Libidibia sclerocarpa*, *Pityrocarpa obliqua*, *Ceiba aesculifolia* y *Handroanthus impetiginosus* tuvieron valores de entre 7 y 5 %, en los cinco espacios estudiados. De las 11 especies, 10 especies fueron árboles y solo una fue arbusto. No aparecieron lianas como taxas dominantes (Tabla 1).

Tabla 1. Especies y formas de crecimiento dominantes en los transectos que registraron IVI de 5 % o superiores. Ar se refiere a árboles y Ab a arbustos

Especie	Forma de crecimiento	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5
<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	Ar			17.65		
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J. F. Macbr.	Ar	11.28	6.34			
<i>Haematoxylum brasiletto</i> Karst.	Ar				11.08	
<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.	Ar			9.87		
<i>Cenostigma erios-tachys</i> (Benth.) Gagnon & G.P.Lewis	Ar	8.66		9.19		
<i>Croton morifolius</i> Willd.	Ab	8.54			5.40	
<i>Sarcomphalus amole</i> (Sessé & Moc.) Hauenschild	Ar		6.80	7.76	7.51	5.31
<i>Libidibia sclerocarpa</i> (Standl.) Britton & Rose	Ar	6.62	6.02			
<i>Pityrocarpa obliqua</i> (Pers.) Brenan	Ar		6.37			
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Ar					5.85
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ar		5.23			

En el sitio uno, cuatro especies resultaron dominantes con valores superiores a 5 %. Por la riqueza de 57 especies registradas, alcanzan el 7.02 % ($4/57 \times 100$). En el muestreo dos, cinco taxones registraron cantidades de 5.23 % y superiores, se inventariaron también 57 especies, que conforman el 8.77 %. En el transecto tres, con valores dominantes de 7.76 % y superiores, se enumeraron 62 especies, que constituyen el 4.84 %. En el estudio del espacio cuatro, tres especies cuantificaron montos de 5.40 y mayores en porciento. La riqueza registrada ascendió a 65 especies, obteniendo el 4.62 %. Finalmente, en el área de estudio cinco, tan solo dos especies sumaron valores de 5 %. La cantidad inventariada alcanzó los 71 taxones, conformando el 2.82 % del total. El promedio de las especies que registraron valores dominantes de 5 y superiores en porciento fue de 5.61 %.

IVI de especies en el total de transectos

Los muestreos registraron 107 especies de plantas leñosas, en 0.5 ha. Con valores de cinco y superiores resultaron el nanchi (*Sarcomphalus amole*), palo blanco (*Ipomoea arborescens*) y casiguano (*Cenostigma eriostachys*) sumaron 6.21, 5.69 y 5 %, respectivamente. Con montos de cuatro, el mauto (*Lysiloma divaricatum*) y ébano (*Libidibia sclerocarpa*) con 4.68 y 4.54 %. En un rango de tres, la vara blanca (*Croton morifolius*), brasil (*Haematoxylum brasiletto*) y talistillo (*Lonchocarpus lanceolatus*) con 3.83, 3.13 y 3.08 %. Las 15 primeras especies acumularon 52.72 %; los 92 restantes agregaron el 47.20 % al total. Solo tres especies registraron valores de 5 % o superiores, que conformaron el 2.80 % del total (Anexo 1).

Shreve (1937) menciona a la siempreverde nanchi (*S. amole*) y al deciduo palo blanco (*I. arborescens*) como los árboles más comunes de los bosques secos de la región centro sur de Sinaloa. Álvarez-Yépiz et al. (2008) reportan al mauto (*L. divaricatum*) como una de las especies con mayores valores de importancia, en bosques secos del sur de Sonora, México, que en el presente estudio resultó la cuarta especie en importancia; por su parte, Márquez (2016) registró al cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*) con cantidades del 17.48 %, *C. eriostachys* 13.95

%, listoncillo (*Gossypium aridum*) 11.28 %, *L. divaricatum* 10.82 %, *I. arborescens* 7.83 % y *S. amole* 5.58 %, como especies dominantes con las mayores jerarquías en el BTS del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, al sur del estado de Sinaloa. Las especies coincidentes de mayor importancia en ambos estudios fueron: *S. amole*, *I. arborescens* y *C. eriostachys*. Carrillo-García (2020) listó una alta riqueza de 297 especies, sin alcanzar las especies dominantes montos de 5 %. Los valores de importancia más altos registrados fueron los de pitaya (*Stenocereus thurberi*) e *I. arborescens*, con 3.33 y 2.99 % respectivamente, en el BTS de los Cerros de Barobampo, Ahome, al norte de Sinaloa, donde también se reportó que una elevada riqueza de flora registró cantidades bajas del IVI.

Dominancia en los parámetros área basal, densidad y frecuencia

Área basal. La cobertura total del área basal fue de 22.59 m². Las especies dominantes en área basal, con valores superiores a 5 %, fueron palo blanco (*I. arborescens*) con 14, siguieron con 13, ébano (*L. sclerocarpa*) 9.46, nanchi (*S. amole*) 9.39, casiguano (*C. eriostachys*) 8.7², mauto (*L. divaricatum*) 8.16 y brasil (*H. brasiletto*) 5.36, las cuales acumularon 55.22 % y cubrieron 12.47 m². Con magnitudes ligeramente mayores al 3 %, se registraron talistillo (*Lonchocarpus lanceolatus*) con 3.11 y pochote (*Ceiba aesculifolia*) con 3.07, sumando entre ambas 6.18 % y abarcando 1.40 m². Con cantidades menores al 3% y mayores al 2 %, destacan el cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*) 2.88, el sangregado (*Jatropha curcas*) 2.76 y el papelillo (*Bursera excelsa*) con 2.40, sumando en conjunto 8.04 %, y una cobertura de 1.82 m². Con 1 % fueron registrados nueve taxones, los cuales incorporaron 13.02 %, y alcanzando un 2.94 m² de cobertura. Por debajo del 1% estuvieron 87 especies con 17.54 %, las mismas que cubrieron 3.96 m² del total. Seis especies presentaron los valores más altos, superiores a 5 % y 87 taxones registraron las cantidades más bajas, inferiores a 1 %.

Densidad relativa. Se registraron 2,701 tallos. Las especies dominantes con cantidades superiores a 5 % fueron solo dos. La vara blanca (*Croton*

morifolius) registró 201 tallos y presentó 7.44 %, mientras que el nanchi (*S. amole*), con 155, contó 5.74 %; ambas especies registraron 13.18 % del total. La vara blanca (*Croton reflexifolius*) con 130 tallos (4.81%) y papachillo (*Randia aculeata*) con 113 (4.18%), acumulando 8.99 %; el talistillo (*L. lanceolatus*) y papachillo (*Randia thurberi*), ambos con 106 (3.92), mientras que el casiguano (*C. eriostachys*) con 98 (3.63), la gallinilla (*Pityrocarpa obliqua*) con 97 (3.59) y el mauto (*Lysiloma divaricatum*) con 83 (3.07), sumando entre los tres el 18.13 %. El palo indio (*Morisonia flexuosa*) con 76 (2.81%) y el brasil (*Haematoxylum brasiletto*) con 65 (2.41%), sumando ambas el 5.22 %. 22 especies con cantidades entre 29 y 51 tallos, con porcentajes superiores a 1 e inferiores a 2, presentaron un monto de 30.99 %, y 74 taxas con un número de entre 1 y 25 tallos y valores inferiores a 1 %, acumularon 23.49 %.

Frecuencia relativa. El número de veces que las 107 especies aparecieron en los 50 sitios de muestreo fue de 1173 presencias. No se registraron especies dominantes con montos iguales o superiores al 5 %. El nanchi (*S. amole*) presentó 41 ocurrencias y obtuvo un 3.50 %. Siguieron 11 especies que registraron entre 24 y 35 presencias con valores porcentuales superiores a 2, sumando el 28.13 %. 30 taxones se presentaron entre 13 y 23 sitios, acumulando 42.20 %. Finalmente, 65 taxones se dispersaron entre 1 y 11 transectos, y agregaron 26.17 %. Una explicación de los bajos valores porcentuales es por la riqueza de especies registradas y la elevada cantidad de sitios de ocurrencia de los taxones.

IVI por familias de plantas leñosas. El inventario registró 32 familias y 82 géneros. Las primeras ocho familias añadieron 82.44 % al total del IVI. Fueron notorias las cantidades de Fabaceae con 33.40 % y Euphorbiaceae con 14.48 %, que sumaron 47.88 %. Las siguientes familias en importancia fueron: Rhamnaceae, Rubiaceae, Cactaceae, Convolvulaceae, Burseraceae y Capparaceae, que sumaron 34.56 %. Las restantes 24 familias añadieron el 17.56 % para completar el 100 % (Tabla 2).

El análisis por familias en bosques secos corrobora la importancia de la Familia Fabaceae, que sumó la cantidad más alta con 33.40 %, parcialmente explicado por ser el taxa con mayor riqueza de especies. Los resultados del presente estudio fueron superiores a los encontrados por Pascal y Pelissier (1996) y Lanuza et al. (2022), los cuales reportan

a Fabaceae como una de las familias con IVI más altos, con un monto de 23.2 y 27.8 %, respectivamente; a su vez, fueron inferiores a los de Ballesteros-Correa et al. (2019), cuyo valor porcentual para la misma familia fue de 57.6 %, un valor superior a la mitad del monto total.

Con relación al coeficiente de Pearson que correlacionó entre el número de géneros y especies de las diferentes familias y los valores de importancia, estos resultaron positivos, con valores de $r = 0.934$, y $r = 0.959$ respectivamente, muy cercanos a 1 y $P = 0.000 (< 0.05)$, en ambos análisis. Donde las familias con el mayor número de géneros y especies registraron los valores más altos del IVI y, por el contrario, los taxas con menos riqueza taxonómica presentaron las cantidades más bajas. Mostrando el decremento en la riqueza de géneros y especies con la reducción en los montos del IVI o viceversa, con una relación directamente proporcional entre la riqueza taxonómica y los valores de importancia.

Tabla 2. Valores de importancia de familias de plantas leñosas de BTS del sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho Sinaloa

Familia	Géneros	Especies	Valores de Importancia (%)
Fabaceae	21	25	33.40
Euphorbiaceae	6	12	14.48
Rhamnaceae	3	3	6.54
Rubiaceae	3	8	6.45
Cactaceae	7	10	6.00
Convolvulaceae	1	2	5.74
Burseraceae	1	4	5.50
Capparaceae	4	4	4.33
Rutaceae	2	3	2.27
Myrtaceae	2	2	1.69
Bignoniaceae	2	2	1.55
Malvaceae	3	3	1.50
Malpighiaceae	2	2	1.38
Apocynaceae	4	4	1.27
Polygonaceae	2	2	1.10
Erythroxylaceae	1	1	1.08
Sapindaceae	1	2	1.07
Sapotaceae	1	1	0.855
Nyctaginaceae	1	1	0.724
Moraceae	1	1	0.524
Combretaceae	3	3	0.421
Salicaceae	1	1	0.371
Opiliaceae	1	1	0.319
Ebenaceae	1	1	0.297
Zygophyllaceae	1	1	0.246
Verbenaceae	1	1	0.241
Meliaceae	1	1	0.231
Achatocarpaceae	1	1	0.120

Familia	Géneros	Especies	Valores de Importancia (%)
Picramniaceae	1	1	0.098
Boraginaceae	1	1	0.085
Vitaceae	1	2	0.082
Primulaceae	1	1	0.041
	82	107	100

IVI por formas de crecimiento. Las especies con hábitos de crecimiento arbóreos registraron 53 especies y 67.37 %, mientras que las formas arbustivas incluyeron 46 taxas y 31.15 % y finalmente, la forma de crecimiento trepadora registró 8 especies y 1.48 % del IVI. Es un resultado que corresponde a la naturaleza de dominancia (área basal, abundancia y frecuencia) de las formas de crecimiento arbóreas, sobre las arbustivas y estas sobre las lianas o trepadoras en los BTS. Como ejemplo, Márquez-Salazar et al. (2022) registraron para los BTS del Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla una cantidad mayor de árboles (146), intermedia de arbustos (114) y menor de lianas (51). A través de la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney, se mostraron diferencias significativas entre los valores de importancia de las formas de crecimiento. Al compararse los IVI de las formas arbóreas y arbustivas, resultó un valor de $U = 875$ y $P = 0.015$. El contraste entre árboles y lianas arrojó un valor de $U = 60$ y $P = 0.0012$; entre formas arbustivas y trepadoras, el valor $U = 87$ y $P = 0.018$. Todos los valores P resultaron inferiores a 0.05, aceptando la hipótesis alterna (H_1), a través de la cual se afirma que entre los valores de importancia de las formas de crecimiento arbóreas, arbustivas y trepadoras existen diferencias significativas.

Patrón de dispersión espacial. La dispersión espacial dominante fue la contigua o de contagio, con valores del radio Abundancia/Frecuencia superiores al valor de 0.05, el cual lo presentaron 86 especies, con un 80.37 % del total. El patrón aleatorio caracterizó a 20 taxones con 18.69 %, con magnitudes entre 0.025 y 0.05, y regular 1, con 0.94 %, con montos inferiores a 0.025. El modelo regular lo presentó J. curcas, (0.023). El número de tallos fue 52; la cantidad de sitios de ocurrencia resultaron 34. La abundancia, el promedio de individuos por sitio de

muestreo, fue de 1.53 (52/34), dispersos en 34 transectos. La frecuencia, el porcentaje de ocurrencia, dividió el número de presencias (34), entre el total de sitios muestreados (50), que multiplicado por 100 resultó 68 % (34/50 x 100). El radio o cociente A/F fue de 0.023 (1.53/68), un producto inferior a 0.025, cuyo patrón de dispersión espacial fue el regular. Los bajos valores de abundancia y altos de frecuencia originan este patrón de distribución. En el otro extremo, *J. marquezii* presentó una abundancia de 3 tallos, contados en un solo transecto; el registro fue un conteo agrupado, en un área de 100 m². La abundancia resultó de 3 (3/1); por su parte, la frecuencia presentó 2 (1/50 x 100). El valor del radio A/F fue 1.5 (3/2), un valor superior al 0.05, que determina el patrón de dispersión contiguo o de contagio. Por el contrario, altos valores de abundancia y bajos de frecuencia explican este patrón de esparcimiento. Los resultados fueron similares a los obtenidos por Lal et al. (2015), quienes registraron el espectro de patrones de distribución y el de contagio lo presentó el 75 % de los taxones; por su parte, Bhadra y Pattanayak (2016), solo registraron los patrones de dispersión contiguo y aleatorio. El patrón de contagio lo mostró más del 80 % de las especies. Resultando coincidente porcentualmente al presente estudio, debido a que el patrón contiguo lo presentaron 86 especies, con un 80.37 % del total, y el patrón aleatorio caracterizó a 20 taxones con 18.69 %. Se diferencian al tener el BTS un registro del patrón regular. A diferencia de Ndah, et al. (2013), quienes obtuvieron solo el patrón de contagio o agrupadas, en el BTS del SRPTVC las especies se clasificaron en el espectro de los patrones de dispersión espacial.

Conclusiones

Pocas especies de árboles y escasos arbustos fueron dominantes en IVI. En los diferentes transectos, el porcentaje de especies con los valores de 5 % o superiores alcanzó el 5.61 % de los taxones; en contraparte, un alto número, 94.39 %, fueron las comunes, al registrar bajas cantidades de valores de importancia. De estos 10, fueron árboles, solo un arbusto y ninguna liana. En la suma del total de transectos, solo tres especies de árboles (*Cenostigma eriostachys*, *Ipomoea arborescens* y *Sarcompha-*

lus amole) acumularon valores de entre 5 y 6.21 %. No hubo registro de arbustos y lianas. Los valores fueron contrastantes entre los taxones dominantes y las comunes que registraron bajos montos de IVI. Las familias *Fabaceae* y *Euphorbiaceae* fueron las dominantes en el Índice de Valores de Importancia. Ambas acumularon 47.88 %. El análisis de correlación mostró una relación directamente proporcional entre la riqueza taxonómica (géneros y especies) y los valores de importancia.

Las formas de crecimiento con hábitos arbóreos sumaron el 67.37 %, las arbustivas un 31.15 % y las trepadoras un bajo 1.48 % del IVI. A través de la prueba de Mann-Whitney se aceptó la hipótesis alterna (H1), la cual comprobó que entre los valores de importancia de las formas de vida arbóreas, arbustivas y trepadoras o lianas existen diferencias significativas. El patrón de dispersión espacial dominante fue de contagio, con 80.37 % del total; el aleatorio caracterizó al 18.69 % y el regular al 0.94 %.

Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por facilitar el trabajo de campo, al M. en C. Juan A. Estrada Castelo por la información sobre superficie deforestada en sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sinaloa, México, al Biólogo Jacek Márquez Stone por sus sugerencias al manuscrito y al M. en C. Jesús Miguel Corrales Saucedo por elaborar el polígono del ANP.

Bibliografía

- Alvarez-Yépiz, J. C., Martínez-Yrizar, A., Búrquez, A., & Lindquist, C. (2008). Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forest in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 256(3), 355–366. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.04.049>
- Angiosperm Phylogeny Group (APG). (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

- Ballesteros-Correa, J., Morelo-García, L., & Pérez-Torres, J. (2019). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 41(1), 224–234. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71320>
- Bhadra, A. K., & Pattanayak, S. K. (2016). Abundance or dominance: Which is more justified to calculate importance value index (IVI) of plant species? *Asian Journal of Science and Technology*, 7(9), 3577–3601.
- Carrillo-García, J. A. (2020). Diversidad florística y estructura de la vegetación de una microcuenca de la Serranía de Barobampo, Ahome, Sinaloa (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Indígena de México.
- Chaves-Agudelo, M., Caballero-Villalobos, L., & Rivera-Díaz, O. (2008). Análisis estructural de tres hábitats en bosques secos tropicales del departamento de Córdoba, Colombia. En M. G. M. Rodríguez, G. E. Guerra, B. S. Reyes, & R. K. Banda (Eds.), *III Congreso Internacional de Ecosistemas Secos: Experiencias y estrategias para su conservación y manejo* (pp. 208–209). Universidad Nacional de Colombia & Fundación Ecosistemas Secos de Colombia.
- Curtis, J. T., & Cotton, G. (1956). *Plant ecology workbook: Laboratory field manual*. Burgess Publishing.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496. <https://doi.org/10.2307/1931725>
- Dezzeo, N., Flores, S., Zambrano, S., Rodgers, L., & Ochoa, E. (2008). Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los Llanos Orientales del Orinoco, Venezuela. En M. G. M. Rodríguez, G. E. Guerra, B. S. Reyes, & R. K. Banda (Eds.), *III Congreso Internacional de Ecosistemas Secos: Experiencias y estrategias para su conservación y manejo* (pp. 165–166). Universidad Nacional de Colombia & Fundación Ecosistemas Secos de Colombia.
- FAO. (2019). *Trees, forests and land use in drylands: The first global assessment* (FAO Forestry Paper No. 184). FAO.

- Ferreira-Nunes, Y. R., Rodrigues-da Luz, G., Rebleth-de Souza, S., Librelon-da Silva, D., Magalhães-Veloso, M. D., do Espírito-Santo, M. M., & dos Santos, R. M. (2014). Floristic, structural, and functional group variations in tree assemblages in a Brazilian tropical dry forest: Effects of successional stage and soil properties. En A. Sánchez-Azoifeifa, J. S. Powers, G. W. Fernandes, & M. Quesada (Eds.), *Tropical dry forests in the Americas: Ecology, conservation, and management* (pp. 325–350). CRC Press.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gentry, A. H. (1988). Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(1), 1–34. <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), Article 4. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Kew Herbarium. (2023). *Plants of the World Online*. <https://powo.science.kew.org>
- Kifle, E. T., Noulekoun, F., Son, Y., & Khamzina, A. (2022). *Woody species diversity, structural composition, and human use of church forests in Central Ethiopia*. *Forest Ecology and Management*, 506, Article 119991. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119991>
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Lal, C., Singh, L., Attri, V., & Sarvade, S. (2015). Tree species diversity, distribution and population structure in a tropical dry deciduous forest of Chhattisgarh, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 7(2), 681–685.
- Lanuzza, O. R., Casanoves, F., Vílchez-Mendoza, S., Espelta, J. M., Peñuelas, J., & Peguero, G. (2022). Structure, diversity and the conservation value of tropical dry forests in highly fragmented landscapes. *Journal of Plant Ecology*, 16(1), 1–14. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtac046>

- Lugo, A. E., Medina, E., Trejo-Torres, J. C., & Helmer, E. (2014). Botanical and ecological basis for the resilience of Antillean dry forests. En R. T. Pennington, G. P. Lewis, & J. A. Ratter (Eds.), *Neotropical savannas and seasonally dry forests: Plant diversity, biogeography, and conservation* (pp. 359–381). CRC Press.
- Márquez-Salazar, G. (2016). *Estudio técnico para el monitoreo, conservación y manejo de recursos naturales*. CONANP–PROCODES.
- Márquez-Salazar, G., Millán-Otero, M. G., Díaz, J. S., & Márquez-Stone, J. (2022). Woody and semi-woody plants, wild and native to dry and semi-humid forests from the Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(1), 1–20.
- Mooney, H. A., Bullock, S. H., & Medina, E. (2009). Introduction. En S. H. Bullock, H. A. Mooney, & E. Medina (Eds.), *Seasonally dry tropical forests* (pp. 1–8). Cambridge University Press.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons.
- Ndah, N. R., Andrew, E. E., & Bechem, E. (2013). Species composition, diversity and distribution in a disturbed Takamanda rainforest, South West, Cameroon. *African Journal of Plant Science*, 7(12), 577–585. <https://doi.org/10.5897/AJPS2013.1107>
- Pascal, J. P., & Pelissier, R. (1996). Structure and floristic composition of a tropical evergreen forest in south-west India. *Journal of Tropical Ecology*, 12(2), 191–214.
- Ratter, J. A., Bridgewater, S., & Ribeiro, J. F. (2014). Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrado. En R. T. Pennington, G. P. Lewis, & J. A. Ratter (Eds.), *Neotropical savannas and seasonally dry forests: Plant diversity, biogeography, and conservation* (pp. 31–66). CRC Press.
- Sahu, S. C., & Dhal, N. K. (2012). Floristic composition, diversity and status of threatened medicinal plants in tropical forests of Malyagiri hill ranges, Eastern Ghats, India. En P. Sudarshana, M. Nageswara-Rao, & J. R. Soneji (Eds.), *Tropical forests* (pp. 203–214). InTech.
- Shreve, F. (1937). Lowland vegetation of Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 64(9), 605–613. <https://doi.org/10.2307/2481132>

- Shipley, B. (2010). *From plant traits to vegetation structure: Chance and selection in the assembly of ecological communities*. Cambridge University Press.
- Trejo, I., & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation*, 11(11), 2063–2084. <https://doi.org/10.1023/A:1020876316013>
- Upton, G. J. G. (2020). *Measuring abundance: Methods for the estimation of population size and species richness*. Pelagic Publishing.
- Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., & Arias, S. (2012). El hábito y la forma de crecimiento en la tribu Cacteeae (Cactaceae, Cactoideae). *Botanical Sciences*, 90(2), 97–108.
- Whitford, P. B. (1949). Distribution of woodland plants in relation to succession and clonal growth. *Ecology*, 30(2), 199–208.
- World Flora Online. (2023). *Supporting the Global Strategy for Plant Conservation*. <http://www.worldfloraonline.org>.

Anexo 1. Especies, formas de crecimiento (Ar: hábito arbóreo, Ab: arbustivo, At: arbustivo trepador y L: trepador); índice de valores de importancia y patrón de dispersión espacial (C: contagio, A: aleatorio y R: regular) de plantas de leñosas en bosque tropical caducifolio del sitio Ramsar Playa Tortuguera El Verde Camacho, Sinaloa, México

Especies	For- mas de creci- miento	Domi- nancia relativa	Abun- dancia relativa	Fre- cuencia relativa	Índice de va- lores de import- tancia	Patrón de dis- persión A/F
<i>Sarcomphalus amole</i> (Sessé & Moc.) Hauenschild	Ar	9.39	5.74	3.50	6.21	A
<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	Ar	14.13	1.67	1.28	5.69	C
<i>Cenostigma eriosta- chys</i> (Benth.) Gagnon & G.P.Lewis	Ar	8.72	3.63	2.64	5	C
<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J. F. Macbr.	Ar	8.16	3.07	2.81	4.68	A
<i>Libidibia sclerocarpa</i> (Standl.) Britton & Rose	Ar	9.46	1.85	2.30	4.54	A
<i>Croton morifolius</i> Willd.	Ab	1.39	7.44	2.64	3.83	C
<i>Haematoxylum brasi- letto</i> Karst.	Ar	5.36	2.41	1.62	3.13	C
<i>Lonchocarpus lanceo- latus</i> Benth.	Ar	3.11	3.92	2.22	3.08	C
<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	Ab	0.771	4.81	2.98	2.86	C
<i>Pityrocarpa obliqua</i> (Pers.) Brenan	Ar	1.74	3.59	2.30	2.54	C
<i>Jatropha curcas</i> L.	Ar	2.76	1.93	2.90	2.53	R
<i>Randia thurberi</i> S. Watson	Ab	0.562	3.92	2.47	2.32	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Randia aculeata</i> L.	Ab	0.818	4.18	1.71	2.24	C
<i>Morisonia flexuosa</i> L.	At	0.632	2.81	2.81	2.09	A
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose	Ar	2.88	1.07	2.05	2	A
<i>Bursera arborea</i> (Rose) L. Riley	Ar	1.95	1.89	1.79	1.87	C
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.	Ar	2.40	1.26	1.36	1.68	C
<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.	Ab	1.81	1.37	1.45	1.54	C
<i>Morisonia americana</i> L.	Ar	1.06	1.78	1.71	1.51	C
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ar	1.74	1.52	1.28	1.51	C
<i>Jatropha cordata</i> (Ortega) Müll. Arg.	Ar	1.03	1.41	1.96	1.46	A
<i>Eugenia sinaloae</i> Standl.	Ar	0.623	1.48	1.79	1.30	A
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	Ar	3.07	0.370	0.426	1.28	C
<i>Coulteria platyloba</i> (S. Watson) N. Zamora	Ar	0.719	1.33	1.79	1.28	A
<i>Esenbeckia hartmanii</i> B. L. Rob. & Fernald	Ar	0.521	1.48	1.71	1.24	A
<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson	Ar	1.23	0.889	1.28	1.14	C
<i>Erythrostemon palmeri</i> (S. Watson) Gagnon & G. P. Lewis	Ab	0.454	1.59	1.28	1.11	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger	Ab	1.08	0.851	1.36	1.10	A
<i>Erythroxylum mexicanum</i> Kunth	Ar	0.583	1.11	1.53	1.08	A
<i>Ruprechtia fusca</i> Fernald	Ar	0.841	1.11	1.19	1.05	C
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth	At	0.064	1.15	1.88	1.03	A
<i>Senna quinquangulata</i> (Rich.) H. S. Irwin & Barneby	Ab	0.098	1.15	1.71	0.983	A
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose	Ar	0.854	0.815	1.28	0.982	A
<i>Opuntia feroacantha</i> Britton & Rose	Ar	0.213	1.59	0.938	0.914	C
<i>Enriquebeltrania disjuncta</i> De-Nova & Sosa	Ab	0.208	1.07	1.45	0.910	C
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T. D. Penn.	Ab	0.176	1.11	1.28	0.855	C
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Ab	0.219	0.777	1.53	0.844	A
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	Ar	0.520	0.666	1.28	0.822	A
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Ar	0.349	1	0.938	0.762	C
<i>Neea psychotrioides</i> F. Donn. Sm.	Ar	0.458	0.777	0.938	0.724	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Indice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Calliandra houstoniana</i> (Mill.) Standl.	Ab	0.110	1.07	0.938	0.707	C
<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock	Ar	0.572	0.666	0.853	0.697	C
<i>Stenocereus alamosensis</i> (J. M. Coul.) A. C. Gibson & K.E. Horak	Ab	0.255	0.629	1.19	0.693	A
<i>Euphorbia californica</i> Benth.	Ab	0.052	0.852	1.11	0.671	C
<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Ab	0.242	0.592	1.11	0.648	A
<i>Heteropterys laurifolia</i> (L.) A. Juss.	At	0.039	0.629	1.19	0.621	A
<i>Euphorbia schlechten-dalii</i> Boiss.	Ab	0.238	0.851	0.767	0.619	C
<i>Croton niveus</i> Jacq.	Ab	0.132	0.740	0.938	0.603	C
<i>Marsdenia edulis</i> S. Watson	Li	0.032	0.592	1.11	0.577	A
<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	Ar	0.686	0.333	0.597	0.539	C
<i>Leucaena lanceolata</i> S. Watson	Ar	0.465	0.444	0.682	0.530	C
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Ar	0.595	0.296	0.682	0.524	C
<i>Quadrella indica</i> (L.) H. H. Iltis & X. Cornejo	Ar	0.248	0.518	0.767	0.511	C
<i>Euphorbia bracteata</i> Jacq.	Ab	0.076	0.852	0.597	0.509	C
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck	Ar	0.353	0.370	0.767	0.497	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Ab	0.023	0.592	0.853	0.489	C
<i>Stenocereus standleyi</i> (González Ortega, Jesús) Buxb.	Ab	0.319	0.555	0.512	0.462	C
<i>Plumeria rubra</i> L.	Ar	0.184	0.444	0.682	0.437	C
<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.	Li	0.042	0.407	0.853	0.434	C
<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC.	Ar	0.334	0.333	0.512	0.393	C
<i>Senna pallida</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby	Ar	0.116	0.407	0.597	0.373	C
<i>Casearia nitida</i> (L.) Jacq.	Ab	0.098	0.333	0.682	0.371	C
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C. F. Gaertn.	Ar	0.218	0.259	0.512	0.329	C
<i>Manihot chlorosticta</i> Standl. & Goldman	At	0.030	0.333	0.597	0.320	C
<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl.	Ar	0.076	0.370	0.512	0.319	C
<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	Ar	0.303	0.259	0.341	0.301	C
<i>Diospyros aequoris</i> Standl.	Ar	0.364	0.185	0.341	0.297	C
<i>Pereskia porteri</i> (Brandegge ex F. A. C. Weber) Britton & Rose	Ab	0.014	0.333	0.512	0.286	C
<i>Pilosocereus purpusii</i> (Britton & Rose) Byles & G.D. Rowley	Ab	0.209	0.185	0.426	0.273	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Randia echinocarpa</i> Moc. & Sessé ex DC.	Ab	0.037	0.259	0.512	0.269	C
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	At	0.021	0.222	0.512	0.252	C
<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	Ar	0.298	0.185	0.256	0.246	C
<i>Lantana camara</i> L.	Ab	0.038	0.259	0.426	0.241	C
<i>Trichilia trifolia</i> L.	Ar	0.008	0.259	0.426	0.231	C
<i>Crateva palmeri</i> Rose	Ar	0.056	0.185	0.426	0.222	C
<i>Colubrina heteroneura</i> (Griseb.) Standl.	Ab	0.060	0.222	0.341	0.208	C
<i>Zanthoxylum schreberi</i> (J. F. Gmel.) Reynel ex C. Nelson	Ar	0.089	0.222	0.256	0.189	C
<i>Selenicereus vagans</i> (K. Brandegee) Britton & Rose	Li	0.017	0.185	0.341	0.181	C
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Ab	0.017	0.148	0.341	0.169	C
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Ar	0.062	0.111	0.256	0.143	C
<i>Randia capitata</i> DC.	Ab	0.058	0.111	0.256	0.142	C
<i>Erythrina lanata</i> Rose	Ar	0.242	0.0740	0.085	0.134	C
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Ab	0.017	0.111	0.256	0.128	C
<i>Cascabela ovata</i> (Cav.) Lippold	Ab	0.005	0.111	0.256	0.124	C
<i>Gouania rosei</i> Wiggins	Li	0.004	0.111	0.256	0.124	C
<i>Phaulothamnus spinescens</i> A. Gray	Ab	0.004	0.185	0.171	0.120	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Indice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Adelia vaseyi</i> (J. M. Coult.) Pax & K. Hoffm.	Ab	0.060	0.074	0.171	0.102	C
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Ar	0.048	0.0740	0.171	0.098	C
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Ar	0.010	0.0740	0.171	0.085	C
<i>Hesperalbizia occidentalis</i> (Brandegee) Barneby & J. W. Grimes	Ar	0.061	0.0740	0.085	0.073	C
<i>Jatropha marquezii</i> Pío-León, Millán-Otero & B. Salomón	Ab	0.015	0.111	0.085	0.071	C
<i>Coccoloba goldmanii</i> Standl.	Ar	0.045	0.0370	0.085	0.056	C
<i>Bauhinia pauletia</i> Pers.	Ar	0.044	0.0370	0.085	0.056	C
<i>Microlobius foetidus</i> (Jacq.) M. Sousa & G. Andrade	Ar	0.044	0.0370	0.085	0.056	C
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Ar	0.025	0.0370	0.085	0.049	C
<i>Ipomoea bracteata</i> Cav.	At	0.013	0.0370	0.085	0.045	C
<i>Opuntia decumbens</i> Salm-Dyck	Ab	0.011	0.0370	0.085	0.044	C
<i>Ayenia aculeata</i> (Jacq.) Christenh. & Byng	At	0.006	0.0370	0.085	0.043	C
<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	At	0.004	0.0370	0.085	0.042	C
<i>Paullinia cururu</i> L.	Li	0.002	0.0370	0.085	0.041	C

Especies	Formas de crecimiento	Dominancia relativa	Abundancia relativa	Frecuencia relativa	Indice de valores de importancia	Patrón de dispersión A/F
<i>Mimosa polyantha</i> Benth.	Ab	0.002	0.0370	0.085	0.041	C
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B. Ståhl & Källersjö	Ab	0.001	0.0370	0.085	0.041	C
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L. G. Lohmann	Li	0.001	0.0370	0.085	0.041	C
<i>Cissus trifoliata</i> L.	Li	0.001	0.0370	0.085	0.041	C
<i>Desmanthus bicornutus</i> S. Watson	Ab	0.001	0.0370	0.085	0.041	C
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis	Li	0.000	0.0370	0.085	0.041	C
		100	100	100	100	

Fouquieria macdougalii y estrato arbustivo en un cerro pedregoso del Matorral de Navachiste, municipio de Juan José Ríos. Temporada de secas (H. Piña).



Inventario preliminar de las plantas silvestres comestibles en los bosques secos de Sinaloa y su importancia biocultural

Preliminary inventory of wild edible plants in the dry forests of Sinaloa and their biocultural significance

Juan Fernando Pío-León¹²

Bladimir Salomón-Montijo³

Francisco Delgado-Vargas⁴

Rito Vega-Aviña⁵

<https://doi.org/10.61728/AE20259000>



¹ Instituto de Ecología, A.C., Red de Biodiversidad y Sistemática, Xalapa, Veracruz, México. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Durango, Victoria de Durango, Durango, México.

² Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Durango, Victoria de Durango, Durango, México.

*Autor para correspondencia: d1j17kk@hotmail.com

³ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Biología, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

⁴ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

⁵ Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Agronomía, Culiacán de Rosales, Sinaloa, México.

Resumen

Las plantas silvestres comestibles incrementan la diversidad de nutrientes y fitoquímicos de la dieta local, contribuyen a la identidad de los pueblos y a su patrimonio biocultural. Algunas son recolectadas con fines comerciales y otras son alternativas para el desarrollo de nuevos cultivos. Esta investigación tiene como objetivo elaborar un inventario preliminar de las especies de plantas silvestres comestibles en los bosques secos de Sinaloa, resaltar su importancia biocultural y servir como punto de referencia para diseñar estrategias de conservación, aprovechamiento sustentable y selección de especies prioritarias. El estudio consistió en revisión de literatura y documentación en campo. Se identificaron 86 taxa pertenecientes a 32 familias y 60 géneros. Las familias Cactaceae (13) y Fabaceae (7), y el género *Stenocereus* (6) obtuvieron la mayor cantidad de especies. El órgano más consumido fue el fruto (64), seguido de las hojas (12) y semillas (8). La mayoría de especies tienen una amplia distribución, nacional o internacional (70%); no obstante, aproximadamente el 50% de las especies con valor comercial son de carácter regional o endémicas. Las especies más importantes incluyen todas las categorías alimentarias: frutas (e.g. pitayas, aguama y guamúchiles), verduras (talayotes o toraguis), raíces almidonosas (e.g. saiya), almendras (e.g. frutillas y bonete) y condimentos (chilpitín y orégano). Su consumo tiene potencial para contribuir con la mayoría de nutrientes esenciales. Por lo tanto, estas especies pudieran ser consideradas prioritarias para desarrollar estrategias de aprovechamiento sustentable, nuevos cultivos potenciales y para la conservación de sus áreas de distribución natural.

Introducción

México es uno de los países con la mayor riqueza biocultural en el mundo, debido a su riqueza de especies, prácticas ecológicas, paisajes y conocimientos tradicionales. México ocupa el quinto lugar mundial en cuanto

a número de especies vegetales, es centro de origen y domesticación de algunos de los principales cultivos para la humanidad (e.g., maíz, chile, frijol, calabaza, tomatillos y nopal) y parte de su cocina ha sido reconocida como patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO (CONABIO, 2023).

El número estimado de especies de plantas vasculares con órganos comestibles es de 40 000. Sin embargo, solo alrededor de 100 de ellas contribuyen al 90 % de la alimentación mundial y 15 a 20 cultivos proveen el 90 % de las calorías totales (FAO, 2019). En este sentido, las plantas silvestres comestibles son una buena alternativa para diversificar la dieta y contribuir con nutrimentos y fitoquímicos que los cultivos tradicionales no poseen. Adicionalmente, los parientes silvestres de los cultivos domesticados son una poza genética muy importante para el mejoramiento de los cultivos y para garantizar una mayor diversidad de las especies (Williams, 2013; FAO, 2019). En este contexto, la identificación de las plantas silvestres más importantes de cada región permitirá seleccionar las especies más adecuadas para desarrollar estrategias de domesticación y nuevos cultivos.

En México existen aproximadamente 1,900 plantas silvestres comestibles, las cuales no han sido compiladas (Narváez-Elizondo, 2020a). En Sinaloa, los estudios etnobotánicos son escasos y los inventarios de sus plantas silvestres comestibles son prácticamente inexistentes. Comparado con el resto del país, Sinaloa posee una diversidad vegetal intermedia, pero alberga una gran variedad de ecosistemas que van desde los húmedos y templados hasta los semidesérticos (Vega-Aviña et al., 2021); asimismo, en el estado residen diferentes grupos originarios y mestizos que emplean una diversidad de plantas silvestres como alimento.

Sinaloa es uno de los principales productores de alimento a nivel nacional. En contraste, el estado tiene una de las mayores tasas de deforestación del país, problema que inició a partir de la revolución verde, llevándolo a la desaparición de una gran proporción de sus bosques secos, localizados en las tierras fértiles e irrigables de la región (González-Abraham et al., 2015; Monjardín-Armenta et al., 2017).

En este trabajo se realizó una compilación de las plantas silvestres nativas comestibles de Sinaloa, con el objetivo de identificar a las especies más importantes para fines de conservación y ofrecer un abanico de opciones para la selección de especies para domesticación o nuevos cultivos.

Metodología

La información para esta investigación fue obtenida del trabajo de campo que los autores han realizado durante años en el estudio de la flora de Sinaloa y de la escasa literatura para el estado (e.g., Flores-Islas, 1999; Salomón-Montijo et al., 2022; Pío-León et al., 2023) y regiones vecinas con las que comparte algunas de las especies (Yetman y Van de Vender, 2002; Pío-León et al., 2014, Pío-León et al., 2017); así como de estudios fitoquímicos o nutricionales específicos para especies regionales, los cuales son citados en la sección de resultados y análisis.

La información recopilada se ordenó por 1) listado de especies (nombre científico y nombre común), 2) parte u órgano comestible, 3) forma de consumo, 4) valor comercial y distribución. Para el valor comercial se tomaron tres niveles: alto (A), moderado (M) y sin evidencia (-). Las especies con valor A son aquellas cosechadas año con año y comercializadas de manera formal e informal en comunidades rurales o mercados de las ciudades más cercanas. Las especies con valor M son las que se comercializan de manera ocasional o esporádica a lo largo de los años, cuyos precios de venta suelen ser bajos, pero que tienen un potencial de aprovechamiento mayor. La distribución se clasificó en cuatro niveles: endémica a Sinaloa, regional (restringida a los estados del noroeste u occidente de México), México (amplia distribución en México, pero endémica del país) e internacional (distribuida en México y al menos otro país).

Una planta se considera comestible cuando cualquiera de sus partes es empleada para consumo humano, en estado crudo, cocinado o procesado en bebidas alcohólicas o no alcohólicas, conservas o en infusiones aromáticas (tés) que se disfruten por su aroma o sabor y no por algún uso medicinal exclusivo (Pío-León et al. 2018). El trabajo incluye especies distribuidas en los bosques secos de Sinaloa (selva baja caducifolia y bosque espinoso) y en el ecotono con la selva mediana subcaducifolia.

En algunos casos, cuando no fue posible identificar convincentemente la especie o la información disponible no era precisa, se dejó el taxon a nivel de género y “sp.” o, en segunda instancia, cuando un género incluía a más de una especie con forma de consumo similar, pero sin información precisa para determinar a las especies, se usó el nivel de género y “spp.”.

Resultados y análisis

Taxonomía

Se registraron 86 taxa de plantas silvestres comestibles para los bosques de Sinaloa, equivalente a aproximadamente 90 especies (algunas indicadas como “spp.” incluyen más de una especie no identificada), repartidas en 32 familias y 58 géneros (Tabla 1). La familia Cactaceae contiene el mayor número de especies (13), seguido de Fabaceae (7) y tres familias con cinco especies (Apocynaceae, Sapotaceae y Verbenaceae). Por otro lado, el género de las pitayas (*Stenocereus*) fue el de mayor número de especies (6), seguido de las bebelamas (*Sideroxylon*) con cinco, así como las aguamas (*Bromelia*) y granadillas silvestres (*Passiflora*) con tres. Los 86 taxa documentados se encuentran en un valor intermedio entre lo reportado para una comunidad de ranchería que habita la selva baja en Baja California Sur (51 especies) (Pío-León et al. 2017) y la comunidad de tepehuanos del sur de Durango (122 especies) que habitan entre la selva baja caducifolia y los bosques de encino y pino-encino (Narváez-Elizondo et al. 2020b).

Tabla 1. Listado de plantas silvestres comestibles presentes en los bosques secos de Sinaloa

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.				
Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Amaranthaceae	Quelite	H (guizos)	M	Internacional
<i>Amaranthus palmeri</i>	Quelite	H (guizos)	M	México
<i>Amaranthus retroflexus</i>				
Anacardiaceae				
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela coyota	F (crudo)	-	Internacional
Annonaceae				
<i>Sapranthus microcarpus</i>	Platanillo,	F (crudo)	-	Internacional
<i>Annona reticulata</i>	zopilote	F (crudo)	-	Internacional
	Chirimolla			
Arecaceae				
<i>Sabal spp.</i>	Palma de llano	F (crudo)	-	-
Apocynaceae				
<i>Gonolobus naturalistae</i>	Talayote	F (crudo, cocinado)	-	Regional
	Güirotillo		-	Internacional
<i>Funastrum heterophyllum</i>	Talayote	Bt (guizos), F (asado)	-	Regional
	Talayote,		M	Regional
<i>Polystemma tristiflorum</i>	toragui	F (crudo, cocinado)	M	Regional
	Talayote,			
<i>Ruehssia edulis</i>	toragui	F (crudo, cocinado)		
<i>Ruehssia tholiformis</i>		F (crudo, cocinado)		
Asparagaceae				
<i>Agave angustifolia</i>	Maguey de monte	Bt (guizos)	-	México

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.

Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Asteraceae				
<i>Porophyllum ruderale</i> var. <i>macrocephalum</i>	Pápalo	Bt (guizos)	-	Internacional
Bignoniaceae				
<i>Crescencia alata</i>	Ayale, tecomate	F (fermentado)	-	Internacional
Bixaceae				
<i>Amoreuxia gonzalezii</i>	Saya	R (cocida), H (cruda)	-	Internacional
<i>Amoreuxia palmatifida</i>	Saya	R (cocida), H (cruda)	A	Internacional
Bromeliaceae				
<i>Bromelia hemispherica</i>	Aguama	F (crudo, tatemada)	-	Internacional
<i>Bromelia kratas</i>	Cocuixtle	F (crudo)	-	Internacional
<i>Bromelia pinguin</i>	Aguama	F (crudo, tatemada)	M	Internacional

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.

Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Cactaceae				
<i>Acanchoceus tetragonus</i>	Tasajillo	F (crudo)	-	Internacional
	Cholla	F (crudo, guisos)	-	Internacional
	Biznagillas		-	-
<i>Cylindropuntia thurberi</i>	Lengua de vaca	F (crudo)	-	México
		F (crudo)	-	México
<i>Mammillaria spp.</i>	Cardón	F (crudo)	-	México
	Alcajer	F (crudo)	-	Regional
<i>Opuntia karwinskiana</i>	Pitaya viejita	F (crudo)	-	Regional
	Sina, tasajo	F (crudo)	-	Regional
<i>Pachycereus pecten aboriginum</i>	-		A	Endémica
	Pitaya de Sinaloa	F (crudo)	A	Regional
		F (crudo)	-	Regional
<i>Pereskia porteri</i>	Pitaya sahuira	F (crudo)	M	Internacional
	Tasajo	F (crudo)		
<i>Pilosocereus purpusii</i>	Pitaya marismaña			
<i>Stenocereus alamosensis</i>				
<i>S. kerberi</i>				
<i>S. martinezii</i>				
<i>S. montanus</i>				
<i>S. standleyi</i>				
<i>S. thurberi</i>				
Cannabaceae				
<i>Celtis iguanaea</i>	Garabato	F (crudo)	-	Internacional
Caricaceae				
<i>Jarilla chocola</i>	Chocola, bonetillo	R (cocido)	-	México

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.

Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Capparaceae				
<i>Crateva tapia</i>	Perigüete	F (crudo)	-	Internacional
<i>Morisonia americana</i>	Chico zapote	F (crudo)	-	Internacional
Combretaceae				
<i>Combretum farinosum</i>	Compio	N (crudo)	-	Internacional
Convolvulaceae	Jícama, bejuco	T (crudo)	-	México
<i>Ipomoea bracteata</i>				
Dioscoreaceae				
<i>Dioscorea sp.</i>	Camote amargo	T (tatemado)	M	-
Ebenaceae				
<i>Diospyros sphaerantha</i>	Zapotillo	F (crudo)	-	Regional
<i>D. sonorae</i>	Guayparín	F (crudo)	-	Regional
Euphorbiaceae				
<i>Jatropha platyphylla</i>	Bonete	F (conserva), S (tostada)	-	Regional
Fabaceae				
<i>Ebenopsis caesalpinioides</i>	Frutilla, guampinola	S (tostada)	M	Endémica
		S (tatemada)	-	Internacional
	Guanacastle	S (tatemada)	-	México
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guaje	S (tatemada)	-	Internacional
	Guaje	Ar (crudo, tatemado)	M	Internacional
<i>Leucaena lanceolata</i>	Guamúchil		-	Internacional
	Güizache	S (cruda, tierna)	-	-
<i>Leucaena leucocephala</i>	Mezquite	Bt (guizos)		
<i>Pithecellobium dulce</i>				
<i>Tara cacalaco</i>				
<i>Prosopis spp.</i>				

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.

Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Heliotropiaceae	Confitón	F (crudo)	-	México
<i>Tournefortia hartwegiana</i>				
Lamiaceae				
<i>Hyptis albidia</i>	Salvia	H (té)	-	México
<i>Vitex mollis</i>	Igualama, uvalama	F (crudo, conservas)	-	México
Malpighiaceae				
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	F (crudo, agua fresca)	M	Internacional
<i>Bunchosia sonorensis</i>	-	F (crudo)	-	Regional
<i>Malpighia spp.</i>	-	F (crudo)	-	-
Malvaceae				
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina, batoco	Fl, F (tierno cocinado)	-	Internacional
<i>Pseudobombax palmeri</i>	Clavelina, cuajilote	Fl, F (tierno cocinado)	-	México
Moraceae				
<i>Broscimum alicastrum</i>	Apomo, ramón	S (cocida, en tortillas)	-	Internacional
<i>Maclura tinctoria</i>	Mora amarilla	F (crudo)	-	Internacional
<i>Ficus maxima</i>	Camichín	F (crudo)	-	Internacional
<i>Ficus pertusa</i>	Capule	F (crudo)	-	Internacional
Myrtaceae				
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	F (crudo)	-	Internacional
<i>Psidium guineense</i>	Guayaba	F (crudo)	-	Internacional
<i>P. sartorianum</i>	Arrayán	F (crudo, agua fresca)	M	Internacional

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.

Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Rhamnaceae				
<i>Randia echinocarpa</i>	Papache	F (crudo)	M	México
<i>Randia thurberi</i>	Papachillo	F (crudo)	-	México
<i>Ziziphus amole</i>	Confitillo, nanchi	F (crudo)	-	México
Olacaceae				
<i>Ximenia americana</i>	Cirguélillo	F (crudo)	-	Internacional
Passifloraceae				
<i>Passiflora arida</i>	Granadilla	F (crudo)	-	Regional
<i>P. foetida</i>	Granadilla	F (crudo)	-	Internacional
<i>P. pentaschista</i>	Granadilla	F (crudo)	-	Regional
<i>Turnera difusa</i>	Damiana	H (té)	-	Internacional
Sapotaceae				Internacional
<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	F (crudo)	-	Nacional
<i>Sideroxylon palmeri</i>	Bebelama	F (crudo)	-	Regional
<i>Sideroxylon peninsulare</i>	Bebelama	F (crudo)	-	Internacional
<i>Sideroxylon persimile</i>	Bebelama	F (crudo)	-	Internacional
<i>Sideroxylon tepicense</i>	Tempixque	F (crudo)	M	

Parte comestible: Ar, arilo; Bt, botones florales; F, fruto; Fl, flores; H, hojas; N, néctar de la flor; S, semilla; R, raíces o partes subterráneas. Valor comercial: A, alto; M, moderado; -, no identificado.

Especies	Nombre común	Parte comestible (preparación)	Valor comercial	Distribución
Solanaceae				
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	Chilpitín	F (crudo, seco, encurtido)	A	Internacional
<i>Solanum americanum</i>	Chichiquelite	F (crudo), H (guizos)	-	Internacional
<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>	Tomate milpero	F (crudo, tatemado)	-	Internacional
Verbenaceae				
<i>Aloysia nahuire</i>	Nagüiri	H (té)	-	Endémica
	Mariola	H (té)	-	Regional
<i>A. sonorensis</i>	Confiturilla	F (crudo)	-	México
<i>Lantana velutina</i>	Orégano	H (condimento)	A	México
	Orégano	H (condimento)		Regional
<i>Lippia graveolens</i>		H (condimento)		
<i>Lippia palmeri</i>				

En un análisis preliminar para las plantas útiles de México, Caballero et al. (2001) reportan que las familias con mayor número de especies comestibles son Fabaceae (118) y Cactaceae (66), las mismas que se reportan en este trabajo, pero en orden invertido. Al comparar otros grupos poblacionales con estructura vegetal similar, se observan resultados similares. Por ejemplo, en una comunidad de rancheros de Baja California Sur (Pío-León et al. 2017) reportan a Cactaceae (11) y Fabaceae (7) como las familias con mayor número de especies comestibles; resultados similares se encontraron en la comunidad de Tepehuanos del Sur en Durango, donde las familias más frecuentes fueron Fabaceae (13), Asparagaceae (11) y Cactaceae (9) (Narváez-Elizondo et al., 2020b). Estos resultados indican que las especies silvestres que más contribuyen a nivel nacional a la diversidad alimentaria pertenecen a las familias de leguminosas y cactus; es decir, esto no solo aplica para los habitantes de bosques secos.

Especies más importantes, órganos comestibles, formas de consumo y valor biocultural

Aproximadamente el 70m% de las especies documentadas tienen una amplia distribución, ya sea internacional (50m%) o nacional (20%) (Tabla 1); esto puede deberse a que son las especies más comunes y, por lo tanto, las más usadas, o a la carencia de estudios etnobotánicos que documenten los usos de las plantas regionales. Tres especies son exclusivas de Sinaloa, de las cuales dos de ellas tienen alto valor biocultural por su uso y/o valor económico. Las Figuras 1-4 muestran algunas de las plantas comestibles más importantes en Sinaloa

Los frutos son la parte que se consume con mayor frecuencia en Sinaloa, al igual que lo registrado en el mundo para plantas silvestres. Entre los frutos más importantes están las pitayas (Tabla 1, Figura 1), que incluyen a seis especies, tres de ellas consumidas solo ocasionalmente (*Stenocereus alamosensis*, *S. kerberi* y *S. standleyi*) y tres que son cosechadas en grandes cantidades, tanto para autoconsumo como para su venta (*S. martinezii*, *S. montanus* y *S. thurberi*). En algunos estados como Oaxaca y Jalisco se celebran ferias anuales de la pitaya desde hace más de 40 años, mientras que en Sinaloa estas iniciaron en 2013, promovidas por el Conservatorio de la Cultura Gastronómica de Sinaloa. *Stenocereus martinezii* es endémica de Sinaloa, se distribuye en la región centro-sur del estado y es una de las especies silvestres con la mayor importancia biocultural para el estado; la venta de sus frutos genera grandes ingresos económicos para comunidades rurales en los municipios de San Ignacio, Elota y Cosalá (Pío-León et al., 2023). *Stenocereus montanus* es endémica del noroeste de México y en Sinaloa se distribuye cerca de los límites con Durango, en los municipios de Badiraguato y Cosalá, así como en Choix; sus frutos se cosechan y comercializan en la comunidad de San José del Llano, Badiraguato, y en los alrededores de la cabecera municipal de Choix (Salomón-Montijo et al., 2022). Por su parte, *Stenocereus thurberi* se distribuye desde Sinaloa hasta Arizona (EUA) y en la península de Baja California Sur; sus frutos son cosechados para la venta en el norte del estado, aunque en mucha menor magnitud que *S. martinezii* y *S. montanus*, quizás debido a una productividad relativamente menor en esta región. En contraste, *S. thurberi* es una excelente fuente de ingresos económicos en algunas de sus

comunidades rurales de Baja California Sur y Sonora (Yetman y Van de Vender 2002, Pío-León et al. 2017).

Figura 1. Frutos de cactáceas comestibles representativas en Sinaloa. A, pitaya roja de Sinaloa (*Stenocereus martinezii*); B, pitaya sahuira (*Stenocereus montanus*); C, *Stenocereus standleyi*; D, sina o tasajo (*Stenocereus alamosensis*); E, cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*); F, pitaya viejita (*Pilosocereus purpussii*); G, nopal lengua de vaca (*Opuntia karwinskiana*); H, alcajer (*Pereskopsis porteri*). Fotos de Juan Fernando Pío León.



Otros frutos silvestres que son comercializados en temporada y pueden encontrar en algunos mercados locales, pero de menor importancia que los anteriores, son la aguama (*Bromelia pinguin*), el arrayán (*Psidium sartorianum*), el nanche (*Byrsonima crassifolia*), los guamúchiles (*Pithecellobium dulce*) y el papache (*Randia echinocarpa*) (algunos de ellos se muestran en la Figura 2). La aguama pertenece a la misma familia que la piña (*Bromeliaceae*) y se distribuye de manera casi homogénea a lo largo de los bosques secos de México y Sinaloa; es una planta que requiere poca agua al presentar metabolismo del ácido crasuláceo (CAM). Por lo tanto, el futo de aguama tiene un alto potencial para el cultivo y comercialización de productos procesados de sus frutos, como conservas o bebidas fermentadas. El nanche y el arrayán tienen un alto valor comercial en otros estados como Nayarit y Jalisco, respectivamente, no obstante, en nuestro estado esto solo ocurre de manera ocasional o no llegan a tener el impacto económico como de otros frutos silvestres como las pitayas.

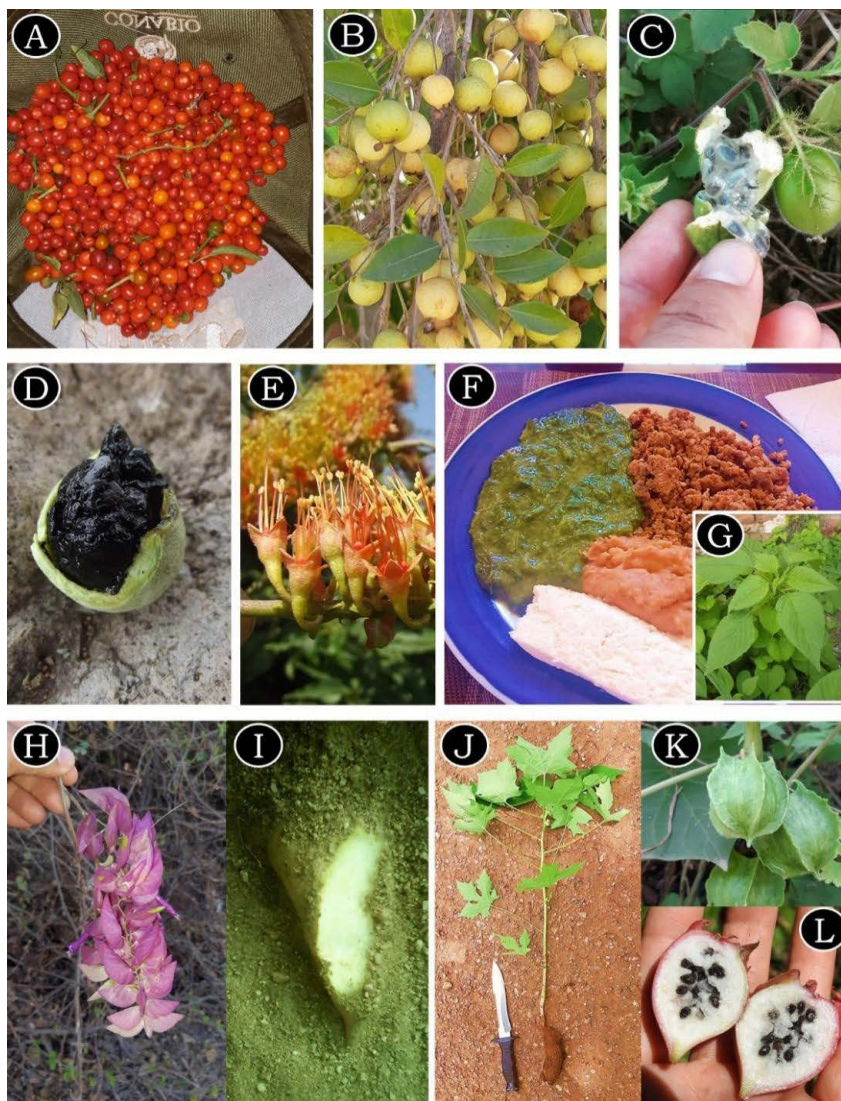
Los talayotes o toraguis (*Ruehssia* spp., anteriormente reportados como *Marsdenia* spp.) tienen una amplia distribución en el estado, pero su mayor consumo ocurre hacia el centro norte, donde se consumen en estado tierno, antes de que su estructura se vuelva fibrosa, crudos o como verdura tipo pepino en ensaladas, mariscos o cocos (Figura 2). Otra forma de consumo del talayote es tatemado a las brasas, asado o en guisos tipo calabaza. Existen una gran cantidad de especies de la misma subfamilia Asclepiadoideae (*Apocynaceae*) que producen frutos comestibles, siendo los del género *Gonolobus* y *Mateleia/Polystemma* los más citados (Hernández-Sandoval et al. 1991, Stevens 2005, Pío-León et al. 2017)

El único fruto que compite con las pitayas por su importancia económica en Sinaloa es el chile chiltepín, piquín o chilpitín (*Capsicum annuum* var. *grabriusculum*) (Figura 3), producto de gran importancia en la cultura gastronómica mexicana en general. El chilpitín se distribuye de manera irregular alrededor de los bosques secos de Sinaloa y México, donde siempre es aprovechado para autoconsumo o comercialización, ya sea verde fresco, maduro seco o verde encurtido. Su producción silvestre ocurre a partir de septiembre, ya avanzada la temporada de lluvias, y se pueden encontrar vendedores ambulantes en mercados y semáforos de las principales ciudades o en carreteras y caminos de algunas comunidades rurales. Actualmente, existen varios esfuerzos locales por lograr su cultivo formal y producción en cantidades semiindustriales; tal es el caso de la empresa “El Payín”.

Figura 2. Frutos de plantas silvestres comestibles representativos en Sinaloa. A, aguama (*Bromelia pinguin*); B, cocuixtle (*Bromelia karatas*); C, guamúchil (*Pithecellobium dulce*); D, ciruela coyota o cimarrona (*Spondias purpurea*); E, mora amarilla (*Maclura tinctoria*); F, garabato (*Celtis iguanaea*); G, manzanita (*Malpighia* sp.); H, confite o nanche rojo (*Ziziphus amole*); I, talayote o toragui frescos (*Marsdenia edulis*) y preparados en ceviche de camarón (J). Fotos de Juan Fernando Pío León (A-I) y Efraín Payán (J).



Figura 3. Frutos, flores, hojas y raíces de plantas silvestres comestibles representativas en Sinaloa. A, chile chilpitín (*Capsicum annum* var. *glabriuculum*); B, arrayán (*Psidium sartorianum*); C, granadilla silvestre (*Passiflora foetida*); D, papachillo (*Randia thurberi*); E, compio (*Combretum farinosum*); F y G, quelites cocinados y frescos (*Amaranthus* sp.); H e I, flores y tubérculos de la jícama de monte o bejuco blanco (*Ipomoea bracteata*); J-L, planta completa y frutos verdes y maduros de chocola o bonetillo (*Jarilla chocola*). Fotos de Juan Fernando Pío León (A-F, H-K), Néstor Vázquez Espinoza (G) y Sergio Escutia (L).



Con 12 especies, las hojas o partes aéreas fueron el segundo órgano que más se consume, agrupado en tres categorías: quelites, téis y especias o condimentos. De las cinco especies consumidas como “quelite” (i.e., partes tiernas consumidas crudas o en guisos), las de *Amaranthus* son por mucho las especies más importantes en esta categoría y también se les conoce como bledo; *A. palmeri* y *A. retroflexus* se consumen en estado tierno, hervidas primero y luego cocinadas con aceite, cebolla y condimentos (Figura 2). Es importante mencionar que, en otras regiones del país, principalmente el centro-sur, el término quelite se utiliza como nombre común de una gran cantidad de especies nativas e introducidas (Basurto-Peña et al., 1998; Manzanero-Medina et al., 2020); sin embargo, en Sinaloa se emplea casi exclusivamente para las especies de *Amaranthus*.

Considerando las plantas de los bosques secos de Sinaloa usadas para preparar téis, cinco especies son aprovechadas: *Aloysia nahuire*, *A. sonorensis*, *Hyptis albida*, *Lantana velutina* y *Turnera diffusa*. *Aloysia nahuire* (nagüiri) es endémica del estado y solo se conoce su distribución en los cerros de El Tecomate. *Aloysia sonorensis* (mariola) se localiza hacia el norte de Sinaloa y sur de Sonora. *Hyptis albida*, *L. velutina* y *T. diffusa* se distribuyen de manera aislada a lo largo del estado y en gran parte del país. Todas estas especies de téis también se emplean como auxiliares en tratamiento de enfermedades leves de tipo respiratorio (e.g., resfriados, tos).

El término orégano designa plantas usadas como especia o condimento e incluye un gran número de especies de diferentes géneros o familias, incluyendo plantas nativas y europeas que proporcionan aromas similares al alimento. En México, las especies de orégano más comunes pertenecen al género *Lippia*; *Lippia palmeri* es la de mayor uso en Sinaloa y se produce de manera natural en el norte del estado, donde tienen un gran valor comercial (García-Valenzuela, 2012).

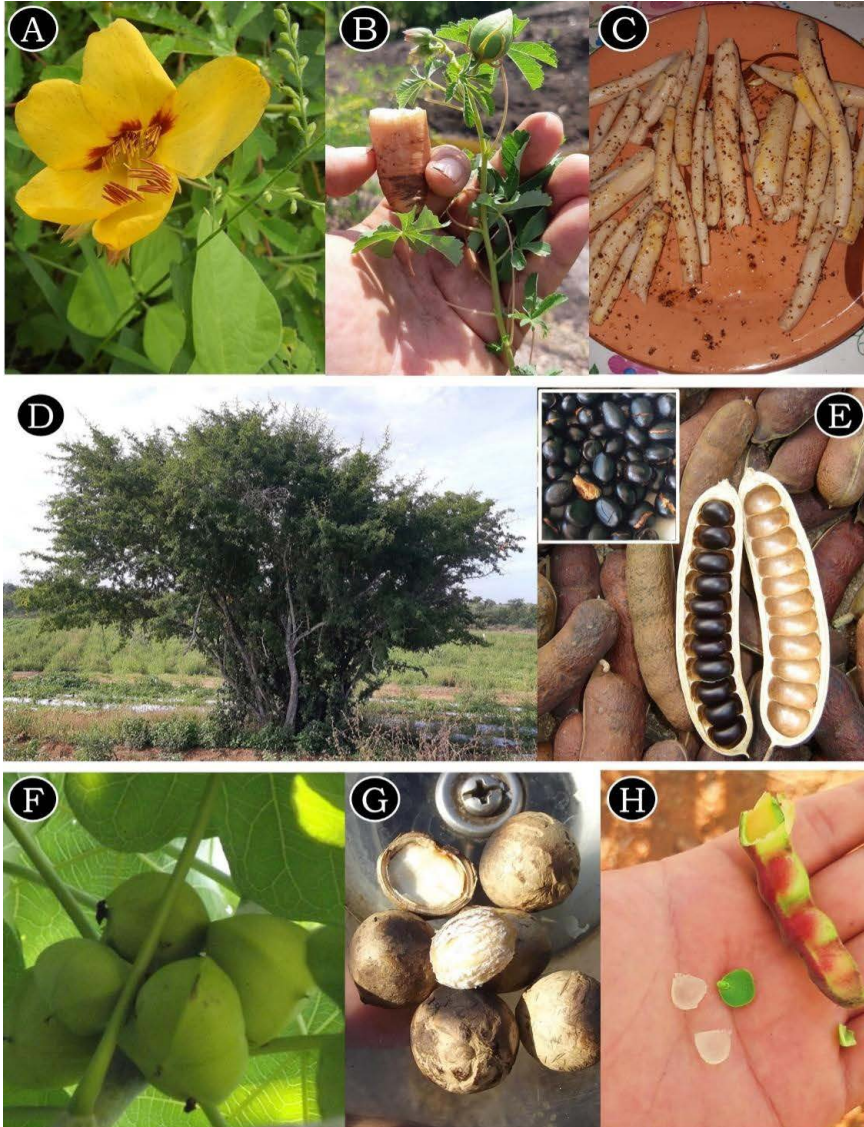
En los bosques secos de Sinaloa se identificaron siete especies que proporcionan semillas comestibles. Entre estas, las semillas de mayor importancia son las de las frutillas, guampinolas o tempisques (*Ebenopsis caesalpiniioides*) y el bonete (*Jatropha platyphylla*) (Figura 4). *Ebenopsis caesalpiniioides* es una especie endémica de los municipios de Elota, San Ignacio y norte de Mazatlán, distribuyéndose en áreas cercanas a la costa. Las semillas de *E. caesalpiniioides* se consumen tostadas y

recientemente ha sido catalogada como una de las especies prioritarias de conservación (Pío-León et al., 2023). Por otro lado, el fruto de *J. platyphylla* se consume en forma de conserva y sus semillas tostadas. Se distribuye en todo el occidente y parte del sur de México; sin embargo, su uso alimentario parece exclusivo o casi exclusivo del estado de Sinaloa (Makkar et al., 2011). Existen reportes de variedades tóxicas y no tóxicas de su especie hermana *J. curcas*, sin embargo, su consumo en Sinaloa tampoco está muy bien documentado, por lo que se excluyó de este listado. Por otro lado, el apomo o capomo (*Brosimum alicastrum*) se distribuye principalmente en la selva mediana *subcaducifolia* y su consumo y formas de preparación (cocidas o para elaborar tortillas) han sido documentadas para otras regiones del país (Ramírez-Sánchez 2017). En lo que respecta a los guajes (*Leucaena* spp.), las vainas y semillas son consumidas principalmente por los inmigrantes del sur del país, como Oaxaca y Guerrero; mientras que para la población sinaloense no ha sido un alimento recurrente; una situación similar se presenta para las semillas de guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*).

En los bosques de Sinaloa se registraron cinco especies con órganos subterráneos comestibles (Tabla 1). *Amoreuxia palmatifida*, *A. gonzalezii* y *Jarilla chocola* producen raíces tuberosas y almidonosas de textura similar a la papa, pero con cobertura fibrosa, y son consumidas crudas o cocidas como acompañantes de guisos o con sal y limón (Figura 4). De estas, la saya o saiya (*A. palmatifida*) es la de mayor consumo e incluso se comercializa en la región del Évora (principalmente Angostura) (Castro-Montoya et al. 2012). Las raíces de saya se venden en paquetes de 5 a 10 piezas, previamente cocidas y desprovistas de la corteza fibrosa. Su especie hermana, *A. gonzalezii*, produce raíces similares, pero de menor tamaño. De ambas especies de *Amoreuxia* también se consumen sus hojas frescas o las semillas en forma de té; sin embargo, esta práctica parece casi extinta en la región actualmente. *Amoreuxia palmatifida* se distribuye en áreas cercanas a la costa o regiones más áridas de bosque espinoso, mientras que *A. gonzalezii* tiene preferencia por la selva baja *caducifolia*. Actualmente, se están diseñando estrategias para la germinación y cultivo de la saiya como cultivo alternativo en zonas áridas. Por su parte, el camote amargo (*Dioscorea* sp.) es una especie que se consume tatemada, a pesar de su sabor amargo, principalmente en la región de

Guamúchil, donde también se le atribuyen propiedades medicinales para enfermedades crónicas como diabetes. Finalmente, el bejuco blanco o jícama (*Ipomoea bracteata*) produce tubérculos comestibles con sabor y textura similar a la jícama cultivada (*Phacyrhizus erosus*); no obstante, estos pueden encontrarse a casi un metro de profundidad, limitando su aprovechamiento (Figura 4).

Figura 4. Raíces y semillas de plantas silvestres comestibles representativas en Sinaloa. A-C, saya o saiya (*Amoreuxia palmatifida*); D y E, frutilla o guampinola (*Ebenopsis caesalpinoides*); F y G, bonete (*Jatropha platyphylla*); H, huizache (*Tara cacalaco*). Fotos de Juan Fernando Pío León.



Consideraciones nutricionales, fitoquímicas y farmacológicas

Los estudios sobre la etnobotánica en Sinaloa son inexistentes. Sin embargo, una cantidad considerable de información sobre las características fitoquímicas y nutricionales de las especies comestibles se ha generado a la fecha. De frutos como la aguama, el guamúchil y el arrayán se conoce su composición proximal, vitaminas y minerales; todos ellos son buena fuente de vitamina C y fibra dietaria (Pío-León et al., 2009; Pío-León et al., 2013a). En particular, la aguama es una fuente rica en calcio; su contenido es superior al registrado para la mayoría de frutos conocidos en el mundo. Los arilos de guamúchil, blancos y rojos, son una buena fuente de compuestos fenólicos; no obstante, los rojos contienen adicionalmente antocianinas, a las cuales se les ha demostrado su capacidad para inhibir enzimas de la digestión de carbohidratos, por lo que tienen un alto potencial de emplearse como auxiliares en el tratamiento de diabetes (Pío-León et al., 2013a). Por otro lado, tanto los arrayanes como los guamúchiles han mostrado propiedades contra el parásito *Hymenolepis nana*, agente causal de una parasitosis que afecta principalmente a niños de escasos recursos (Montes-Ávila et al., 2017; López-Angulo et al., 2019).

Las pitayas y los frutos de otras cactáceas son una buena fuente de betalainas (su principal pigmento) y, por su naturaleza, de fibra dietaria (Quiróz-González et al., 2018). Existen muy pocos estudios sobre los compuestos fitoquímicos y nutricionales de las cactáceas de Sinaloa. En contraste, en México se ha generado información sobre otras cactáceas de géneros como *Opuntia*, *Myrtillocactus* y *Stenocereus*, demostrando que sus concentraciones de vitamina C son de bajas a moderadas (Beltrán-Orozco et al., 2009; Guzmán-Maldonado et al., 2010), pero suelen consumirse en grandes cantidades debido a su sabor dulce y refrescante; por lo tanto, contribuyen significativamente a las necesidades diarias de vitamina C. En comparación con los frutos de otras cactáceas, los frutos de las pitayas son los más apreciados por la población sinaloense. Sus principales componentes orgánicos son el agua y los azúcares, con contenidos relativamente bajos en proteínas y lípidos (menos del 7 %), la cual se presenta principalmente en sus semillas, que son poco dige-

ribles. En contraste, las semillas de los frutos del cardón (*Pachycereus pecten-aboriginum*) tienen un contenido de proteínas y lípidos superior al 16 % y son más asimilables, debido a que sus semillas son más grandes y suaves, las cuales se rompen al consumir el fruto (Pío-León 2017).

Las semillas de frutilla, bonete y guanacaxtle son una fuente rica de proteínas (30, 27 y 34 %, respectivamente) y otros nutrimentos (Pío-León et al., 2013b; Serrato-Arévalo et al., 2008; Makkar et al., 2011); la frutilla y el bonete también son fuente rica de lípidos (30 y 60 %, respectivamente). El principal ácido graso del aceite de la frutilla es el ácido oleico (62 %), mientras que del bonete es el linoleico (54 %), por lo que la estabilidad a la oxidación del aceite de frutilla es mayor. La frutilla también proporciona altas cantidades de vitamina E, ya que 100 g de esta semilla aportan aproximadamente el 50 % de la ingesta diaria recomendada (13 mg).

La pulpa de los frutos de uvalama, papache y ayale deben su color oscuro a la presencia de melaninas vegetales (Cuevas-Juárez et al., 2017; Pío-León et al., 2018). A diferencia de las eumelaninas en animales, las de origen vegetal son relativamente escasas y suelen encontrarse en cortezas de semillas que no son comestibles o derivados de fermentación u oxidación como en el té negro. En el caso de la uvalama, el papache y el ayale, las encontramos de manera natural, en formas relativamente solubles o insolubles, asociadas a proteínas o carbohidratos. Estudios han demostrado que las melaninas de estos frutos poseen alta capacidad antioxidante e inhibitorias de α -glucosidasa (Cuevas-Juárez et al., 2017), por lo que podrían tener aplicaciones en el tratamiento de diabetes. Adicionalmente, se ha caracterizado la estructura de las melaninas de papache y se ha corroborado su inocuidad en ratones (Montes-Ávila et al., 2018; Gil-Avilés et al., 2018).

Conclusiones

La presente investigación presenta un listado de las plantas silvestres comestibles que se desarrollan en los bosques secos del estado de Sinaloa, identificando las especies que podrían considerarse como prioritarias para su cultivo y comercialización en beneficio de las comunidades de menores

ingresos del estado. Asimismo, proporciona evidencia de la carencia de información sobre la etnobotánica en Sinaloa, situación que no ha impedido la generación de una cantidad considerable de información sobre las características fisicoquímicas, nutricionales y de actividad biológica de plantas silvestres comestibles. Algunas de las especies identificadas tienen un alto valor biocultural, como la pitaya y las frutillas, las cuales también son endémicas, lo que incrementa la necesidad de conservar la salud de sus ecosistemas.

La diversidad de plantas silvestres comestibles en Sinaloa incluye grupos alimenticios para cubrir la mayoría de necesidades nutricionales: vitaminas, minerales y fibras solubles en frutas (e.g., pitayas, guamúchiles, arrayanes), fibra insoluble, proteínas y lípidos en las semillas de frutillas y bonete; carbohidratos complejos en las raíces de las saiyas; fibra soluble e insoluble y bajo contenido calórico en los talayotes; especias o condimentos con el orégano y el chiltepín.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología (CONAHCYT, ahora Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación) por la beca otorgada al primer autor como parte del programa Estancias Posdoctorales por México (I1200/320/2022). Al Fondo Sectorial CONACYT-INEGI” Grant 291772 (Uso de *deep learning* para el reconocimiento de especies vegetales de México a partir de imágenes tomadas con dispositivos móviles) por el apoyo para trabajo de campo y equipo para fotografía.

Bibliografía

- Basurto-Peña, F., Martínez-Alfaro, M. A., & Villalobos-Contreras, G. (1998). Los quelites de la Sierra Norte de Puebla, México: Inventario y formas de preparación. *Botanical Sciences*, 62, 49–62.
- Beltrán-Orozco, M. C., Oliva-Coba, T. G., Gallardo-Velázquez, T., & Osorio-Revilla, G. (2009). Ascorbic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of red, cherry, yellow and white types of pitaya cactus fruit (*Stenocereus stellatus* Riccobono). *Agrociencia*, 43, 153–162.

- Caballero, J., & Cortés, L. (2001). *Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
- Castro-Montoya, J. A., Zayas-Barreras, R. A., Saiz-Aguilar, P., Romero-Lozoya, M., Bojórquez-Camacho, F. R., & Bojórquez-Camacho, O. (2012). El consumo de la zaya (*Amoreuxia* spp.), una tradición cultural de la región del Évora en el estado de Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 30, 898–907.
- CONABIO. (2023). *Biodiversidad mexicana*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Cuevas-Juárez, E., Yuriar-Arredondo, K. Y., Pío-León, J. F., Montes-Ávila, J., López-Angulo, G., Díaz-Camacho, S. P., & Delgado-Vargas, F. (2014). Antioxidant and α -glucosidase inhibitory properties of soluble melanins from the fruits of *Vitex mollis* Kunth, *Randia echinocarpa* Sessé et Mocino and *Crescentia alata* Kunth. *Journal of Functional Foods*, 9, 78–88.
- FAO. (2019). *El estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura en el mundo: Resumen*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Flores-Islas, E. (1999). *Flora silvestre de Sinaloa, su fenología y relación ecológica*. Gobierno del Estado de Sinaloa.
- García-Valenzuela, N. A. (2012). *Aprovechamiento de orégano silvestre (Lippia spp.) en la comunidad de Tesila, El Fuerte, Sinaloa* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Indígena de México.
- Gil-Avilés, M. D. R., Montes-Ávila, J., Díaz-Camacho, S. P., Picos-Salas, M. A., López-Angulo, G., Reynoso-Soto, E. A., & Delgado-Vargas, F. (2019). Soluble melanins of the *Randia echinocarpa* fruit: Structural characteristics and toxicity. *Journal of Food Biochemistry*, 43, e13077.
- González-Abraham, C., Ezcurra, E., Garcillán, P. P., Ortega-Rubio, A., Kolb, M., & Bezaury-Creel, J. E. (2015). *The human footprint in Mexico: Physical geography and historical legacies*. PLOS ONE, 10, e0121203. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121203>
- Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera-Hernández, G., Hernández-López, D., Reynoso-Camacho, R., Guzmán-Tovar, A., Vaillant, F., & Brat, P. (2010). Physicochemical, nutritional and functional characteristics

- of two underutilised fruit cactus species (*Myrtillocactus*) produced in central Mexico. *Food Chemistry*, 121, 381–386.
- Hernández-Sandoval, L., Romo-González, C. E., & González-Medrano, F. (1991). Plantas útiles de Tamaulipas. *Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica*, 62, 1–38.
- López-Angulo, G., Verdugo-Gaxiola, S. E., Montes-Ávila, J., Díaz-Camacho, S. P., Miranda-Soto, V., Salazar-Salas, N. Y., & Delgado-Vargas, F. (2021). Bioguided isolation of N-malonyl-(+)-tryptophan from the fruit of *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. with high activity against *Hymenolepis nana*. *Natural Products Research*, 35, 593–599.
- Makkar, H. P. S., Kumar, V., Oyeleye, O. O., Akinleye, A. O., Angulo-Escalante, M. A., & Becker, K. (2011). *Jatropha platyphylla*, a new non-toxic *Jatropha* species: Physical properties and chemical constituents including toxic and antinutritional factors of seeds. *Food Chemistry*, 125, 63–71.
- Manzanero-Medina, G. I., Vásquez-Dávila, M. A., Lustre-Sánchez, H., & Pérez-Herrera, A. (2020). Ethnobotany of food plants (quelites) sold in two traditional markets of Oaxaca, Mexico. *South African Journal of Botany*, 130, 215–223.
- Monjardín-Armenta, S. A., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W., & Corrales-Barraza, G. (2017). Deforestation and its causal factors in Sinaloa, Mexico. *Madera y Bosques*, 23(1), 7–22.
- Montes-Ávila, J., Díaz-Camacho, S. P., Willms, K., de la Cruz-Otero, M. D. C., Robert, L., Rivero, I. A., & Delgado-Vargas, F. (2017). Bioguided study of the in vitro parasitocidal effect on adult *Hymenolepis nana* of the *Psidium sartorianum* fruit methanol extract. *Medicinal Chemistry Research*, 26, 2845–2852.
- Montes-Ávila, J., Ojeda-Ayala, M., López-Angulo, G., Pío-León, J. F., Díaz-Camacho, S. P., Ochoa-Terán, A., & Delgado-Vargas, F. (2018). Physicochemical properties and biological activities of melanins from the black-edible fruits *Vitex mollis* and *Randia echinocarpa*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1972–1980.
- Narváez-Elizondo, R. E. (2020a). Las plantas silvestres también se comen: Un patrimonio biocultural por rescatar. *Árido-Ciencia*, 5, 3–21.
- Narváez-Elizondo, R. E., González-Elizondo, M., González-Elizondo, M.

- S., Tena-Flores, J. A., & Castro-Castro, A. (2020b). Edible ethnoflora of the Southern Tepehuans of Durango, Mexico. *Polibotánica*, 50, 245–277.
- Pío-León, J. F. (2017). *Etnobotánica de plantas silvestres comestibles en la comunidad de rancheros de la Reserva de la Biósfera Sierra La Laguna: Recomendaciones para el aprovechamiento sustentable* (Tesis doctoral). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Pío-León, J. F., Delgado-Vargas, F., León-de la Luz, J. L., & Ortega-Rubio, A. (2017). Prioritizing wild edible plants for potential new crops based on deciduous forest traditional knowledge by a rancher community. *Botanical Sciences*, 95, 1–13.
- Pío-León, J. F., Díaz-Camacho, S. P., Montes-Ávila, J., López-Angulo, G., & Delgado-Vargas, F. (2013a). Nutritional and nutraceutical characteristics of white and red *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. fruits. *Fruits*, 68, 397–408.
- Pío-León, J. F., González-Elizondo, M., Vega-Aviña, R., González-Elizondo, M. S., González-Gallegos, J. G., Salomón-Montijo, B., Millán-Otero, M. G., & Lim-Vega, C. A. (2023). Las plantas vasculares endémicas del estado de Sinaloa, México. *Botanical Sciences*, 101, 243–269.
- Pío-León, J. F., León-de la Luz, J. L., & Ortega-Rubio, A. (2014). Nuevo registro de *Amoreuxia gonzalezii* (Bixaceae) para la península de Baja California, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 1269–1272.
- Pío-León, J. F., López-Angulo, G., Paredes-López, O., Uribe-Beltrán, M. de J., Díaz-Camacho, S. P., & Delgado-Vargas, F. (2009). Physicochemical, nutritional and antibacterial characteristics of the fruit of *Bromelia pinguin* L. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64, 181–187.
- Pío-León, J. F., López-Angulo, G., Vega-Aviña, R., Montes-Ávila, J., Díaz-Camacho, S. P., & Delgado-Vargas, F. (2013b). Caracterización fisicoquímica y nutricional de las semillas de *Ebenopsis caesalpinoides* (Standl.) Britton & Rose, planta nativa de Sinaloa, México. *CyTA – Journal of Food*, 11, 119–126.
- Pío-León, J. F., Montes-Ávila, J., López-Angulo, G., Díaz-Camacho,

- S. P., Vega-Ríos, A., López-Valenzuela, J. Á., & Delgado-Vargas, F. (2018). Melanins of *Vitex mollis* fruit with differences in water solubility show high inhibition of carbohydrate digestive enzymes and antioxidant activity. *Journal of Food Biochemistry*, 42, e12509.
- Quiroz-González, B., García-Mateos, R., Corrales-García, J. J. E., & Colinas-León, M. T. (2018). Pitaya (*Stenocereus* spp.): An underutilized fruit. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 20, 82–100.
- Ramírez-Sánchez, S. (2017). El ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), una alternativa para la seguridad alimentaria en México. *Agroproductividad*, 10, 80–83.
- Salomón-Montijo, B., Rivera-Aguirre, P. Y., Rodríguez-López, Y., Flores-Almeida, H., Cárcamo-Arechiga, R. C., & Pío-León, J. F. (2022). Sociocultural and economic significance in the harvest of the pitaya sahuira (*Stenocereus montanus*) in Sinaloa, Mexico. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 24, 149–158.
- Serratos-Arévalo, J. C., Carreón-Amaya, J., Castañeda-Vázquez, H., Garzón-de la Mora, P., & García-Estrada, J. (2008). Composición químico-nutricional y factores antinutricionales en semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). *Interciencia*, 33, 850–854.
- Stevens, W. D. (2005). Fourteen new species of *Gonolobus* (Apocynaceae, Asclepiadoideae) from Mexico and Central America. *Novon*, 15, 222–244.
- Vega-Aviña, R., Vega-López, I. F., & Delgado-Vargas, F. (2021). Flora nativa y naturalizada de Sinaloa. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Williams, D. E. (2013). Cultivos infrautilizados, cambio climático y un nuevo paradigma para la agricultura. *Ambienta*, 102, 56–65.
- Yetman, D., & Van Devender, T. R. (2002). *Mayo ethnobotany: Land, history, and traditional knowledge in northwest Mexico*. University of California Press.

Lophocereus schottii (Cactaceae) y vegetación halófila en zona de marisma en la Bolsa de Tosalibampo, Ahome. Al fondo la Sierra de Barobampo, norte a sur (H. Piña).



La pitaya marismeña *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. (Cactaceae): un recurso forestal no maderable de los bosques secos de El Fuerte, Sinaloa, México

The organ pipe cactus *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. (Cactaceae): a non-timber forest resource from the dry forests of El Fuerte, Sinaloa, Mexico

*Bladimir Salomón-Montijo*¹

*Juan Fernando Pío-León*²

*Aide Avendaño-Gomez*³

*Roberto Carlos Cárcamo-Arechiga*⁴

<https://doi.org/10.61728/AE20259013>



¹ Facultad de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México. vladimir.salomon@uas.edu.mx

² Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. C. P. 34220, Victoria de Durango, Durango, México.

³ Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, Carretera Badiraguato- Parral S/N, C.P. 80500. Badiraguato, Sinaloa, México.

⁴ Preparatoria Emiliano Zapata, Universidad Autónoma de Sinaloa, Calle Josefa Ortiz de Domínguez S/N. Ciudad Universitaria, C.P- 80010, Culiacán, Sinaloa, México.

Resumen

Stenocereus thurberi es uno de los cactus columnarios de mayor abundancia en el noroeste de México. En el municipio El Fuerte, Sinaloa, es un recurso forestal no maderable de importancia económica y cultural para sus pobladores. El objetivo del presente estudio fue describir el aprovechamiento de la especie en comunidades situadas en esta región. Para ello, se aplicaron encuestas semiestructuradas y recorridos en seis comunidades, sobre aspectos utilitarios del recurso, su valor ecológico y cultural. El 100 % de los entrevistados informó de algún aprovechamiento de la especie. Las respuestas más generalizadas fueron el consumo fresco de los frutos y el uso combustible de los tallos, seguido por la construcción de cercos y tejabanés. La recolección de frutos ocurre de manera tradicional en la temporada seca; 94 % de los entrevistados indica que todos los frutos son para autoconsumo y 6 % destina una parte para venta, sin informar la elaboración de productos de pitaya con valor agregado. *S. thurberi* es un recurso con un alto grado de aprovechamiento que se realiza de manera tradicional por los pobladores de las comunidades rurales del norte de Sinaloa. Sin embargo, se pudo observar que el cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias en algunas comunidades pone en riesgo la subsistencia del recurso.

Introducción

Los bosques secos, bosques tropicales secos o bosques tropicales estacionales secos (Murphy y Lugo, 1995), son aquellos cuyos árboles pierden total o parcialmente sus hojas en la época de sequía (Maass y Burgos 2011). En México es un tipo de vegetación muy característico; se puede observar por el Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas (Rzedowski, 1978). Poseen una riqueza biológica única, con especies pertenecientes principalmente a las familias Fabaceae, Bignoniaceae, Malvaceae, Apocynaceae, Capparaceae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Ru-

biaceae, Burseraceae, Moraceae (Murphy y Lugo, 1986). Para Sinaloa, estos bosques han proporcionado una gran variedad de recursos forestales, siendo los frutos de algunas especies un elemento importante para la sobrevivencia de miles de familias de escasos recursos económicos de los 18 municipios del estado (Rubio y Beltrán 2003).

Los Recursos Forestales No Maderables (RFNM) constituyen una fuente importante de empleo e ingresos para la vida y desarrollo de las poblaciones campesinas asentadas en los bosques de México y de otros países de mundo (Rodríguez y Maldonado, 2009). Incluyen aquellos materiales biológicos, a excepción de la madera, que son extraídos de los bosques naturales para el uso humano, como los alimentos y aditivos alimentarios, fibras, sedas, biomasa, compuestos aromáticos, pigmentos, aceites, resinas y otros exudados, materiales orgánicos para construcción, artículos decorativos y productos animales (Chandrasekharan et al., 1996), así como vegetación de uso ornamental y medicinal (Tejeda et al., 1998).

Estudios etnobotánicos y florísticos recientes indican que en México existen aproximadamente 7823 especies de plantas útiles (Caballero et al., 2022) y 215 especies de hongos comestibles, de un total estimado de 30 000 especies de fanerógamas y de 120 000 a 140 000 especies de hongos (Rzedowski, 1992; Guzmán, 1995).

La familia Cactaceae es uno de los grupos de plantas más diversos y con mayor aprovechamiento en México. En la región mesoamericana de este país se tienen documentadas 420 especies, entre ellas 45 de tallos columnarios; 118 especies son utilizadas por pueblos indígenas (Bravo-Hollis, 1978; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991; Casas, 2002). Las evidencias arqueológicas revisadas por Casas y Barbera (2002) indican que el Valle de Tehuacán (Puebla) y Guilá Naquitz (Oaxaca) contienen los restos más antiguos (14000-8800 años a. p.) de frutos de *Opuntia*, cactus columnarios y numerosas especies que eran aprovechadas en estado avanzado de domesticación. En contraste, la región aridoamericana del norte de México fue menos significativa en cuanto al desarrollo cultural, aunque es notable por tener los sitios de mayor concentración de cactáceas de todo el continente americano (Hernández et al., 2001). A diferencia de la región mesoamericana, no hay evidencia del cultivo de cactáceas en Aridoamérica. Sin embargo, de las 70 especies de cactus columnarios registradas en el país (Valiente-Banuet et al., 1996), aquí se

localizan cerca de un tercio, mayormente en las vertientes del Pacífico, donde los grupos nativos dependían íntimamente de la recolecta de frutos.

El género *Stenocereus* (Pachycereeae: Cactaceae) es tal vez uno de los géneros más importantes para los grupos indígenas y mestizos del noroeste del país (Yetman y Van de Vender 2002, Salomón-Montijo et al. 2022), donde se distribuyen siete de las 21 especies, distribuidas principalmente en las selvas secas y matorrales xerófilos (Villaseñor, 2016, Alvarado-Sizzo et al., 2018), siendo la producción de pitayas la característica principal de este género. El vocablo “pitaya”, de origen antillano o quichua (Santamaría, 1942), fue introducido a México por los conquistadores españoles para designar los frutos de algunos cactus columnarios (Sánchez-Mejorada, 1984; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991). El término se extendió posteriormente a los frutos de 10 géneros de plantas de las tribus Hylocereeae, Echinocereae y Pachycereeae (Luna-Morales y Aguirre, 2001), algunas de ellas con gran valor para el mercado nacional e internacional (Gudiño y De la Barrera, 2014).

La pitaya marismeña (*Stenocereus thurberi*) se ha documentado por escritos de misioneros jesuitas del siglo XVIII como un recurso aprovechado por grupos indígenas del noroeste de México, ya que el consumo de frutos y las festividades asociadas con la temporada de recolecta eran comunes entre los habitantes originarios de la región (López-Alanis, 1998). Sobre esta base se han documentado con mayor detalle las prácticas de aprovechamiento en grupos Seri (Felger y Moser 1974), y mayo-yoremes en Sonora (Yetman, 1998; Yetman y Van Devender, 2002; Semotiuk et al., 2017), así como en rancherías de grupos mestizos en Baja California Sur (Pío-León et al., 2017), donde en ambos casos, la distribución de esta pitaya se encuentra en la transición del Desierto Sonorense a los bosques secos. La recolecta de los frutos de la especie para consumo, y en ocasiones para la venta, sugiere que la interacción con el recurso persiste, pero se desconoce cuáles son las prácticas de aprovechamiento y cómo se comparan con las prácticas de otras regiones geográficas. Esta investigación tiene como objetivo describir el conocimiento que se tiene de *S. thurberi* como recurso forestal no maderable (RFNM) en la región norte de Sinaloa, México, donde aún domina el paisaje natural de los bosques secos adyacentes a la zona agrícola.

Metodología

Especie de estudio

La pitaya marismeña, *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb., es una cactácea columnar, de forma candelabroforme, de hasta 8 m de altura (Figura 1). Se distribuye en el desierto sonorense, en los matorrales del suroeste de Arizona, Estados Unidos, hasta los bosques secos del suroeste de Chihuahua, norte de Sinaloa y mitad sur de la península de Baja California (Turner et al., 1995). Sus flores hermafroditas, autoincompatibles, abren al atardecer y cierran al mediodía siguiente, después de ser polinizadas por murciélagos, esfíngidos, colibríes y abejas (Fleming, 2002 y Bustamante et al., 2010). Los frutos maduros, de 5.3 ± 0.5 cm de diámetro (Parker, 1987), contienen una pulpa dulce muy apetecible, usualmente de color rojizo a granate y a veces blanca o anaranjada.

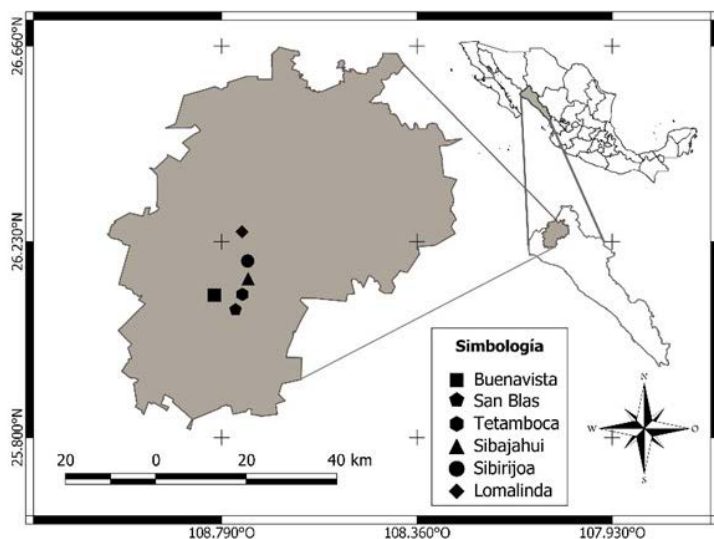
Figura 1. Aspecto de *Stenocereus thurberi* (Engelm.) Buxb. (Cactaceae) en poblaciones silvestres del municipio de El Fuerte al norte de Sinaloa



Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en seis comunidades de la región central del municipio El Fuerte, norte de Sinaloa, situadas en los lomeríos del valle agrícola del río que da nombre al municipio. Las comunidades están separadas 5-7 km entre sí (Figura 2), en las inmediaciones de la comunidad Sufragio. La estación meteorológica del lugar registra 472,3 mm anuales y una temperatura media de 23,8 °C, con máximas promedio de 33,1 °C y mínimas de 17,6 °C. La vegetación del área está constituida por matorrales xerófilos (Rzedowski, 1978), con predominio de *Fouquieria macdougalii* Nash, *Parkinsonia praecox* (Ruiz y Pav. ex Hook.) Hawkins, *Jatropha cinerea* (Ortega) Müll. Arg., *Caesalpinia palmeri* S. Watson y *Caesalpinia platyloba* S. Wattson. Según la clasificación de suelos FAO-UNESCO (INEGI 1988), los lomeríos bordeados por la agricultura son litosoles, los cuales se caracterizan por ser someros y no aptos para cultivo. De acuerdo con el censo de población y vivienda del INEGI (2010), las comunidades de interés de este estudio (Buenavista, Sufragio, Tetamboca, Sibajahui, Sibirijoa y Lomalinda) tienen como actividad económica principal la agricultura de riego y temporal y, en menor grado, la ganadería.

Figura 2. Localización de los sitios de estudio en el municipio de El Fuerte al Norte de Sinaloa, México



Evaluación del uso y aprovechamiento

Se aplicó una encuesta semiestructurada con 50 reactivos que abordan: 1) el aprovechamiento, 2) la ecología y 3) el valor cultural del recurso. El estudio se realizó entre 2014 y 2017, con una muestra aleatoria de 63 informantes, restringida al grupo de edad mayor de 30 años, por considerar que son los de mayor conocimiento sobre el uso de la especie. Adicionalmente, se realizó la técnica de observación participante para corroborar y complementar la información obtenida, la cual fue analizada a través de estadística descriptiva.

Resultados y análisis

En todas las comunidades estudiadas, *S. thurberi* es aprovechada principalmente como alimento (consumo en fresco de frutos, pitayas), leña para cocinar y madera para construir cercos a partir de tallos secos (Tabla 1). En algunas de las comunidades también utilizan los tallos secos para

la construcción de vigas o techos y los vivos como medicina (Tabla 1). El uso medicinal solo fue mencionado por cinco encuestados, quienes señalan que el té de cáscara de pitaya se utiliza para aliviar algunos males estomacales; la cáscara en cataplasma para quemaduras y golpes en la piel y para contrarrestar el dolor por piquetes de insectos, al igual que las comunidades mayo del sur de Sonora, México (Yetman y Van Devender, 2002). Estas prácticas se han registrado también en el Desierto Sonorense, tanto en comunidades indígenas como mestizas (Felger y Moser, 1974; Yetman, 1998; Yetman y Van Devender, 2002; Orozco, 2007) y son muy comunes en otras especies de *Stenocereus* del centro y sur de México (Casas et al., 1997; Luna-Morales y Aguirr, 2001).

Tabla 1. Principales usos de *S. thurberi*, en seis comunidades del municipio El Fuerte, Sinaloa

Usos	Parte de la planta	Localidad
Alimento	Fruto	Buenavista, San Blas, Tetamboca, Sibajahui, Sibirioja y Lomalinda
Cercos en solares y corrales	Tallos secos	Buenavista, San Blas, Tetamboca, Sibajahui, Sibirioja y Lomalinda
Construcción (Techo o tejaban, viga, morillo)	Tallos secos	Buenavista, Tetamboca, Sibajahui, Sibirioja
Leña	Tallos secos	Buenavista, San Blas, Tetamboca, Sibajahui, Sibirioja y Lomalinda
Soporte de tendedero	Tallos secos	Buenavista
Medicina	Tallos vivos	Buenavista, Tetamboca, Sibajahui, Sibirioja
Forraje	Tallos vivos y flores	Buenavista
Fabricación de muebles (sillas y bancos)	Tallos secos	Lomalinda
Ornato	Toda la planta	Buenavista, San Blas, Tetamboca, Sibajahui, Sibirioja y Lomalinda

La colecta de pitayas para consumo doméstico abarca casi toda el área de distribución de la especie, tanto por grupos mestizos como yoreme (mayo); no obstante, para estos últimos representa una actividad ancestral que se transmite de generación en generación, mientras que para los grupos mestizos es una actividad más reciente, dado el valor comercial de los frutos (Yetman, 1998; Semotiuk et al., 2017). Las pitayas, después del nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) y la pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton y Rose), son los frutos de cactáceas más cultivados en zonas áridas y semiáridas y con mayor valor comercial en México (Gudiño y De la Barrera 2013 y 2014).

Usos, recolección y selección de frutos

La colecta de pitayas para consumo doméstico abarca casi toda el área de distribución de la especie, tanto por grupos mestizos como yoreme (mayo); no obstante, para estos últimos representa una actividad ancestral que se transmite de generación en generación, mientras que para los grupos mestizos es una actividad más reciente, dado el valor comercial de los frutos (Yetman, 1998; Semotiuk et al., 2017). Las pitayas, después del nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) y la pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton y Rose), son los frutos de cactáceas más cultivados en zonas áridas y semiáridas y con mayor valor comercial en México (Gudiño y De la Barrera 2013 y 2014). No hay duda de que *S. thurberi* es parte de la vida diaria y cultura de algunas comunidades de Sinaloa, sin embargo, al examinar las prácticas de colecta y usos de los frutos, nos damos cuenta que la colecta es principalmente para consumo doméstico y no representa una parte importante de su sustento económico, como sucede en otras comunidades mayo de Sonora, México, en comunidades mestizas en Sonora central o en comunidades mestizas de Baja California Sur, donde una alta proporción de los frutos colectados se destinan para su venta directa en mercados locales, o bien, son transformados en mermeladas, dulces, helados, coyotas (una especie de pan relleno con mermelada de pitaya) u otros productos, agregándole valor a los frutos (Orozco 2007; Pío-León et al., 2017; Semotiuk et al., 2017). Solo un bajo porcentaje (6 %) de los informantes mencionó la recolección de

frutos para la venta. Se trata de habitantes de comunidades que, por su cercanía con la carretera Los Mochis-El Fuerte, Sinaloa, tienen la facilidad para transportar los frutos y un buen espacio para ofrecerlos a los transeúntes, a un precio que varía de los 60 a 80 pesos la docena (Figura 3). Los frutos tampoco son procesados o transformados en otros productos en las comunidades de Sinaloa, México. Históricamente, los mayos preparaban vinos con los frutos (Yetman y Van Devender, 2002), pero no fue mencionado por nuestros entrevistados.

Figura 3. Venta de frutos en puestos a la orilla de la carretera Los Mochis-El Fuerte



Los frutos son recolectados con el bacote (Figura 4), un instrumento elaborado con una vara larga de carrizo (*Arundo donax* L.) y, en ocasiones, con el escape de un maguey (*Agave angustifolia* Haw.); en un extremo se colocan una espátula de madera y una punta de metal para pinchar el fruto y recolectarlo. En Sonora, se le conoce con el mismo nombre o jíabuia en lengua Mayo-Yoreme, construido, en su mayoría, con el escape floral del mezcal (*Agave vivipara* L.) (Yetman y Van Devender, 2002). Los Seris, en la costa de Sonora, utilizan un instrumento parecido que nombran aktáappa, y consiste en una vara de aproximadamente 4 m de longitud con una espátula de mezquite (*Prosopis glandulosa torreyana*

(L. D. Benson) M. C. Johnst.) amarrada a uno de los extremos, así como un alambre o pieza de metal puntiaguda que sobresale para pinchar los frutos (Felger y Moser, 1974). En Choix y San José del Llano en Badiraguato se utiliza un instrumento llamado gancho pitayero, pitayero o wichuta, el cual se elabora con una vara de 5 a 7 m de carrizo (*Arundo donax* L.), a la cual le coloca en la punta una espátula o arco de madera y una punta para pinchar el fruto de *S. montanus* (Salomón et al., 2022). En la región mixteca se utiliza un instrumento llamado Chicole, construido con una vara larga de carrizo (*A. donax*) y un recipiente ovoide del mismo material amarrado en un extremo para cortar y atrapar los frutos (Luna-Morales y Aguirre, 2001).

Figura 4. Utilización de vara de carrizo (*Arundo donax*) como instrumento para recolectar frutos de pitaya, llamado localmente “Bacote”



La recolección de los frutos la llevan a cabo, en su mayoría, hombres acompañados en parejas o en grupos de tres o más personas. Esto es derivado de los conflictos sociales que se viven en la región, mientras que en el pasado reciente (diez años atrás), los individuos de cualquier miembro de la familia podrían recolectar, tal como sucedía en otras regiones del país. Por ejemplo, en la Mixteca Baja, las pitayas de otras especies de

Stenocereus eran colectadas por los niños, mujeres, ancianos y hombres adultos (Luna-Morales y Aguirre. 2001); en el valle de Tehuacán, Puebla, el garambullo (*Myrtillocactus schenckii* (J.A. Purpus) Britton y Rose) es recolectado, en su mayoría, por niños (Blancas-Vázquez 2007).

Según los entrevistados, la temporada reproductiva de *S. thurberi* tiene una duración de tres meses, inicia en mayo y finaliza en julio (los meses más secos del año). Los picos máximos de producción de frutos maduros se presentan en junio y julio, lo que hace que estos meses sean los favoritos de los pobladores para la recolección. Varias especies mexicanas de cactáceas columnarias comparten este mismo patrón de reproducción (Fleming et al., 2001; Pavón y Briones, 2001).

El esfuerzo de una hora/hombre o un kilómetro de terreno recorrido, en la temporada alta, son suficientes para llenar los recipientes de frutos (cinco o seis docenas de frutos). En contraste, al inicio y al final de la temporada pueden emplear tres o cuatro horas/hombre y recorrer entre 5 y 7 km para cosechar la misma cantidad de frutos. La reproducción de la especie en la época seca del año le da una importancia particular porque provee de alimento cuando hay mayor escasez de empleo en los valles agrícolas, por lo que se convierte en una fuente principal de empleo.

Otro aspecto mencionado por los informantes es que todos los años recorren las mismas rutas, donde tienen ubicadas aquellas plantas que, a su criterio, producen frutos más grandes, de mejor forma y sabor. En este aspecto, las prácticas de recolección no varían a las descritas para *Stenocereus pruinosus* (Otto ex Pfeiff.) Buxb. y *S. stellatus* de la Mixteca Baja de México (Luna y Aguirre 2001), así como en *S. pruinosus* de Tianguistengo, Oaxaca, México (Rosales-Bustamante et al., 2009). Los criterios de selección de frutos en las seis comunidades incluyen preferencia por aquellos que están maduros, que presentan caída en sus espinas y se encuentran abiertos. Sin embargo, no existe preferencia por el color de la pulpa, que suele variar en tonalidades rojas y con menos frecuencia blanca y amarilla. En el sur de Sonora, los criterios para seleccionar los frutos de *S. thurberi* son el tamaño, ausencia de espinas y coloración del estadio maduro (Orozco, 2007). El tamaño es solo importante para quienes venden los frutos, ya que se venden por pieza y los de mayor tamaño pueden venderse a un mayor costo. El color de los

frutos es relevante también para la venta, ya que se tiene la creencia por los consumidores de que los de color rojo son los más dulces.

Importancia biocultural

La recolección de frutos para alimento durante la temporada reproductiva y el uso de tallos de la planta para leña, material de construcción en cercos y soportes de tejabanos en las casas (Figura 5), son considerados por los pobladores de las comunidades estudiadas una parte importante de su cultura; son parte de la misma tradición que se ha documentado en las comunidades Mayo-Yoreme de Sonora, México (Semotiuk et al., 2017). Otras cactáceas columnarias del noroeste de México suelen ser un elemento importante de las etnias; por ejemplo, aprovechar los frutos de saguaro para los Tohono O'odam (Pápagos) es una práctica ancestral que tiene importancia como alimento, religiosa y una reafirmación de la relación que tienen con la naturaleza (Yetman, 1998).

Figura 5. Utilización de tallos secos de *Stenocereus thurberi* en la construcción de tejabanos (A) y cercos (B)



El uso de *S. thurberi* es considerado por los encuestados como un recurso forestal que forma parte de una tradición que fue heredada por sus antepasados y se ha transmitido por generaciones. El 76 % de los entrevistados respondieron que el aprovechamiento actual de la especie

se debe a los conocimientos heredados por sus padres y abuelos. Además, comentan que iniciaron con esta práctica cuando tenían entre seis y diez años, cuando acompañaban a sus padres o abuelos. En un estudio previo (Márquez, 1997), al estudiar la etnobotánica del norte de Sinaloa, consigna para *S. thurberi* que el aprovechamiento que se le da es por el conocimiento heredado de sus antepasados.

El 72 % de los entrevistados percibe que la producción de frutos es menor en la actualidad, comparada con la de hace diez o quince años, antes de la helada de febrero de 2011 que dañó considerablemente las poblaciones silvestres. Sin embargo, aseguran que existen plantas en el monte, tanto jóvenes como adultas, lo que los hace suponer que no hay algún problema con las poblaciones silvestres. El 55 % expresa que las plantas de tallas más grandes (≥ 5 m) con mayor número de tallos son las que presentan mayor producción de frutos; el resto de los entrevistados consideran que no existe diferencia en la producción de frutos entre plantas chicas (≤ 5 m) y grandes. El 70 % respondió desconocer cómo ocurre la polinización; el resto respondió que las aves, sin especificar alguna especie en particular. Al preguntar sobre la función que juegan las plantas de pitayo en el monte, la mayoría contestó que son importantes porque dan alimento a los animales, sirven para construcción de nidos para aves y ratas, dan sombra a las personas, ganado y otros animales, coincidente esto último con lo mencionado para otras cactáceas columnarias como el garambullo (*Myrtilocactus geometrizans*) en el Valle de Tehuacán, Puebla (Blancas-Vázquez, 2007).

Conclusiones

La pitaya marismeña (*Stenocereus thurberi*) es una de las especies más sobresalientes del paisaje del municipio El Fuerte, lo que ha hecho que los pobladores tengan una relación estrecha con ella, dándole diferentes usos y aprovechamiento del recurso, lo que la hace un recurso forestal no maderable importante de la región. Los resultados mostraron su importancia cultural (al ser un legado de sus antepasados y el conocimiento sobre la especie), socioeconómica (al observar la organización de los habitantes para su recolección) y ecológica (reconocimiento de las funciones de la especie dentro del ecosistema).

Los frutos maduros son recolectados de manera tradicional y son un complemento esencial en su dieta. Los tallos secos de la planta son utilizados para la construcción en los techos, cercos y combustible para la preparación de alimentos. El conocimiento que los pobladores que tienen sobre el aprovechamiento de la especie es producto de la herencia cultural.

No obstante, a pesar de su aprovechamiento alimenticio e importancia cultural, esta no representa un ingreso económico considerable para los habitantes de la región, ya que se destina el producto para el autoconsumo de las familias. Lo cual puede ser atribuido a que la productividad de los individuos es menor, en comparación con las poblaciones de esta misma especie en Sonora y Baja California Sur, lo que lo hace menos atractivo, o con otras especies con frutos de mayor tamaño del mismo género (*S. montanus* y *S. martinezii*) en poblaciones de Choix y Badiraguato del estado de Sinaloa.

Agradecimientos

El primer autor agradece a Vianey Acosta Peraza, Edith Angulo Carrillo, Omar Ramírez Ríos y José Roberto Rodríguez Martínez, por su valioso apoyo en el trabajo de campo. Así como los pobladores que colaboraron en las entrevistas.

Bibliografía

- Alvarado-Sizzo, H., Casas, A., Parra, F., Arreola-Nava, H. J., Terrazas, T., & Sánchez, C. (2018). Species delimitation in the *Stenocereus griseus* (Cactaceae) species complex reveals a new species, *S. huastecorum*. *PLOS ONE*, 13(1), e0190385. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190385>
- Blancas-Vázquez, J. J. (2007). *Manejo tradicional y variación morfológica de Myrtillocactus schenckii* (J. A. Purpus) Britton & Rose en el Valle de Tehuacán, Puebla (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bravo-Hollis, H. (1978). *Las cactáceas de México* (Vol. I, 3.a ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.

- Bravo-Hollis, H., & Sánchez-Mejorada, H. (1991). *Las cactáceas de México* (Vols. II–III). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bustamante, E., Casas, A., & Búrquez, A. (2010). Geographic variation in reproductive success of *Stenocereus thurberi* (Cactaceae): Effects of pollination timing and pollinator guild. *American Journal of Botany*, 97(12), 2020–2030. <https://doi.org/10.3732/ajb.1000071>
- Caballero, J., Cortés, L., Mapes, C., Blancas, J., Rangel-Landa, R., Torres-García, I., Farfán-Heredia, B., Martínez-Ballesté, A., & Casas, A. (2022). Ethnobotanical knowledge in Mexico: Use, management, and other interactions between people and plants. En *Ethnobotany of the mountain regions of Mexico*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77089-5_2-1
- Casas, A. (2002). Uso y manejo de cactáceas columnares mesoamericanas. *Biodiversitas*, 40, 18–23.
- Casas, A., & Barbera, G. (2002). Mesoamerican domestication and diffusion. En P. S. Nobel (Ed.), *Cacti: Biology and uses* (pp. 143–162). University of California Press.
- Casas, A., Pickersgill, B., Caballero, J., & Valiente-Banuet, A. (1997). Ethnobotany and domestication in xoconochtli, *Stenocereus stellatus* (Cactaceae), in the Tehuacan Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany*, 51(3), 279–292. <https://doi.org/10.1007/BF02862097>
- Chandrasekharan, C., Frisk, T., & Campos, J. (1996). *Desarrollo de productos forestales no madereros en América Latina y el Caribe* (Serie Forestal No. 5). FAO.
- Felger, R. S., & Moser, M. B. (1974). Columnar cacti in Seri Indian culture. *The Kiva*, 39(3–4), 257–275. <https://doi.org/10.1080/00231940.1974.11757795>
- Fleming, T. H. (2002). Pollination biology of four species of Sonoran Desert columnar cacti. En T. H. Fleming & A. Valiente-Banuet (Eds.), *Columnar cacti and their mutualists: Evolution, ecology and conservation* (pp. 207–224). University of Arizona Press.
- Fleming, T. H., Sahley, C. T., Holland, J. N., Nason, J. D., & Hamrick, J. L. (2001). Sonoran Desert columnar cacti and the evolution of gene-

- ralized pollination systems. *Ecological Monographs*, 71(4), 511–530.
- Gudiño, W., & De la Barrera, E. (2014). Fenología reproductiva y tolerancia a temperaturas altas en *Stenocereus queretaroensis*. *Polibotánica*, 37, 63–78.
- Gudiño-González, W. A., & De la Barrera-Montpellier, E. (2013). Fenología reproductiva y tolerancia a temperaturas altas en *Stenocereus queretaroensis*. En *Memorias del IV Congreso Mexicano de Ecología* (pp. 241–242).
- Guzmán, G. (1995). La diversidad de hongos en México. *Ciencias*, 39, 52–57.
- Hernández, H. M., Gómez-Hinostrosa, C., & Bárcenas, R. T. (2001). Diversity, spatial arrangement, and endemism of Cactaceae in the Huizache area, a hotspot in the Chihuahuan Desert. *Biodiversity and Conservation*, 10, 1097–1112.}
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI]. (1988). *Atlas nacional del medio físico*. INEGI
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). *Sistema de Integración Territorial (ITER)*. INEGI.
- López-Alanis, G. (1998). *El rojo dulce de la espina: La pitahaya en su cultura sinaloense* (1.a ed.). DIFOCUR.
- Luna, C., & Aguirre, J. R. (2001). Variación morfológica del fruto y domesticación de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* en la Mixteca Baja, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24(2), 213–221.
- Luna-Morales, C., & Aguirre, J. R. (2001). Clasificación tradicional, aprovechamiento y distribución ecológica de la pitaya mixteca en México. *Interciencia*, 26(1), 18–24.
- Maass, M., & Burgos, A. (2011). Water dynamics at the ecosystem level in seasonally dry tropical forests. En R. Dirzo, H. Mooney, G. Ceballos, & H. Young (Eds.), *Seasonally dry tropical forests: Ecology and conservation* (pp. 141–156). Island Press.
- Márquez, S. G. (1997). *Etnobotánica yoreme (mayos) en dos comunidades del norte de Sinaloa (Tesis de licenciatura)*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67–88.

- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1995). Dry forests of Central America and the Caribbean. En S. H. Bullock, H. A. Mooney, & E. Medina (Eds.), *Seasonally dry tropical forests* (pp. 9–34). Cambridge University Press.
- Orozco, U. (2007). *El pitayo (Stenocereus thurberi) como elemento de conservación y sustentabilidad* (Tesis de licenciatura). Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora.
- Parker, K. C. (1987). *Seedcrop characteristics and minimum reproductive size of organ pipe cactus (Stenocereus thurberi) in southern Arizona*. *Madroño*, 34(4), 294–303.
- Pavón, N. P., & Briones, O. (2001). Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. *Journal of Arid Environments*, 49, 265–277. <https://doi.org/10.1006/jare.2000.0786>
- Pío-León, J. F., Delgado-Vargas, F., León-de la Luz, J. L., & Ortega-Rubio, A. (2017). Prioritizing wild edible plants for potential new crops based on deciduous forest traditional knowledge by a rancher community. *Botanical Sciences*, 95(1), 47–59. <https://doi.org/10.17129/botsci.772>
- Rodríguez, R., & Maldonado, H. (2009). Importancia de los productos forestales maderables y no maderables en los hogares de Puerto Nariño (Amazonas, Colombia). *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 6(26), 31–52.
- Rosales-Bustamante, E. P., Luna-Morales, C., & Cruz-León, A. (2009). Clasificación y selección tradicional de pitaya (*Stenocereus pruinosus*) en Tianguistengo, Oaxaca y variación morfológica de cultivos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(1), 75–82. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2009.15.010>
- Rubio, R. Y. G., & Beltrán, A. (2003). Problemática ambiental del bosque tropical seco en Sinaloa. En C. Karam-Quiñones & J. L. Beraud (Eds.), *Sinaloa y su ambiente: Visiones del presente y perspectivas* (pp. 329–360). Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa.
- Rzedowski, J. (1992). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Ciencias (Número especial 6)*, 47–56.
- Sánchez-Mejorada, H. (1984). Origen, taxonomía y distribución de las pitayas en México. *En Aprovechamiento del pitayo*. ITAO–UAM.

- Santamaría, F. (1942). *Diccionario general de americanismos* (Tomo II). Editorial Pedro Robredo.
- Semotiuk, A. J., Colunga-GarcíaMarín, P., Valenzuela-Maldonado, D., & Ezcurra, E. (2018). Pillar of strength: Columnar cactus as a key factor in Yoreme heritage and wildland preservation. *Ambio*, 47(1), 86–96. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0940-8>
- Tejeda, C., Zamora, M., & Sánchez, R. (1998). Recursos forestales no maderables: Situación actual y perspectivas. En *Reunión de la Comisión Forestal para América del Norte* (pp. 35–49).
- Turner, R. M., Bowers, J. E., & Burgess, T. L. (1995). *Sonoran Desert plants: An ecological atlas*. University of Arizona Press.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M. del C., Rojas, A. L., & Domínguez, L. (1996). Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 12, 103–119.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902.
- Yetman, D. (1998). *Scattered round stones*. University of Arizona Press.
- Yetman, D., & Van Devender, T. R. (2002). *Mayo ethnobotany: Land, history, and traditional knowledge in northwest Mexico*. University of California Press.

Cordia alliodora y cactáceas columnares en el Matorral xerófilo. Se observa la presencia de pasto africano debido a la perturbación (G. Márquez)



Listado de árboles nativos de Sinaloa

Native trees list from Sinaloa

Aidé Avendaño-Gómez¹
Bladimir Salomón-Montijo²
Gilberto Márquez-Salazar³

<https://doi.org/10.61728/AE20259020>



¹ Universidades para el Bienestar Benito Juárez García. Boulevard Juan Millán S/N, antes de llegar a GA, Badiraguato Pericos S/N. C.P. 80500.

² Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Boulevard Universitarios S/N, colonia Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México. C.P. 80010. Avendaño-Gómez Aidé aaide3@hotmail.com

³ Facultad de Biología. Universidad Autónoma de Sinaloa. Ciudad Universitaria, Boulevard Universitarios S/N, colonia Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México. C.P. 80010. Avendaño-Gómez Aidé aaide3@hotmail.com

Resumen

Los recientes avances en la flora de Sinaloa han permitido reconocer alrededor de 4000 especies de plantas vasculares en la región, ubicando al estado en un lugar intermedio a nivel nacional. A pesar de ello y de contar también con vocación forestal, poco se conoce sobre los árboles nativos del estado; aunque existe información previa para México, no existe un listado para Sinaloa. Reconocer la biodiversidad es de vital importancia para plantear políticas de aprovechamiento sustentable y revertir los daños ambientales que conllevan los procesos de deforestación y fragmentación de los ecosistemas. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar un listado con las especies de árboles nativos y endémicos para el estado, señalar cuáles son las familias y géneros más representativos; se revisaron del 2020 al 2023 las investigaciones que incluyeran a los árboles nativos y endémicos de México y Sinaloa; se documentaron 459 especies. Con respecto a su distribución en México, 15 especies se restringen al noroeste, 19 al norte y 12 a la franja del Pacífico. Las familias de plantas fueron 82; de ellas, las familias Fabaceae, Fagaceae, Pinaceae y Malvaceae son las más representativas en especies, mientras que en los géneros con endemismo regional al noroeste predominan la familia Fabaceae y Ebenaceae con los géneros *Mariosousa* y *Diospyros*. A pesar de los notables esfuerzos recientes para la documentación de la flora nativa de Sinaloa y sus formas de aprovechamiento, hace falta continuar con esta labor.

Introducción

México posee alrededor de 23 314 especies de plantas vasculares nativas: 1039 son helechos y licofitas, 149 gimnospermas y 22 126 angiospermas (Villaseñor, 2016). Adicionalmente, 2885 son árboles incluidos en 612 géneros y 128 familias, donde el género *Quercus* y la familia Fabaceae son los más representativos. La elevada riqueza de árboles y sus formas

de aprovechamiento forman parte del patrimonio biocultural del país; al menos el 23 % de las especies presentan alguna forma de uso, entre las que destacan fuente de energía, alimento, material de construcción, medicina, por citar algunas (Téllez et al., 2020).

De acuerdo con Niembro (2001), los árboles nativos son potencialmente valiosos en programas de reforestación, restauración ecológica y el desarrollo de sistemas agroforestales, ya que están adaptados a los ecosistemas, grupos culturales y presentan una amplia variedad de formas de manejo en uno o más sistemas de aprovechamiento de la tierra a lo largo del territorio del país (Moreno-Calles et al., 2016).

Los ecosistemas forestales son una fuente importante de desarrollo nacional, ya que contribuyen a satisfacer las demandas de la población en zonas rurales, urbanas y semiurbanas con actividades agrícolas, industriales y servicios ambientales (Rodríguez-Zúñiga et al., 2022).

Cabe mencionar que México ostenta una vocación forestal por ser uno de los diez países con mayor cobertura de bosques primarios en el mundo. Sin embargo, de acuerdo con la FAO (2010), es el séptimo en deforestación; para el año 2010, Lazos-Ruiz et al. (2016) documentaron una pérdida anual neta de 367 224 hectáreas, reflejada en que más de la mitad de la superficie de los bosques tropicales perennifolios, subcaducifolios y caducifolios son hoy en día vegetación secundaria. La degradación de los ecosistemas forestales ha tenido un gran impacto en la biodiversidad de las especies nativas, principalmente por cinco factores: la pérdida de los hábitats, introducción de especies invasivas, sobreexplotación de los recursos, contaminación y cambio climático (CONABIO, 2021).

De acuerdo con Cué-Bar et al. (2006), las zonas con mayor riqueza florística en México son las selvas y los bosques, los cuales se concentran particularmente en áreas reducidas de los estados de Chiapas, Colima y parte del sureste del país, mientras que en las entidades con mayor superficie, como lo son Sinaloa y Sonora, se presentan menos registros de especies.

Lo anterior, como mencionan Pío-León et al. (2023), podría asociarse al reducido número de colectas y exploraciones botánicas para el caso de Sinaloa. Aunque estos autores hacen una reseña histórica de los trabajos iniciados por Brandeggee (1905) hasta el primer listado integrado de la flora del estado (Vega et al., 2021), dejan ver la necesidad apremiante

de continuar con los estudios de campo y gabinete para la recuperación de información botánica.

En el caso de los recursos forestales, para Sinaloa se han registrado seis ecosistemas que incluyen un total de 10 formaciones arboladas y 27 tipos de vegetación distintos, donde el ecosistema de selvas es el más abundante (Miranda y Hernández-Xolocotzi, 1963) y ocupa la mayor superficie del territorio (39.9 %). Las formaciones se distribuyen en los 18 municipios del estado, de tres a ocho en cada uno de ellos; por otro lado, las áreas no forestales cubren un 39.8 % del territorio de la entidad y en ellas las principales actividades o tipos de uso del suelo son la agricultura de temporal y los cuerpos de agua (SEMARNAT, 2015). Con respecto a los árboles nativos, Téllez et al. (2020), a través de la revisión de herbarios y floras, describieron alrededor de 575 especies de árboles nativos para Sinaloa, consideradas pocas para las 4000 especies vasculares mencionadas por Vega et al. (2021). Como alude Niembro (2001), la causa que ha limitado la incorporación de árboles nativos potencialmente valiosos en los programas de reforestación y desarrollo agroforestal obedece en cierta medida al desconocimiento parcial o total de las especies.

Del conocimiento de estos recursos podrán desprenderse diferentes estudios, entre los que destacan su conservación, antecedentes etnobotánicos, históricos y evolutivos, el potencial de estos recursos para su aprovechamiento en la silvicultura, como recursos forestales no maderables, tecnología agrícola, sistemas agroforestales, especies para la reforestación y guías taxonómicas para la identificación de especies en los inventarios forestales, entre otros.

Por lo anterior, los objetivos de este estudio fueron generar un listado con la taxonomía actualizada de árboles nativos y endémicos presentes en Sinaloa, identificar las principales familias y géneros, además de señalar cuáles son las especies características de las regiones áridas y semiáridas presentes en Sinaloa.

Metodología

Sinaloa se ubica en el noroccidente de México, al este del océano Pacífico y el golfo de California; es atravesado longitudinalmente por la Sierra

Madre Occidental (SMO), lo que en conjunto favorece un gradiente vasto de altitudes (0-2800 m), accidentes geográficos, diversidad de ecosistemas (Pío-León et al. 2023) y un lugar intermedio en la flora vascular a nivel nacional (Villaseñor, 2016).

Para este estudio del año 2020 al 2023, se revisaron artículos, páginas web, libros, reportes, bases de datos y tesis que hicieran mención de los árboles nativos y endémicos de México y Sinaloa, teniendo como fuentes artículos como el de Pío-León et al. (2023), Márquez-Salazar et al. (2022), Téllez et al. (2020), Ávila-González et al. (2019), Amador-Cruz (2018), Villaseñor (2016), Beals (2016), SEMARNAT (2015), Piña (1983) y otros publicados en revistas científicas, libros y reportes. Con la información extraída se realizó un listado de las especies en ACCESS enriquecida con su distribución, endemismo, estado de conservación y formas de aprovechamiento. Para este estudio no se incluyen estos últimos que se continúan analizando. Los nombres taxonómicos y su distribución fueron revisados en las páginas web Plants of the World (POWO, 2023), Naturalista (Naturalista 2023) y la base de datos del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2023).

Adicionalmente, se tomaron en cuenta algunos de los parámetros mencionados por Pío-León et al. (2023) para los endemismos estrictos y regionales. Se consideraron como árboles a aquellas especies incluidas en el listado de Téllez et al. (2020) y mencionadas por Avendaño et al. (2022).

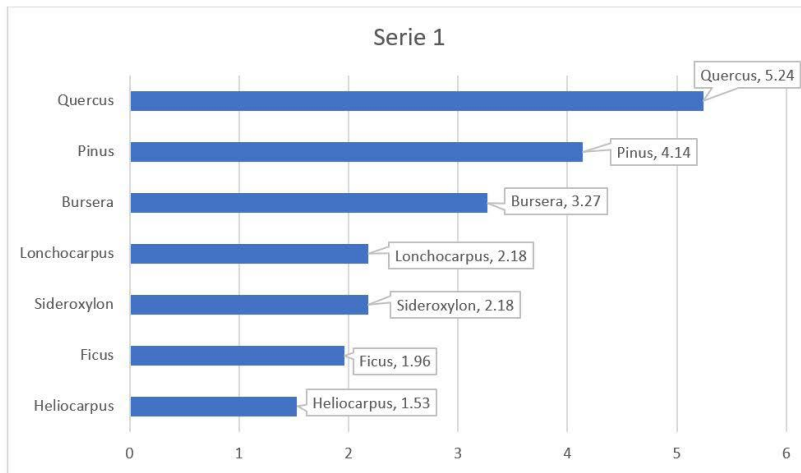
Resultados y discusión

Después de realizar una rigurosa revisión taxonómica y de distribución de las 575 especies mencionadas por Téllez et al. (2020), se corrigieron 19 nombres, se eliminaron 61 por estar repetidas o nativas a otras regiones de México y países e introducidas al estado, se añadieron 33 no documentadas con anterioridad, dejando 459 especies de árboles nativos para Sinaloa (Anexo 1), 192 de las cuales son endémicas para México (Téllez et al. 2020). A pesar de que en estudios previos se mencionaron a las especies *Leptobalanus mexicanus* (Lundell) Sothers & Prance, conocida anteriormente como *Licania mexicana* Lundell, *Molinadendron sinaloense* (Standl. y Gentry) P.K. Endress y *Stenocereus martinezii*

(J.G. Ortega) *Buxb.* (Pitayo) como endémicas para Sinaloa, se encontró que estas, junto a otras 12 especies (Tabla 1), presentan una distribución restringida al noroeste de México, que incluye los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, aunque esto resulta todavía controversial, ya que la mayoría de las colectas de los tres géneros antes mencionados se han realizado principalmente en Sinaloa. Por otro lado, se documentaron 19 especies (Tabla 2) con distribución restringida al norte de México. Finalmente, se registraron 12 especies exclusivas de la franja del Pacífico mexicano (Tabla 3), que son las entidades federativas que colindan con el océano Pacífico, como lo son Baja California, Baja California Sur, Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Sonora.

Las 459 especies nativas de México y Sinaloa se agruparon en 82 familias botánicas y 223 géneros. Las familias más diversas en especies fueron Fabaceae (20.48 %), Fagaceae (5.23 %), Pinaceae (5.01 %), Malvaceae (4.14 %), Euphorbiaceae (3.70 %), Burseraceae (3.27 %) y Salicaceae (3.05 %). Dentro de los géneros, se confirmó lo mencionado por el estudio de Avendaño et al. (2022), donde *Quercus*, *Pinus*, *Bursera*, *Lonchocarpus*, *Sideroxylon*, *Ficus* y *Heliocarpus* son los que tienen la mayor riqueza de especies (Figura 1).

Entre los árboles con endemismo regional al noroeste de México, predomina la familia Fabaceae con un 33 %, seguidas por Ebenaceae y Myrtaceae con un 13.33 %. Ejemplo de ellos fueron los géneros *Mariosousa*, *Diospyros* y *Eugenia* (Tabla 1). Con respecto a la distribución al norte del país, las familias Fabaceae (26.32 %), Fagaceae (15.79 %) y Burseraceae (21.05 %), con los géneros *Bursera*, *Quercus* y *Havardia* (Tabla 2). Por otro lado, en la vertiente del Pacífico, la familia Fabaceae fue dominante con un 41.66 % y Sapotaceae con un 16.22 %, así como el género *Sideroxylon* (Tabla 3).

Figura 1. Géneros con mayor riqueza de especies de árboles nativos de Sinaloa

La riqueza florística de Sinaloa está asociada a su privilegiada posición geográfica entre las provincias fisiográficas de la Sierra Madre occidental, la costa del Pacífico y la planicie costera del noroeste (Rzedowski, 2006). Debido a su altitud, temperatura y tipos de hábitats, la ecorregión que comprende la Sierra Madre Occidental resguarda una de las mayores biodiversidades de Norteamérica, ya que contiene dos tercios de la biomasa forestal de México, así como una indiscutible agrupación de pino-encino (Wehenkel et al., 2012).

Esta riqueza es un importante reservorio de recursos forestales no maderables; como mencionan Rodríguez-Zúñiga et al. (2022), existe una correlación positiva entre la cobertura de los bosques y las poblaciones que hacen uso de estos recursos. Por ejemplo, en la Sierra Tarahumara, al menos 370 000 habitantes dependen de un total de 32 especies, donde la familia Fabaceae es la más utilizada y con mayor importancia socio-cultural en el país.

Tabla 1. Especies presentes en Sinaloa con distribución restringida al Noroeste de México

	Familia	Género	Especie
1	Cactaceae	<i>Stenocereus</i>	<i>Stenocereus martinezii</i> (J.G.Ortega) Buxb.
2	Chrysobalanaceae	<i>Leptobalanus</i>	<i>Leptobalanus mexicanus</i> (Lundell) Sothers & Prance
3	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros californica</i> (Brandege) I.M.Johnst.
4	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros sonora</i> Standl.
5	Fabaceae	<i>Albizia</i>	<i>Albizia ortegae</i> Britton & Rose
6	Fabaceae	<i>Conzattia</i>	<i>Conzattia sericea</i> Standl.
7	Fabaceae	<i>Ebenopsis</i>	<i>Ebenopsis caesalpinoides</i> (Standl.) Britton & Rose
8	Fabaceae	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa heterophylla</i> (Benth.) Seigler & Ebinger
9	Fabaceae	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa gentryi</i> Seigler & Ebinger
10	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria</i>	<i>Fouquieria diguetii</i> (Tiegh.) I.M.Johnst.
11	Hamamelidaceae	<i>Molinadendron</i>	<i>Molinadendron sinaloense</i> (Standl. & Gentry) P.K.Endress
12	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia inconspicua</i> Standl.
13	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia sinaloae</i> Standl.
14	Resedaceae	<i>Forchhammeria</i>	<i>Forchhammeria watsonii</i> Rose
15	Styracaceae	<i>Styrax</i>	<i>Styrax gentryi</i> P.W. Fritsch

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. *Especies presentes en Sinaloa con distribución restringida al norte de México*

	Familia	Género	Especie
1	Arecaceae	<i>Brahea</i>	<i>Brahea aculeata</i> (Brandeggee) H.E. Moore
2	Arecaceae	<i>Sabal</i>	<i>Sabal uresana</i> Trel.
3	Burseraceae	<i>Busera</i>	<i>Bursera collina</i> Brandeggee
4	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera fragilis</i> S.Watson
5	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera laxiflora</i> S.Watson
6	Burseraceae	<i>Bursera</i>	<i>Bursera stenophylla</i> Sprague & L.Riley
7	Fabaceae	<i>Erythrostemon</i>	<i>Erythrostemon palmeri</i> (S.Watson) Gagnon & .P.Lewis
8	Fabaceae	<i>Havardia</i>	<i>Havardia mexicana</i> (Rose) Britton & Rose
9	Fabaceae	<i>Havardia</i>	<i>Gretheria sonora</i> (S.Watson) Duno & Torke
10	Fabaceae	<i>Parkinsonia</i>	<i>Parkinsonia florida</i> (Benth. ex A. Gray) S. Watson
11	Fabaceae	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia mollis</i> Rose
12	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus albocincta</i> Trel.
13	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus mcvaughii</i> Spellenb.
14	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus tarahumara</i> Spellenb., J.D. Bacon & Breedlove
15	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria</i>	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash
16	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus attenuatus</i> S.Watson
17	Platanaceae	<i>Platanus</i>	<i>Platanus gentryi</i> Nixon & J.M.Poole
18	Polygonaceae	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba goldmanii</i> Standl.
19	Rutaceae	<i>Esenbeckia</i>	<i>Esenbeckia hartmanii</i> B.L.Rob. & Fernald

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de la importancia de los bosques en México, no fue sino hasta la segunda mitad del siglo 20 que el gobierno federal adoptó políticas forestales públicas para establecer las bases de su conservación, reforestación, manejo y aprovechamiento. Sin embargo, la continuidad y el éxito de los

programas forestales no ha sido constante por el grado de organización, cooperación entre las comunidades, así como por la naturaleza y conocimiento de los recursos y su potencial para la explotación, industrialización y comercialización. Además del acceso a subsidios, capacitación y asistencia técnica, entre otros, lo cual hace que el aprovechamiento de estos valiosos recursos no sea el esperado (Caballero, 2022).

Tabla 3. Especies con distribución restringida en la vertiente del Pacífico presentes en Sinaloa

	Familia	Género	Especie
1	Boraginaceae	<i>Bourreria</i>	<i>Bourreria superba</i> I.M.Johnst.
2	Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia excelsa</i> Sánchez-Mej.
3	Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros rosei</i> Standl.
4	Euphorbiaceae	<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha ortegae</i> Standl.
5	Fabaceae	<i>Ateleia</i>	<i>Ateleia standleyana</i> Mohlenbr.
6	Fabaceae	<i>Coulteria</i>	<i>Coulteria glabra</i> (Britton & Rose) J.L. Contr., Sotuyo & G.P.Lewis
7	Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus mutans</i> M. Sousa
8	Fabaceae	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa russelliana</i> (Britton & Rose) Seigler & Ebinger
9	Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa spirocarpa</i> Ros.
10	Picrodendraceae	<i>Piranhea</i>	<i>Piranhea mexicana</i> (Standl.) Radcl.-Sm.
11	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon peninsulare</i> (Brandeggee) T.D.Penn.
12	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon socorrense</i> (Brandeggee) T.D. Penn.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, la deforestación para el estado de Sinaloa es crítica, ya que se ubica entre el número 15 y 17 a nivel mundial (Monjardín-Armenta et al., 2017). Así mismo, su conocimiento fragmentado y el sobreaprovechamiento de los recursos ponen en riesgo no solo el potencial forestal del país, sino la sobrevivencia de muchas familias y de los ecosistemas.

Como se mencionó anteriormente, es necesario continuar con los trabajos florísticos; aunque los estudios de Gentry (1946) para los géneros *Quercus*, *Pinus* y *Bursera* nos muestran una diversidad de encinos única en las Sierras de Ocurahui, Sierra Surutato, Sierra Monterrey, Varomena en Badiraguato, hace falta profundizar en ellos. De igual forma, para la agrupación de Bosque Tropical Caducifolio conformada por la Selva Baja Caducifolia, Selva Baja Espinosa, Selva Mediana Subcaducifolia, considerada uno de los tipos de vegetación con mayor vulnerabilidad debido a que solo permanece el 30 % de la cobertura original y únicamente el 0.2 se encuentra bajo protección (SEMARNAT, 2015).

Otros estudios importantes para realizar son los ecológicos, los cuales ayudarían a comprender los factores asociados a la distribución y las formas de vida de las especies dentro del estado, que en algunas regiones son principalmente árboles, mientras que en otras predominan como arbustos. Investigaciones sobre las estructuras horizontales y verticales de la vegetación y las relaciones entre los factores abióticos (clima, relieve, suelo, precipitación, entre otros) con el diámetro y la altura; ejemplo de ello es el trabajo realizado por Amador-Cruz (2018), donde se encontró que los vientos en las plantas tienen un efecto tigmomorfogenético (estímulo mecánico que promueve respuestas bioquímicas, morfológicas y fisiológicas), que da como consecuencia un aumento en el DAP y una reducción de su altura; el autor sugiere que al disminuir la superficie de contacto disponible, se genera mayor resistencia al viento.

Finalmente, el trabajo etnobotánico es indispensable; ejemplo de ello es que para Sinaloa existen 782 registros de formas de uso y aprovechamiento de plantas y 1084 para el grupo cultural yoreme-mayo que comparte el territorio con Sonora. Si comparamos con los 10,575 registros para Puebla (Caballero et al., 2022), un área de menor extensión territorial, nos encontramos con que aún hacen falta mayores estudios, sobre todo para los bosques tropicales secos, también llamados selvas secas en México, los cuales, de acuerdo con Márquez-Salazar et al. (2019), se encuentran en un grave proceso de fragmentación y deterioro en el estado.

Conclusiones

Se documentaron 459 especies de árboles nativos, 15 con distribución restringida al noroeste de México, 19 al norte de México y 12 a la franja del Pacífico de México. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Fabaceae, Fagaceae, Pinaceae, Malvaceae, Euphorbiaceae, Burseraceae y Salicaceae. A pesar de los notables esfuerzos para la documentación de la flora nativa de Sinaloa y sus formas de aprovechamiento, hace falta continuar con esta labor. Los autores consideran que este listado se irá enriqueciendo con el tiempo y esto podrá llevar a un aprovechamiento ordenado, consciente y sustentable, en el cual la revalorización de los conocimientos tradicionales y el conocimiento de las especies nativas constituya la base.

Bibliografía

- Avendaño, G. A., Salomón-Montijo, B., & Márquez, S. G. (2022). Árboles nativos de Sinaloa del sistema agroforestal huerto familiar. *Polibotánica*, 54, 219–240. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.54.14>
- Amador-Cruz, F. (2018). *Composición florística y estructural de la vegetación del sur de Sinaloa, con fines de manejo y conservación* (Tesis de maestría). Facultad de Ciencias del Mar.
- Ávila-González, H., González-Gallegos, J. G., López-Enríquez, I. L., Ruacho-González, L., Rubio-Cardoza, J., & Castro-Castro, A. (2019). Inventario de las plantas vasculares y tipos de vegetación del Santuario El Palmito, Sinaloa, México. *Botanical Sciences*, 97(4), 789–820. <https://doi.org/10.17129/botsci.2356>
- Beals, R. L. (2016). *Etnografía del noroeste de México*. Siglo XXI Editores.
- Brandeggee, T. S. (1905). Plants from Sinaloa. *Zoe*, 5, 196–226.
- Caballero, D. M. (2022). Metamorfosis de la política forestal mexicana contemporánea y su impacto en el sector forestal. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73), 4–28. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.124>

- Caballero, J., Cortés, L., Mapes, C., Blancas, J., Rangel-Landa, S., Torres-García, I., & Casas, A. (2022). Ethnobotanical knowledge in Mexico: Use, management, and other interactions between people and plants. En *Ethnobotany of the mountain regions of Mexico* (pp. 1–39). Springer.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2021). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. http://ixmati.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/inicio.pdf
- Cué-Bar, E. M., Villaseñor, J. L., Morrone, J. J., & Ibarra-Manríquez, G. (2006). Identifying priority areas for conservation in Mexican tropical deciduous forest based on tree species. *Interciencia*, 31(10), 712–719.
- FAO. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010 (Estudio FAO Montes No. 163). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*.
- Gentry, H. S. (1946). Notes on the vegetation of Sierra Surutato in northern Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 73, 451–462.
- Lazos-Ruiz, A., Moreno-Casasola, P., Guevara, S., Gallardo, C., & Galante, E. (2016). El uso de los árboles en Jamapa: Tradiciones en un territorio deforestado. *Madera y Bosques*, 22(1), 17–36. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.221475>
- Márquez-Salazar, G., Salomón-Montijo, B., Reyes-Olivas, A., Amador-Medina, M., & Millán-Otero, M. G. (2019). Composición y diversidad florística de bosques secos en la Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Gayana Botánica*, 76(2), 176–188. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432019000200176>
- Márquez-Salazar, G., Millán-Otero, M. G., Díaz, J. S., & Márquez-Stone, J. (2022). Woody and semi-woody plants, wild and native to dry and semi-humid forests from the Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla, Sinaloa, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(1), 1–20.
- Miranda, F., & Hernández-Xolocotzi, E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, 17–29.

- Monjardín-Armenta, S. A., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W., & Corrales-Barraza, G. (2017). La deforestación y sus factores. *Madera y Bosques*, 23(1), 7–22. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311482>
- Moreno-Calles, A. I., Casas, A., Toledo, V. M., & Vallejo, R. M. (2016). Etnoagroforestería en México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Naturalista. (2023). *Naturalista*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.naturalista.mx>
- Niembro, A. (2001). La diáspora de los árboles y arbustos nativos de México: Posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal. *Madera y Bosques*, 7(2), 3–11. <https://doi.org/10.21829/myb.2001.721308>
- Pío-León, J. F., González-Elizondo, M., Vega-Aviña, R., González-Elizondo, M. S., González-Gallegos, J. G., Salomón-Montijo, B., Millán-Otero, M. G., & Lim-Vega, C. A. (2023). Las plantas vasculares endémicas del estado de Sinaloa, México. *Botanical Sciences*, 101(1), 243–269. <https://doi.org/10.17129/botsci.3076>
- Piña, P. F. (1983). *Catálogo de especies de plantas útiles no maderables con importancia económica*. Centro de Investigaciones Forestales del Noroeste.
- Plants of the World Online [POWO]. (2023). *Plants of the World Online*. Royal Botanic Gardens, Kew. <http://www.plantsoftheworldonline.org>
- Rodríguez-Zúñiga, J. J., Flores-Ortiz, C. M., González-Guillén, M. D. J., Lira-Saade, R., Rodríguez-Arévalo, N. I., Dávila-Aranda, P. D., & Ulian, T. (2022). Cost analysis of seed conservation of commercial pine species vulnerable to climate change in Mexico. *Forests*, 13(4), 539. <https://doi.org/10.3390/f13040539>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- SEMARNAT. (2015). *Inventario estatal forestal y de suelos: Sinaloa 2014*. Comisión Nacional Forestal.
- Téllez, O., Mattana, E., Diazgranados, M., Kühn, N., Castillo-Lorenzo, E., Lira, R., Montes-Leyva, L., Rodríguez, I., Flores, C. M., Way, M., Dávila, P., & Ulian, T. (2020). Native trees of Mexico: Diversity, distribution, uses and conservation. *PeerJ*, 8, e9898. <https://doi.org/10.7717/peerj.9898>

- Tropicos. (2023). *Tropicos*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org>
- Vega-Aviña, R., Vega-López, I. F., & Delgado-Vargas, F. (2021). *Flora nativa y naturalizada de Sinaloa*. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Wehenkel, C., Cruz, C. F., Carrillo, A., & Luján, S. J. E. (2012). Estimating bark volumes for 16 native tree species on the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27(6), 578–585. <https://doi.org/10.1080/02827581.2012.661453>.

Anexo 1. Listado de árboles nativos de Sinaloa

	Familia	Género	Especie
1	<i>Acanthaceae</i>	<i>Avicennia</i>	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.
2	<i>Actinidiaceae</i>	<i>Saurauia</i>	<i>Saurauia serrata</i> DC.
3	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Comocladia</i>	<i>Comocladia mollissima</i> Kunth
4	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pseudosmodin-gium</i>	<i>Pseudosmodingium perniciosum</i> (Kunth) Engl.
5	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Rhus</i>	<i>Rhus terebinthifolia</i> Schltld. & Cham.
6	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias</i>	<i>Spondias mombin</i> L.
7	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias</i>	<i>Spondias purpurea</i> L.
8	<i>Annonaceae</i>	<i>Annona</i>	<i>Annona reticulata</i> L.
9	<i>Annonaceae</i>	<i>Annona</i>	<i>Annona squamosa</i> L.
10	<i>Annonaceae</i>	<i>Sapranthus</i>	<i>Sapranthus microcarpus</i> (Donn.Sm.) R.E.Fr.
11	<i>Annonaceae</i>	<i>Sapranthus</i>	<i>Sapranthus violaceus</i> (Dunal) Saff.
12	<i>Apocynaceae</i>	<i>Plumeria</i>	<i>Plumeria rubra</i> L.
13	<i>Apocynaceae</i>	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Tabernaemontana alba</i> Mill.
14	<i>Apocynaceae</i>	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.
15	<i>Apocynaceae</i>	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose.
16	<i>Apocynaceae</i>	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Tabernaemontana tomentosa</i> (Greenm.) A.O.Simões & M.E.Endress
17	<i>Aquifoliaceae</i>	<i>Ilex</i>	<i>Ilex brandegeana</i> Loes.
18	<i>Aquifoliaceae</i>	<i>Ilex</i>	<i>Ilex discolor</i> Hemsl.
19	<i>Aquifoliaceae</i>	<i>Ilex</i>	<i>Ilex rubra</i> S.Watson
20	<i>Araliaceae</i>	<i>Aralia</i>	<i>Aralia humilis</i> Cav.
21	<i>Araliaceae</i>	<i>Oreopanax</i>	<i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel.
22	<i>Arecaceae</i>	<i>Brahea</i>	<i>Brahea aculeata</i> (Brandeggee) H.E. Moore
23	<i>Arecaceae</i>	<i>Brahea</i>	<i>Brahea calcarea</i> Liebm.
24	<i>Arecaceae</i>	<i>Brahea</i>	<i>Brahea dulcis</i> (Kunth) Mart.
25	<i>Arecaceae</i>	<i>Cryosophila</i>	<i>Cryosophila nana</i> (Kunth) Blume
26	<i>Arecaceae</i>	<i>Sabal</i>	<i>Sabal rosei</i> (O.F.Cook) Becc.
27	<i>Arecaceae</i>	<i>Sabal</i>	<i>Sabal uresana</i> Trel.
28	<i>Arecaceae</i>	<i>Washingtonia</i>	<i>Washingtonia filifera</i> (T.Moore & Mast.) H.Wendl. ex de Bary

	Familia	Género	Especie
29	<i>Asteraceae</i>	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina mairetiana</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.
30	<i>Asteraceae</i>	<i>Barkleyanthus</i>	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell
31	<i>Asteraceae</i>	<i>Critonia</i>	<i>Critonia hebebotrya</i> DC.
32	<i>Asteraceae</i>	<i>Critonia</i>	<i>Critonia morifolia</i> (Mill.) R.M.King & H.Rob.
33	<i>Asteraceae</i>	<i>Koanophyllon</i>	<i>Koanophyllon albicaule</i> (Sch.Bip. ex Klatt) R.M.King & H.Rob.
34	<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa bipinnatifida</i> (Kunth) K.Koch
35	<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa grandiflora</i> DC.
36	<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F.Blake.
37	<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.
38	<i>Asteraceae</i>	<i>Podachaenium</i>	<i>Podachaenium eminens</i> (Lag.) Sch.Bip.
39	<i>Asteraceae</i>	<i>Vernonanthura</i>	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H.Rob.
40	<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus</i>	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
41	<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus</i>	<i>Alnus oblongifolia</i> Torr.
42	<i>Betulaceae</i>	<i>Ostrya</i>	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K.Koch
43	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia alata</i> Kunth
44	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Crescentia</i>	<i>Crescentia cujete</i> L.
45	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose
46	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos
47	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.
48	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tecoma</i>	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth
49	<i>Bixaceae</i>	<i>Cochlospermum</i>	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.
50	<i>Boraginaceae</i>	<i>Bourreria</i>	<i>Bourreria superba</i> I.M.Johnst.
51	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken
52	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia dentata</i> Poir.
53	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia diversifolia</i> Pav. ex A.DC.
54	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia elaeagnoides</i> A.DC.
55	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia salvadorensis</i> Standl.

	Familia	Género	Especie
56	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia sonora</i> Rose
57	<i>Boraginaceae</i>	<i>Ehretia</i>	<i>Ehretia tinifolia</i> L.
58	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera attenuata</i> (Rose) L.Riley
59	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera bipinnata</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Engl.
60	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera collina</i> Brandegees
61	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engl.
62	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.
63	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera fragilis</i> S.Watson
64	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.
65	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera lancifolia</i> (Schltdl.) Engl.
66	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera laxiflora</i> S.Watson
67	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera microphylla</i> A.Gray
68	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera multijuga</i> Engl.
69	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera palmeri</i> S.Watson
70	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera penicillata</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Engl.
71	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
72	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera stenophylla</i> Sprague & L.Riley
73	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia excelsa</i> Sánchez-Mej.
74	<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	<i>Opuntia wilcoxii</i> Britton & Rose
75	<i>Cactaceae</i>	<i>Pachycereus</i>	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S.Watson) Britton & Rose
76	<i>Cactaceae</i>	<i>Pilosocereus</i>	<i>Pilosocereus alensis</i> (F.A.C.Weber ex Rol.-Goss.) Byles & G.D.Rowley
77	<i>Cactaceae</i>	<i>Pilosocereus</i>	<i>Pilosocereus purpusii</i> (Britton & Rose) Byles & G.D.Rowley
78	<i>Cactaceae</i>	<i>Stenocereus</i>	<i>Stenocereus kerberi</i> (K.Schum.) A.C. Gibson & K.E.Horak
79	<i>Cactaceae</i>	<i>Stenocereus</i>	<i>Stenocereus martinezii</i> (J.G.Ortega) Buxb.
80	<i>Cactaceae</i>	<i>Stenocereus</i>	<i>Stenocereus montanus</i> (Britton & Rose) Buxb.

	Familia	Género	Especie
81	Cactaceae	Stenocereus	<i>Stenocereus quevedonis</i> (J.G.Ortega) Buxb.
82	Cactaceae	Stenocereus	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.
83	Cannabaceae	Aphananthe	<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) J.-F. Leroy
84	Cannabaceae	Trema	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume
85	Capparaceae	Crateva	<i>Crateva palmeri</i> Rose
86	Capparaceae	Crateva	<i>Crateva tapia</i> L.
87	Capparaceae	Morisonia	<i>Morisonia americana</i> L.
88	Capparaceae	Morisonia	<i>Morisonia atamisquea</i> (Kuntze) Christenh. & Byng
89	Capparaceae	Morisonia	<i>Morisonia indica</i> (L.) ined.
90	Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia mexicana</i> A.DC.
91	Caricaceae	Vasconcellea	<i>Vasconcellea cauliflora</i> (Jacq.) A.DC.
92	Celastraceae	Maytenus	<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.
93	Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum mexicanum</i> C.Cordem.
94	Chrysobalanaceae	Couepia	<i>Couepia polyandra</i> (Kunth) Rose
95	Chrysobalanaceae	Leptobalanus	<i>Leptobalanus mexicanus</i> (Lundell) Sother & Prance
96	Clethraceae	Clethra	<i>Clethra hartwegii</i> Britton
97	Clethraceae	Clethra	<i>Clethra mexicana</i> DC.
98	Clethraceae	Clethra	<i>Clethra rosei</i> Britton
99	Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia salvinii</i> Donn.Sm.
100	Combretaceae	Conocarpus	<i>Conocarpus erectus</i> L.
101	Combretaceae	Laguncularia	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn
102	Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G.Don.
103	Cornaceae	Cornus	<i>Cornus disciflora</i> Moc. & Sessé ex DC.
104	Cornaceae	Cornus	<i>Cornus excelsa</i> Kunth
105	Cupressaceae	Hesperocyparis	<i>Hesperocyparis arizonica</i> (Greene) Bartel
106	Cupressaceae	Hesperocyparis	<i>Hesperocyparis lusitanica</i> (Mill.) Bartel
107	Cupressaceae	Juniperus	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.

	Familia	Género	Especie
108	Cupressaceae	Juniperus	Juniperus durangensis Martínez
109	Cupressaceae	Juniperus	Juniperus flaccida Schltld.
110	Cupressaceae	Taxodium	Taxodium distichum (L.) Rich.
111	Dilleniaceae	Curatella	Curatella americana L.
112	Dipentodontaceae	Perrottetia	Perrottetia ovata Hemsl.
113	Ebenaceae	Diospyros	Diospyros aequoris Standl.
114	Ebenaceae	Diospyros	Diospyros californica (Brandege) I.M.Johnst.
115	Ebenaceae	Diospyros	Diospyros rosei Standl.
116	Ebenaceae	Diospyros	Diospyros sonora Standl.
117	Ericaceae	Arbutus	Arbutus arizonica (A.Gray) Sarg.
118	Ericaceae	Arbutus	Arbutus bicolor S.González, M.González & P.D.Sørensen
119	Ericaceae	Arbutus	Arbutus madrensis S.González
120	Ericaceae	Arbutus	Arbutus tessellata P.D.Sørensen
121	Ericaceae	Comarostaphylis	Comarostaphylis glaucescens (Kunth) Zucc. ex Klotzsch
122	Erythroxylaceae	Erythroxylum	Erythroxylum havanense Jacq.
123	Erythroxylaceae	Erythroxylum	Erythroxylum mexicanum Kunth
124	Euphorbiaceae	Cnidoscolus	Cnidoscolus elasticus Lundell
125	Euphorbiaceae	Cnidoscolus	Cnidoscolus sinaloensis Breckon ex Fern.Casas.
126	Euphorbiaceae	Croton	Croton draco Schltld. & Cham.
127	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia cotinifolia L.
128	Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia schlechtendalii Boiss.
129	Euphorbiaceae	Garcia	Garcia nutans Vahl ex Rohr
130	Euphorbiaceae	Hura	Hura polyandra Baill.
131	Euphorbiaceae	Jatropha	Jatropha cordata (Ortega) Müll.Arg.
132	Euphorbiaceae	Jatropha	Jatropha curcas L.
133	Euphorbiaceae	Jatropha	Jatropha mcvaughii Dehgan & G.L.Webster

	Familia	Género	Especie
134	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha ortegae</i> Standl.
135	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Jatropha</i>	<i>Jatropha sympetala</i> S.F.Blake & Standl.
136	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Manihot</i>	<i>Manihot caudata</i> Greenm.
137	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Sapium</i>	<i>Sapium appendiculatum</i> (Müll.Arg.) Pax & K.Hoffm.
138	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Sapium</i>	<i>Sapium lateriflorum</i> Hemsl.
139	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Sapium</i>	<i>Sapium macrocarpum</i> Müll.Arg.
140	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Sebastiania</i>	<i>Sebastiania pavoniana</i> (Müll.Arg.) Müll.Arg...
141	<i>Fabaceae</i>	<i>Albizia</i>	<i>Albizia ortegae</i> Britton & Rose
142	<i>Fabaceae</i>	<i>Andira</i>	<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.
143	<i>Fabaceae</i>	<i>Ateleia</i>	<i>Ateleia standleyana</i> Mohlenbr.
144	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia andrieuxii</i> Hemsl.
145	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia cookii</i> Rose
146	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia divaricata</i> L..
147	<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia pringlei</i> S.Watson
148	<i>Fabaceae</i>	<i>Brongniartia</i>	<i>Brongniartia alamosana</i> Rydb.
149	<i>Fabaceae</i>	<i>Calliandra</i>	<i>Calliandra laevis</i> Rose
150	<i>Fabaceae</i>	<i>Cenostigma</i>	<i>Cenostigma eriostachys</i> (Benth.) Gagnon & G.P.Lewis
151	<i>Fabaceae</i>	<i>Chloroleucon</i>	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose
152	<i>Fabaceae</i>	<i>Conzattia</i>	<i>Conzattia multiflora</i> (B.L.Rob.) Standl.
153	<i>Fabaceae</i>	<i>Conzattia</i>	<i>Conzattia sericea</i> Standl.
154	<i>Fabaceae</i>	<i>Coulteria</i>	<i>Coulteria glabra</i> (Britton & Rose) J.L. Contr., Sotuyo & G.P.Lewis
155	<i>Fabaceae</i>	<i>Coulteria</i>	<i>Coulteria platyloba</i> (S.Watson) N. Zamora
156	<i>Fabaceae</i>	<i>Coursetia</i>	<i>Coursetia glandulosa</i> A.Gray.
157	<i>Fabaceae</i>	<i>Ctenodon</i>	<i>Ctenodon mucronulatus</i> (Benth.) A.Delgado
158	<i>Fabaceae</i>	<i>Ebenopsis</i>	<i>Ebenopsis caesalpiniioides</i> (Standl.) Britton & Rose

	Familia	Género	Especie
159	<i>Fabaceae</i>	<i>Ebenopsis</i>	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes
160	<i>Fabaceae</i>	<i>Enterolobium</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.
161	<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina americana</i> Mill.
162	<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney.
163	<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina lanata</i> Rose
164	<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrostemon</i>	<i>Erythrostemon mexicanus</i> (A.Gray) Gagnon & G.P.Lewis
165	<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrostemon</i>	<i>Erythrostemon palmeri</i> (S.Watson) Gagnon & G.P.Lewis
166	<i>Fabaceae</i>	<i>Eysenhardtia</i>	<i>Eysenhardtia orthocarpa</i> (A.Gray) S.Watson
167	<i>Fabaceae</i>	<i>Eysenhardtia</i>	<i>Eysenhardtia platycarpa</i> Pennell & Saff.
168	<i>Fabaceae</i>	<i>Eysenhardtia</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.
169	<i>Fabaceae</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth
170	<i>Fabaceae</i>	<i>Gretheria</i>	<i>Gretheria sonora</i> (S.Watson) Duno & Torke
171	<i>Fabaceae</i>	<i>Haematoxylum</i>	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H.Karst.
172	<i>Fabaceae</i>	<i>Havardia</i>	<i>Havardia mexicana</i> (Rose) Britton & Rose
173	<i>Fabaceae</i>	<i>Havardia</i>	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & Rose
174	<i>Fabaceae</i>	<i>Hesperalbizia</i>	<i>Hesperalbizia occidentalis</i> (Brandegge) Barneby & J.W.Grimes
175	<i>Fabaceae</i>	<i>Hymenaea</i>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
176	<i>Fabaceae</i>	<i>Inga</i>	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.
177	<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena diversifolia</i> (Schltdl.) Benth.
178	<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena lanceolata</i> S.Watson
179	<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena</i>	<i>Leucaena macrophylla</i> Benth.
180	<i>Fabaceae</i>	<i>Libidibia</i>	<i>Libidibia coriaria</i> (Jacq.) Schltdl.
181	<i>Fabaceae</i>	<i>Libidibia</i>	<i>Libidibia sclerocarpa</i> (Standl.) Britton & Rose
182	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.

	Familia	Género	Especie
183	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus hermannii</i> M.Sousa
184	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus hintonii</i> Sandwith
185	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus lanceolatus</i> Benth.
186	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus mutans</i> M.Sousa
187	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus parviflorus</i> Benth.
188	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth
189	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus schiedeana</i> (Schltdl.) Harms
190	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.
191	<i>Fabaceae</i>	<i>Lonchocarpus</i>	<i>Lonchocarpus sinaloensis</i> (Gentry) F.J.Herm.
192	<i>Fabaceae</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth.
193	<i>Fabaceae</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F.Macbr.
194	<i>Fabaceae</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma watsonii</i> Rose
195	<i>Fabaceae</i>	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa acatlensis</i> (Benth.) Seigler & Ebinger
196	<i>Fabaceae</i>	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa coulteri</i> (Benth.) Seigler & Ebinger
197	<i>Fabaceae</i>	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa gentryi</i> Seigler & Ebinger
198	<i>Fabaceae</i>	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa heterophylla</i> (Benth.) Seigler & Ebinger
199	<i>Fabaceae</i>	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa millefolia</i> (S.Watson) Seigler & Ebinger
200	<i>Fabaceae</i>	<i>Mariosousa</i>	<i>Mariosousa russelliana</i> (Britton & Rose) Seigler & Ebinger
201	<i>Fabaceae</i>	<i>Microlobius</i>	<i>Microlobius foetidus</i> (Jacq.) M.Sousa & G.Andrade
202	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa acantholoba</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Poir.
203	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa benthamii</i> J.F.Macbr.
204	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa distachya</i> Cav.
205	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa palmeri</i> Rose
206	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa rhododactyla</i> B.L.Rob.

	Familia	Género	Especie
207	<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa spirocarpa</i> Rose
208	<i>Fabaceae</i>	<i>Myroxylon</i>	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms
209	<i>Fabaceae</i>	<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma glandulosa</i> (Torr.) Britton & Rose
210	<i>Fabaceae</i>	<i>Neltuma</i>	<i>Neltuma juliflora</i> (Sw.) Raf.
211	<i>Fabaceae</i>	<i>Olneya</i>	<i>Olneya tesota</i> A.Gray
212	<i>Fabaceae</i>	<i>Parkinsonia</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.
213	<i>Fabaceae</i>	<i>Parkinsonia</i>	<i>Parkinsonia florida</i> (Benth. ex A.Gray) S.Watson
214	<i>Fabaceae</i>	<i>Parkinsonia</i>	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr.
215	<i>Fabaceae</i>	<i>Parkinsonia</i>	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins
216	<i>Fabaceae</i>	<i>Pityrocarpa</i>	<i>Pityrocarpa obliqua</i> (Pers.) Brenan
217	<i>Fabaceae</i>	<i>Piscidia</i>	<i>Piscidia mollis</i> Rose
218	<i>Fabaceae</i>	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.
219	<i>Fabaceae</i>	<i>Pithecellobium</i>	<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.
220	<i>Fabaceae</i>	<i>Platymiscium</i>	<i>Platymiscium trifoliolatum</i> Benth.
221	<i>Fabaceae</i>	<i>Pseudalbizzia</i>	<i>Pseudalbizzia sinaloensis</i> (Britton & Rose) E.J.M.Koenen & Duno
222	<i>Fabaceae</i>	<i>Pseudalbizzia</i>	<i>Pseudalbizzia tomentosa</i> (Micheli) E.J.M.Koenen & Duno
223	<i>Fabaceae</i>	<i>Senegalia</i>	<i>Senegalia macilenta</i> (Rose) Britton & Rose
224	<i>Fabaceae</i>	<i>Senegalia</i>	<i>Senegalia occidentalis</i> (Rose) Britton & Rose
225	<i>Fabaceae</i>	<i>Senna</i>	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby
226	<i>Fabaceae</i>	<i>Senna</i>	<i>Senna nicaraguensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby
227	<i>Fabaceae</i>	<i>Tara</i>	<i>Tara cacalaco</i> (Bonpl.) Molinari & Sánchez Och.
228	<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia campeachiana</i> (Mill.) Seigler & Ebinger
229	<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn.

	Familia	Género	Especie
230	<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia hindsii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger
231	<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia macracantha</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger
232	<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger
233	<i>Fabaceae</i>	<i>Zapoteca</i>	<i>Zapoteca portoricensis</i> (Jacq.) H.M.Hern.**
234	<i>Fabaceae</i>	<i>Zapoteca</i>	<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M.Hern.
235	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus albocincta</i> Trel.
236	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus aristata</i> Hook. & Arn.
237	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus arizonica</i> Sarg.
238	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus chihuahuensis</i> Trel.
239	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus deserticola</i> Trel.
240	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus durifolia</i> Seemen ex Loes.
241	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus fulva</i> Liebm.
242	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus glaucescens</i> Bonpl.
243	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus grisea</i> Liebm.
244	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus hypoleucoides</i> A. Camus.
245	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus laeta</i> Liebm.
246	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus magnoliifolia</i> Née.
247	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus mcvaughii</i> Spellenb.
248	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus mexicana</i> Bonpl.
249	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus oblongifolia</i> Torr.
250	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus planipocula</i> Trel.
251	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus rugosa</i> Née.
252	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.
253	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus sideroxyla</i> Bonpl.
254	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus subspatulata</i> Trel.
255	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus tarahumara</i> Spellenb., J.D.Bacon & Breedlove
256	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus toumeyii</i> Sarg.
257	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus tuberculata</i> Liebm.
258	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus viminea</i> Trel.

	Familia	Género	Especie
259	<i>Fouquieriaceae</i>	<i>Fouquieria</i>	<i>Fouquieria diguetii</i> (Tiegh.) I.M.Johnst.
260	<i>Fouquieriaceae</i>	<i>Fouquieria</i>	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash
261	<i>Garryaceae</i>	<i>Garrya</i>	<i>Garrya laurifolia</i> Benth.
262	<i>Hamamelida- ceae</i>	<i>Molinadendron</i>	<i>Molinadendron sinaloense</i> (Standl. & Gentry) P.K.Endress
263	<i>Hernandiaceae</i>	<i>Gyrocarpus</i>	<i>Gyrocarpus jatrophiifolius</i> Domin
264	<i>Juglandaceae</i>	<i>Juglans</i>	<i>Juglans major</i> (Torr.) A. Heller
265	<i>Lacistemataceae</i>	<i>Lacistema</i>	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby
266	<i>Lamiaceae</i>	<i>Vitex</i>	<i>Vitex mollis</i> Kunth
267	<i>Lamiaceae</i>	<i>Vitex</i>	<i>Vitex pyramidata</i> B.L.Rob.
268	<i>Lauraceae</i>	<i>Damburneya</i>	<i>Damburneya salicifolia</i> (Kunth) Trofimov & Rohwer
269	<i>Lauraceae</i>	<i>Litsea</i>	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth
270	<i>Lauraceae</i>	<i>Mespilodaphne</i>	<i>Mespilodaphne veraguensis</i> (Meisn.) Rohwer
271	<i>Lauraceae</i>	<i>Nectandra</i>	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer
272	<i>Lauraceae</i>	<i>Persea</i>	<i>Persea hintonii</i> C.K. Allen
273	<i>Lauraceae</i>	<i>Persea</i>	<i>Persea liebmannii</i> Mez
274	<i>Magnoliaceae</i>	<i>Magnolia</i>	<i>Magnolia pacifica</i> Vazquez
275	<i>Magnoliaceae</i>	<i>Magnolia</i>	<i>Magnolia schiedeana</i> Schltldl.
276	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Bunchosia</i>	<i>Bunchosia praecox</i> W.R. Anderson
277	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Byrsonima</i>	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth
278	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Lasiocarpus</i>	<i>Lasiocarpus ferrugineus</i> Gentry
279	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Lasiocarpus</i>	<i>Lasiocarpus salicifolius</i> Liebm.
280	<i>Malvaceae</i>	<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.
281	<i>Malvaceae</i>	<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.
282	<i>Malvaceae</i>	<i>Gossypium</i>	<i>Gossypium aridum</i> (Rose & Standl.) Skovst.
283	<i>Malvaceae</i>	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.
284	<i>Malvaceae</i>	<i>Helicteres</i>	<i>Helicteres guazumifolia</i> Kunth
285	<i>Malvaceae</i>	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.
286	<i>Malvaceae</i>	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus attenuatus</i> S. Watson

	Familia	Género	Especie
287	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose
288	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus occidentalis</i> Rose.
289	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus palmeri</i> S. Watson
290	Malvaceae	<i>Heliocarpus</i>	<i>Heliocarpus terebinthinaceus</i> (DC.) Hochr.
291	Malvaceae	<i>Hibiscus</i>	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.
292	Malvaceae	<i>Luehea</i>	<i>Luehea candida</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Mart.
293	Malvaceae	<i>Pachira</i>	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.
294	Malvaceae	<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Du- gand
295	Malvaceae	<i>Pseudobombax</i>	<i>Pseudobombax palmeri</i> (S. Watson) Dugand
296	Malvaceae	<i>Tilia</i>	<i>Tilia americana</i> L.
297	Malvaceae	<i>Trichospermum</i>	<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.). Baill.
298	Malvaceae	<i>Triumfetta</i>	<i>Triumfetta paniculata</i> Hook. & Arn.
299	Melastomata- ceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia glaberrima</i> Naudin.
300	Melastomata- ceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia xalapensis</i> (Bonpl.) M.Gómez
301	Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i> L.
302	Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela salvadorensis</i> Standl.
303	Meliaceae	<i>Guarea</i>	<i>Guarea glabra</i> Vahl
304	Meliaceae	<i>Swietenia</i>	<i>Swietenia humilis</i> Zucc.
305	Meliaceae	<i>Swietenia</i>	<i>Swietenia macrophylla</i> King.
306	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia americana</i> (Sessé & Moc.) T.D. Penn.
307	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.
308	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia hirta</i> L.
309	Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>Trichilia trifolia</i> L.
310	Moraceae	<i>Brosimum</i>	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.
311	Moraceae	<i>Castilla</i>	<i>Castilla elastica</i> Cerv.
312	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth

	Familia	Género	Especie
313	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Mart. ex Miq.
314	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus insipida</i> Willd.
315	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus maxima</i> Mill.
316	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus membranacea</i> C. Wright
317	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth
318	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus pertusa</i> L.f.
319	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus petiolaris</i> Kunth
320	Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus velutina</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
321	Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex G.Don
322	Moraceae	<i>Morus</i>	<i>Morus celtidifolia</i> Kunth
323	Moraceae	<i>Trophis</i>	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.
324	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.
325	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia capuli</i> (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.
326	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia guatemalensis</i> Donn.Sm.
327	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia inconspicua</i> Standl.
328	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia salamensis</i> Donn.Sm.
329	Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia sinaloae</i> Standl.
330	Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia chytraculia</i> (L.) A.R.Lourenço & E.Lucas
331	Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	<i>Myrcianthes fragrans</i> (Sw.) McVaugh
332	Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guineense</i> Sw.
333	Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC.
334	Nyctaginaceae	<i>Neea</i>	<i>Neea psychotrioides</i> Donn.Sm.
335	Nyctaginaceae	<i>Pisonia</i>	<i>Pisonia capitata</i> (S.Watson) Standl.
336	Ochnaceae	<i>Ouratea</i>	<i>Ouratea mexicana</i> (Bonpl.) Engl.
337	Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.
338	Onagraceae	<i>Fuchsia</i>	<i>Fuchsia arborescens</i> Sims.
339	Opiliaceae	<i>Agonandra</i>	<i>Agonandra racemosa</i> (DC.) Standl
340	Papaveraceae	<i>Bocconia</i>	<i>Bocconia arborea</i> S.Watson.
342	Pentaphylacaceae	<i>Cleyera</i>	<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy

	Familia	Género	Especie
343	<i>Pentaphylacaceae</i>	<i>Ternstroemia</i>	<i>Ternstroemia lineata</i> DC.
344	<i>Pentaphylacaceae</i>	<i>Ternstroemia</i>	<i>Ternstroemia maltbya</i> Rose
345	<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Margaritaria</i>	<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.
346	<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus</i>	<i>Phyllanthus elsiae</i> Urb.
347	<i>Picramniaceae</i>	<i>Alvaradoa</i>	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.
348	<i>Picramniaceae</i>	<i>Picramnia</i>	<i>Picramnia antidesma</i> Sw.
349	<i>Picramniaceae</i>	<i>Picramnia</i>	<i>Picramnia guerrerensis</i> W.W.Thomas.
350	<i>Picrodendraceae</i>	<i>Piranhea</i>	<i>Piranhea mexicana</i> (Standl.) Radcl.-Sm.
351	<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies durangensis</i> Martínez
352	<i>Pinaceae</i>	<i>Abies</i>	<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltdl. & Cham.
353	<i>Pinaceae</i>	<i>Picea</i>	<i>Picea chihuahuana</i> Martínez
354	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus arizonica</i> Engelm.
355	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltdl.
356	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.
357	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus devoniana</i> Lindl.
358	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus douglasiana</i> Martínez
359	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus durangensis</i> Martínez
360	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus engelmannii</i> Carrière.
361	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl.
362	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus herrerae</i> Martínez
363	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.
364	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus lumholtzii</i> B.L.Rob. & Fernald
365	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus maximinoi</i> H.E.Moore
366	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus montezumae</i> Lamb.
367	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltdl.
368	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.
369	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus praetermissa</i> Styles & McVaugh
370	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.
371	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus strobiformis</i> Engelm.

	Familia	Género	Especie
372	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Pinus teocote</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.
373	<i>Pinaceae</i>	<i>Pseudotsuga</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco
374	<i>Platanaceae</i>	<i>Platanus</i>	<i>Platanus gentryi</i> Nixon & J.M. Poole
375	<i>Platanaceae</i>	<i>Platanus</i>	<i>Platanus racemosa</i> Nutt.
376	<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.
377	<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba goldmanii</i> Standl.
378	<i>Polygonaceae</i>	<i>Coccoloba</i>	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.
379	<i>Polygonaceae</i>	<i>Ruprechtia</i>	<i>Ruprechtia fusca</i> Fernald
380	<i>Primulaceae</i>	<i>Ardisia</i>	<i>Ardisia compressa</i> Kunth
381	<i>Primulaceae</i>	<i>Ardisia</i>	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth
382	<i>Primulaceae</i>	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.
383	<i>Primulaceae</i>	<i>Parathesis</i>	<i>Parathesis villosa</i> Lundell
384	<i>Putranjivaceae</i>	<i>Drypetes</i>	<i>Drypetes gentryi</i> Monach.
385	<i>Resedaceae</i>	<i>Forchhammeria</i>	<i>Forchhammeria watsonii</i> Rose
386	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Colubrina</i>	<i>Colubrina triflora</i> Brongn. ex Sweet
387	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Karwinskia</i>	<i>Karwinskia calderonii</i> Standl.
389	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Karwinskia</i>	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Schult.) Zucc.
390	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Karwinskia</i>	<i>Karwinskia latifolia</i> Standl.
391	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Sarcomphalus</i>	<i>Sarcomphalus amole</i> (Sessé & Moc.) Hauenschild
392	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Sarcomphalus</i>	<i>Sarcomphalus mexicanus</i> (Rose) Hauenschild
393	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Sarcomphalus</i>	<i>Sarcomphalus obtusifolius</i> (Hook. ex Torr. & A.Gray) Hauenschild
394	<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>Rhizophora mangle</i> L.
395	<i>Rosaceae</i>	<i>Cercocarpus</i>	<i>Cercocarpus macrophyllus</i> C.K. Schneid.
396	<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sessé ex DC.
397	<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus rosei</i> Eggl.
398	<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus</i>	<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.

	Familia	Género	Especie
399	Rosaceae	Prunus	<i>Prunus cortapico</i> Kerber ex Koehne
400	Rosaceae	Prunus	<i>Prunus ferruginea</i> (DC. ex Ser.) Steud.
401	Rosaceae	Prunus	<i>Prunus gentryi</i> Standl.
402	Rosaceae	Prunus	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
403	Rubiaceae	Cephalanthus	<i>Cephalanthus salicifolius</i> Bonpl.
404	Rubiaceae	Chomelia	<i>Chomelia barbata</i> Standl.
405	Rubiaceae	Hamelia	<i>Hamelia xorullensis</i> Kunth
406	Rubiaceae	Hintonia	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock
407	Rubiaceae	Machaonia	<i>Machaonia erythrocarpa</i> (Standl.) Borhidi
408	Rutaceae	Casimiroa	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave.
409	Rutaceae	Esenbeckia	<i>Esenbeckia hartmanii</i> B.L.Rob. & Fernald
410	Rutaceae	Peltostigma	<i>Peltostigma pteleoides</i> (Hook.) Walp.
411	Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum arborescens</i> Rose
412	Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum schreberi</i> (J.F.Gmel.) Reynel ex C. Nelson
413	Sabiaceae	Meliosma	<i>Meliosma dentata</i> (Liebm.) Urb.
414	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.
415	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia arguta</i> Kunth
416	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.
417	Salicaceae	Casearia	<i>Casearia tremula</i> (Griseb.) Griseb. ex C. Wright
418	Salicaceae	Populus	<i>Populus mexicana</i> Wesm.
419	Salicaceae	Populus	<i>Populus tremuloides</i> Michx.
420	Salicaceae	Salix	<i>Salix bonplandiana</i> Kunth
421	Salicaceae	Salix	<i>Salix gooddingii</i> C.R.Ball
422	Salicaceae	Salix	<i>Salix jaliscana</i> M.E.Jones
423	Salicaceae	Salix	<i>Salix lasiolepis</i> Benth.
424	Salicaceae	Salix	<i>Salix nigra</i> Marshall
425	Salicaceae	Salix	<i>Salix taxifolia</i> Kunth
426	Salicaceae	Xylosma	<i>Xylosma flexuosa</i> (Kunth) Hemsl.

	Familia	Género	Especie
427	Salicaceae	<i>Xylosma</i>	<i>Xylosma intermedia</i> (Seem.) Triana & Planch.
428	Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>Cupania dentata</i> Moc. & Sessé ex DC.
429	Sapindaceae	<i>Cupania</i>	<i>Cupania glabra</i> Sw.
430	Sapindaceae	<i>Sapindus</i>	<i>Sapindus saponaria</i> L.
431	Sapindaceae	<i>Thouinia</i>	<i>Thouinia villosa</i> DC.
432	Sapindaceae	<i>Thouinidium</i>	<i>Thouinidium decandrum</i> (Bonpl.) Radlk.
433	Sapotaceae	<i>Manilkara</i>	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen
434	Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni
435	Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn
436	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon capiri</i> (A.DC.) Pittier
437	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon cartilagineum</i> (Cronquist) T.D.Penn.
438	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon lanuginosum</i> Michx.
439	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon occidentale</i> (Hemsl.) T.D.Penn.
440	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon palmeri</i> (Rose) T.D.Penn. .
441	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon peninsulare</i> (Brandeggee) T.D.Penn.
442	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon persimile</i> (Hemsl.) T.D.Penn.
443	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon socorrense</i> (Brandeggee) T.D.Penn.
444	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon stenospermum</i> (Standl.) T.D.Penn.
445	Sapotaceae	<i>Sideroxylon</i>	<i>Sideroxylon tepicense</i> (Standl.) T.D.Penn.
446	Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja cordata</i> Kunth
447	Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja parviflora</i> Kunth
448	Styracaceae	<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.

	Familia	Género	Especie
449	<i>Styracaceae</i>	<i>Styrax</i>	<i>Styrax argenteus</i> C.Presl.
450	<i>Styracaceae</i>	<i>Styrax</i>	<i>Styrax gentryi</i> P.W.Fritsch
451	<i>Styracaceae</i>	<i>Styrax</i>	<i>Styrax radians</i> P.W.Fritsch
452	<i>Urticaceae</i>	<i>Urera</i>	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.**
453	<i>Urticaceae</i>	<i>Urera</i>	<i>Urera pacifica</i> V.W.Steitm.
454	<i>Verbenaceae</i>	<i>Citharexylum</i>	<i>Citharexylum affine</i> D.Don.
455	<i>Verbenaceae</i>	<i>Citharexylum</i>	<i>Citharexylum ligustrifolium</i> (Thur. ex Decne.) Van Houtte
456	<i>Verbenaceae</i>	<i>Lippia</i>	<i>Lippia myriocephala</i> Schltdl. & Cham.
457	<i>Verbenaceae</i>	<i>Lippia</i>	<i>Lippia umbellata</i> Cav.
458	<i>Viburnaceae</i>	<i>Viburnum</i>	<i>Viburnum elatum</i> Benth.
459	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Guaiacum</i>	<i>Guaiacum coulteri</i> A.Gray

Fuente: Elaboración propia.

Recorrido de campo por cauce de arroyo intermitente en época seca. Al fondo la Sierra de Barobampo, Ahome (H. Piña)



Capítulo 8

Jardín Etnobiológico de Sinaloa *Juyya* *Ánnia*: Patrimonio biocultural del pueblo yoreme-mayo

Sinaloa Ethnobiological Garden *Juyya* *Ánnia*: biocultural heritage of the yoreme- mayo people

Gustavo Castañeda de los Santos¹

<https://doi.org/10.61728/AE20259037>



¹ Jefe de Departamento de Educación Ambiental, Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston. Blvd. Antonio Rosales #750 sur col. Centro, Los Mochis, Sinaloa. educacion.ambiental@jbbfj.org

Resumen

El Jardín Etnobiológico *Juyya Ánnia*, ubicado en el Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston de Los Mochis, es un espacio destinado a la exhibición, conservación y divulgación de los recursos bioculturales del pueblo Yoreme-Mayo de Sinaloa. Durante los años 2020 al 2022, se han documentado más de 150 especies de flora útil, correspondientes al matorral xerófito y selva baja caducifolia, de la cual se conforma la colección viva, distribuida en siete (7) saberes de acuerdo con su aprovechamiento. Por otra parte, se trabaja en la creación de acervos como herbarios, colecciones de semillas y germoplasma para la propagación de flora, a través de métodos tradicionales e in vitro, los cuales posibiliten la apropiación de dichas especies a la infraestructura verde de ciudades y comunidades, puesto que son de bajos requerimientos hídricos, aunado a diversas bondades que favorecen la presencia de fauna benéfica, así como la resiliencia a los ecosistemas.

Introducción

El pueblo yoreme-mayo es un grupo indígena asentado en el norte de Sinaloa y sur de Sonora; se caracteriza por sus costumbres y tradiciones, destacando la danza del venado y pascola. Asimismo, el pueblo tiene una identidad con la naturaleza o el monte, al que denominan el *Juyya Ánnia*, su ente proveedor para la subsistencia. Debido a ello, rinden cultos como muestra de agradecimiento por los bienes obtenidos (INPI, 2017).

El pueblo tiene distintos momentos para relacionarse con la naturaleza; en las comunidades más alejadas del urbanismo, aún prevalece la recolección de frutos y semillas de temporada. Asimismo, la caza y pesca artesanal, entre otras prácticas, son parte del buen vivir de la población. Sin embargo, a través de los años, estas actividades han ido desapareciendo, puesto que la tecnificación de procesos para la producción de

alimentos es opuesta a los ciclos de la naturaleza, los cuales están a la deriva de los fenómenos climatológicos.

Vinculado a ello, el Consejo Nacional de Ciencias, Humanidades y Tecnologías (CONAHCYT) emite una convocatoria en el año 2019 para la creación de una Red Nacional de Jardines Etnobiológicos de México (RENAJEB), en la cual cada estado representaría su riqueza etnobiológica. Por ello, el equipo multidisciplinario del Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston se dio a la tarea de participar, obteniendo la aceptación para que, en la ciudad de Los Mochis, se creara un espacio de divulgación y exhibición de la riqueza biocultural del pueblo yoreme-mayo: el Jardín Etnobiológico de Sinaloa “Juyya Ánnia”.

Un aspecto importante fue identificar a los actores clave de la comunidad para establecer un rol de participación activo, destacando el cobanaro o gobernador tradicional, el consejo de ancianos, cantadores, músicos, danzantes, jitéberis o curanderos tradicionales, parteras, artesanos, amas de casa y los maestros u otros oficios, quienes enriquecieron el diálogo desde su perspectiva; por otra parte, la práctica del yoremnokki (lengua materna) es fundamental y la única fuente de comunicación entre los participantes de fiestas y ceremonias.

Mediante los diálogos establecidos con las comunidades indígenas, se documentaron conocimientos de flora y fauna de la selva baja caducifolia y matorral xerófito, los cuales forman parte de la vida cotidiana de las personas; posteriormente, se procedió a la colecta de algunos ejemplares para resguardarlos y cultivarlos en vivero, así como la adquisición en establecimientos locales que intentan visibilizar las bondades de la flora nativa local, que a su vez favorecen la resiliencia de los ecosistemas.

Finalmente, los espacios creados son sitios de reconexión para el pueblo; para ello, se considera su participación en la divulgación del conocimiento mediante diversas prácticas, siendo el JE un medio para su reconocimiento ante otros grupos sociales, expresado mediante música, danza, gastronomía, promoción de flora y fauna nativa, lengua, entre otras actividades derivadas de los roles de participación en su territorio. Actualmente, esta institución continúa colaborando con los grupos indígenas, acompañándolos en diversos procesos, correspondiendo de

acuerdo con sus posibilidades, así como otros aspectos que no solo involucren el compartir sus saberes, sino retribuirles algo que les favorezca, revitalice y/o reconforte.

El bosque tropical seco, un recurso para la subsistencia

El bosque tropical seco (BTS), como ecosistema cálido estacional, se caracteriza por albergar vegetación que pierde su follaje durante un largo periodo del año a medida que desciende la temperatura, así como la ausencia de lluvias, con lo cual las plantas disminuyen su metabolismo al mínimo suficiente para sobrevivir ante las condiciones adversas y continuar con el ciclo reproductivo en la siguiente estación; incluso durante ese periodo, la fotosíntesis puede ser favorecida a través de los tallos verdosos de muchas especies, como el género *Parkinsonia*, resultado de la adaptación a dicho ecosistema. Sin embargo, a pesar de esta característica, este tipo de vegetación, el cual se extiende por un amplio territorio del país y particularmente en el estado de Sinaloa, resguarda una diversidad de formas de vida, proveyendo hábitat, refugio, anidamiento, alimentación, entre otros recursos, a todas las especies que en él cohabitan.

El BTS ha sido importante e indispensable para distintos grupos originarios; es así como el pueblo yoreme lo considera fuente proveedora para la subsistencia; asimismo ocurre para otras poblaciones actuales, ya que la topografía de los sitios favorece la proliferación de flora particular, es decir, entre los acantilados, arroyos y suelos rocosos se desarrollan especies únicas y donde varias de ellas proveen alimento específico para la fauna local. Dicha flora tiene altas posibilidades de ser propagada a medida que aumenta la crisis alimentaria. Por ello es necesario considerar los BTS como fuente de germoplasma, que, si bien muchas especies cultivadas son provenientes de estos sitios, como los arrayanes, pitayas, guanacastes, entre otras. Existen otras que no han sido exploradas para su reproducción en cautiverio y en lo cual el JEB trabaja, no solo documentando la riqueza de los sitios, sino implementando protocolos de propagación, así como mostrando las distintas formas de aprovechamiento con enfoque de los pueblos originarios, es decir, para el autoconsumo, mediante policultivos y evitando el uso de plaguicidas.

Por otra parte, los BTS, con su gama de colores dominantes como el amarillo, blanco, rosa y morado, los cuales se dejan entrever por las ramas sin follaje, y donde las flores indican el inicio de una nueva estación, las plantas se preparan para una nueva generación de semillas, esos ejemplares imponentes, majestuosos y coloridos, tienen el potencial para cultivarlas e incorporarlas a las paletas vegetales urbanas, ya que además de brindar color, pueden ser captadores de agua, evitar la erosión de suelos, aunado a las otras bondades mencionadas previamente, es decir la flora proveniente de estos ecosistemas, es resiliente y con ello incrementar su valor, promoviendo más áreas naturales para su conservación.

Metodología

El diálogo de saberes es una herramienta comunicativa en la cual interaccionan diversos actores, como un método cualitativo que busca sintetizar y documentar los conocimientos del saber cotidiano y/o problemas socioambientales de las comunidades indígenas del norte de Ahome, pertenecientes al pueblo yoreme-mayo. Dichos conocimientos darán pauta a comprender y reflexionar acerca de la cotidianidad de las comunidades indígenas; divulgar su conocimiento y, a su vez, sean la base para la construcción física del Jardín Etnobiológico, el cual refleje las formas de vida, su identidad y pertenencia.

La invitación se realizó mediante los gobernadores tradicionales de Ohuira, San Miguel Zapotitlán y Bacorehuis, quienes a su vez reunieron a diversos participantes de la comunidad; sin embargo, a causa de la pandemia por covid-19, se consideraron grupos no mayores a 15 personas para resguardar su seguridad e integridad.

Para dicha actividad, se plantearon algunas preguntas clave como referencia para los educadores; sin embargo, estas no se plantearon directamente a las personas, sino que se incluyeron durante la conversación para generar mayor confianza con los participantes, quienes son los actores principales en la construcción de dicho concepto, el cual busca el equilibrio entre la necesidad de documentar y el deseo de compartir de la comunidad.

En un primer acercamiento, se agruparon los contenidos en cinco bloques (Figura 1) con la finalidad de poder ahondar respecto a sus cos-

movisiones y forma de vida. Por otra parte, se abordó otro bloque (Figura 2) dirigido específicamente a la relación con las plantas, considerando la flora regional proveniente de los BTS que va desde las zonas costeras hasta los límites de la Sierra Madre Occidental y en la transición de bosque de pino o encino (Vega-Aviña et al., 2021). Dicho diálogo fue documentado para su posterior análisis.

Apartado 1. Forma de vida y cosmovisiones

Figura 1. Documentación de la forma de vida del pueblo yoreme-mayo



Bloque 2. Aprovechamiento y vinculación con la flora nativa regional

Figura 2. Documentación del aprovechamiento de la flora nativa



Resultados

La documentación de los conocimientos tradicionales de la población Yoreme-Mayo favoreció la ejecución del proyecto del Jardín Etnobiológico denominado *Juyya Ánnia*. Sin embargo, no solo considera el espacio físico de la colección de flora útil, sino otros acervos como el herbario, el insectario, el banco de semillas y germoplasma, así como el vivero de reproducción de especies de flora nativa local.

Para fines del artículo, se abordará la colección viva, así como su aprovechamiento por parte de la población local.

Estructuración del Jardín Etnobiológico Juyya Ánnia de Sinaloa

El conocimiento tradicional ha sido indispensable para mantener un estilo de vida de la población yoreme-mayo. Dichos saberes han pasado de generación en generación, mediante su lengua materna, “El Yoremnokki”; sin embargo, a través del tiempo y de la incidencia de la cultura occidental, escasas comunidades aún lo practican. Debido a ello y, principalmente entre los ancianos, manifiestan la necesidad de que las nuevas generaciones aprendan a comunicarse mediante la lengua materna, ya que muchas cosas son intraducibles, como la expresión de la danza del venado o pascola, puesto que los sones se cantan únicamente en Yoremnokki y, al no comprender ni entender, el danzante no sabrá ejecutar los movimientos o acciones provenientes del son (León-Verdugo y Castañeda, 2024).

Otro aspecto fundamental es el rol de participación de las personas que, en conjunto, logran la comunidad; por ejemplo, el consejo de ancianos guía a los gobernadores tradicionales para la toma de decisiones asertivas; las curanderas llevan a cabo los tratamientos de diversos males con plantas locales; los danzantes y cantadores logran manifestar a la naturaleza mediante las danzas y los cantos; los artesanos expresan el arte figurativo y abstracto; los maestros contribuyen a la formación de nuevas generaciones y las amas de casa quienes, desde sus propias miradas, logran mantener la unión, principalmente en la cocina, la cual se convierte en el espacio de reunión y terapia de las familias.

Por otra parte, los conocimientos etnobotánicos, es decir, la relación del hombre con la flora, han sido fundamentales para comprender las formas de vida de ciertas comunidades y cómo, a través del tiempo, han sido su principal aliado, puesto que las plantas forman parte de su dieta alimenticia, se usan en la medicina tradicional, se aprovechan para la construcción de viviendas, se destinan para la adecuación de jardines, entre otras. Por ello y derivado del diálogo de saberes y de la información documentada, se logran agrupar siete subcolecciones o también denominadas saberes, de especies que provienen de los BTS.

Figura 3. Ingreso al Jardín Etnobiológico Juyya Ánnia

La organización de los jardines (Figura 3) favorece a los visitantes para realizar recorridos interpretativos, admirando las formas, colores y estructuras de las plantas características de la selva baja caducifolia, así como los usos por parte de la población, teniendo así la siguiente categorización:

Saber enramada yoreme Se integran especies de flora presentes en la construcción de las enramadas (Tabla 1), las cuales son la base del centro ceremonial o el espacio sagrado, ya que en ellas se manifiesta el *Juyya Ánnia* a través de fiestas que rinden culto por los bienes obtenidos, por cumplir una manda o promesa e, incluso, algunos sepelios; por otra parte, es el centro de reuniones de la comunidad. Asimismo, se integran plantas de las cuales se obtiene la materia prima para la elaboración de instrumentos musicales y ornamentos de los danzantes (Figura 4). Por otra parte, los sones o cantos hacia la naturaleza se refieren a especies locales como las flores, calandrias, colibríes, coyotes, venados, pájaros, entre otros; incluso, cada son se ejecuta en cierto momento del día relacionado con la actividad de la especie referida, por ejemplo, el son del colibrí solo puede interpretarse en la mañana, mientras que el del coyote ocurre al atardecer.

Figura 4. Ceremonia bajo la enramada en el JBBFJ

Otro aspecto relevante es el sonido de los tenábaris, elaborados con capullos de *Rothschildia cincta cincta* o mariposa cuatro espejos, los cuales aluden a diversos ecos de la naturaleza como la víbora de cascabel, el caminar del venado entre la hojarasca, el agua descendiendo entre las piedras del arroyo, la representación de la mazorca, entre otros (Castañeda y Márquez, 2023); los sonidos son emitidos con los instrumentos musicales producidos con materia prima local, como el tambor de agua, la jiruquia o raspador elaborado de la raíz de álamo, las sonajas con frutos de ayal o cuatecomate, así como sonidos complementarios de las carrilleras de pesuñas de venado, que en su conjunto aluden a la manifestación del monte.

Saber aromas y sabores del monte. México se caracteriza por el aprovechamiento de plantas en la alimentación y el estado de Sinaloa no es la excepción, ya que gran parte de la población aprovecha los derivados de ellas, desde tallos, frutos, raíces, cortezas y semillas, que contienen sabores dulces, amargos, agridulces, picantes y aromáticos, colectados en el medio silvestre (Figura 5).

Figura 5. Atole de igualama (*Vitex mollis*)

El pueblo yoreme aprovecha las plantas de temporada, principalmente en la época de lluvias (julio a octubre), aunado a los quelites que, generalmente, se producen en las tierras agrícolas. Las especies abundan en los bosques tropicales secos, los cuales no han sido manipulados por el hombre para su producción en cautiverio, con excepción del chiltepín y el orégano, que se pueden encontrar cultivados en algunas casas. Sin embargo, las demás especies aún se encuentran en la tarea de su reproducción, como las pitayas, agaves y tempisques, los cuales pueden formar parte de plantaciones agroforestales que favorezcan al manejo sostenible de los bosques secos (Tabla 2).

Saber plantas curativas. Los padecimientos más frecuentes de la población indígena se atienden por las amas de casa, parteras y especialistas tradicionales como los jitéberis, que son los curanderos o médicos tradicionales, los cuales basan sus tratamientos en el uso de las plantas silvestres (Tabla 3). El jardín concentra saberes empíricos de las propiedades de las plantas, las cuales buscaban mejorar la salud de los

antepasados. Aunque actualmente muchas de ellas no se aprovechan, aún persisten los conocimientos populares, los cuales han trascendido de generación en generación.

La mayoría de las plantas son colectadas del medio silvestre; en muchos casos se deshidratan hojas y tallos para guardarlos y usarlos durante todo el año. Por otra parte, los métodos de preparación son diferentes y particulares de cada curandero; sin embargo, en la medicina tradicional yoreme, como en otros grupos indígenas, la clave no es el uso de la planta, sino la consideración de otros elementos del universo y condiciones ambientales para un tratamiento efectivo, como son el día o la noche, la luna, la brisa o el amanecer, los cuales se contemplan desde su colecta, durante la preparación y el tratamiento para cada parte del cuerpo humano (Figura 6).

Figura 6. *Saber plantas curativas, relación planta-cuerpo humano*



Saber uso maderable. Representado mayormente por especies arbóreas (Tabla 4), que muestran las estrategias de supervivencia por la luz, nutrientes y estratos altos del bosque. Asimismo, contempla especies aprovechadas en la región del norte de Sinaloa, destacadas por la resistencia

de sus maderas utilizadas, sobre todo, en la ebanistería; por otra parte, se consideran maderas de uso cotidiano para la construcción de casas, elaboración de artesanías, producción de carbón, cercos vivos (Figura 7) y muertos o simplemente para la combustión.

Actualmente, no existen prácticas de silvicultura que permitan un manejo adecuado de las especies maderables de los bosques tropicales secos en el norte de Sinaloa, por lo cual aún prevalece la extracción desmedida que impacta drásticamente en el mismo ecosistema, siendo una tarea pendiente por atender.

Figura 7. Cerco vivo con especies nativas, comunidad el Babu municipio de Choix



Saber formas y colores del monte. La diversidad de flora (Tabla 5) muestra las formas y colores que contrastan en las diferentes estaciones del año. Asimismo, favorece la visita de otros organismos de fauna regional que exhiben la majestuosidad de estos ecosistemas.

A medida que se intensifica la crisis ambiental y sobre todo la hídrica, se debe optar por flora nativa regional para el arbolado urbano que contribuya a diversas Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), es decir, analizar los procesos que ocurren en los ecosistemas para adop-

tarlos y, con ello, mitigar las problemáticas ambientales, aunado a que las especies demandan bajo mantenimiento y requerimientos hídricos (Figura 8). Por otra parte, la elaboración de fichas descriptivas favorece a un conocimiento general de la planta, estableciendo una categorización en: árboles grandes, árboles medianos, arbustos, herbáceas y cactus columnares o globosos, así como una subclasificación de acuerdo con la forma de vida (perennes, subperennes, caducifolios o subcaducifolios); con ello se puede atender a la necesidad de la población, así como tener noción de la biología de la planta que favorezca al espacio dispuesto para su instalación.

Figura 8. *Guaiacum coulteri* con potencial para arbolado urbano



Saber huerto tradicional. Son espacios de terreno reducido, ubicados cerca de las viviendas, para cultivar vegetales y algunas otras especies de ciclo corto para autoconsumo. Los huertos tradicionales de las etnias originarias de México se conforman de especies vegetales adaptables a las condiciones ambientales de cada región o de cierta temporada. Así como en otras regiones del país, Sinaloa no es la excepción, ya que cuenta

con variedades de maíz, frijol, chile y calabaza; por ello, la combinación de este grupo de plantas, también conocida como la milpa, es común verla en muchos hogares.

Figura 9. Milpa de semillas autóctonas del norte de Sinaloa



La población manifiesta la importancia de la combinación de este policultivo que favorece el aprovechamiento del espacio y nutrientes, además de evitar la aplicación de fertilizantes industrializados y producir composta con materia orgánica y estiércol de animales de corral.

Saber secretos del desierto. El jardín muestra las bellezas y las excéntricas formas de adaptación y supervivencia de las especies a los ecosistemas extremos, haciéndolo único en el país y, gracias a la heterogeneidad, conserva una gran riqueza de endemismos. Se integran especies de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa (Tabla 6), que comparten condiciones ambientales similares, favoreciendo el desarrollo de una gran diversidad de formas de vida (Figura 10).

Figura 10. Sección de especies coexistentes con la flora útil del pueblo Yoreme-Mayo



Aunque aún se trabaja en la documentación de los usos por parte del pueblo yoreme, se han registrado algunos específicos para otras poblaciones del noroeste de México, como agaves y biznagas, que, de acuerdo a las condiciones geográficas, proveen un microclima que favorece al desarrollo de ciertas especies únicamente en espacios restringidos. Eso permite comprender las adaptaciones de las plantas a través del tiempo, pero, a la vez, incrementa su vulnerabilidad, derivada de los impactos principalmente antropogénicos, como saqueos para su venta ilegal. Debido a esto, se incita a la creación de más Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) que promuevan su manejo sostenible.

Conclusiones

La manera de ver e interpretar el mundo de la población yoreme converge en el *juyya ánnia*; a su vez, considera diversos elementos del universo como tierra, agua, cielo, sol, luna, estrellas, aire, fuego, flora, fauna, entre

otros, que en conjunto dan vitalidad a la comunidad. Sin embargo, las cosmovisiones gestadas desde su ser interior no pueden explicar emociones y/o sentimientos, pero posibilitan a las personas adentrarse en su mundo para descubrir, sentir e imaginar a través de diversas actividades o prácticas de la vida cotidiana como charlas, rituales, fiestas del pueblo, comida, entre otras.

El pueblo Yoreme-Mayo resguarda un sinfín de especies de flora dentro de sus cosmovisiones; muchas de ellas se conocen poco, siendo una tarea pendiente por fortalecer, puesto que para el presente documento se han registrado un aproximado de 150 especies, las cuales forman parte de su vida cotidiana y donde los BTS son los protagonistas al albergar estos recursos de subsistencia.

La riqueza biocultural Yoreme-Mayo debe ser promovida no solo al interior del jardín, sino llevarla a las escuelas y comunidades con el objetivo de incrementar esfuerzos para la divulgación de este conocimiento y, por otra parte, tener otros espacios para la apreciación de la flora y fauna representativa que da identidad y pertenencia a los indígenas. Debido a esta necesidad, se trabaja en la producción de flora nativa, donación de ejemplares a las comunidades y escuelas, así como la actividad de réplica de jardines.

La flora nativa incrementa su valor cultural en la forma de aprovechar las especies, sobre todo aquellas personas sabias y cultas, las cuales rinden culto al *Juyya Ánnia* para la obtención de cierta materia prima del monte, así como su método particular en la preparación, y con base en ello se deben gestionar más áreas para su conservación, sobre todo en comunidades indígenas o centros ceremoniales.

Es importante recalcar la necesidad de establecer sistemas de plantaciones agroforestales que permitan el manejo adecuado de especies maderables como mezquite, palo colorado, mauto, palo Brasil, entre otras, y, a la par, contribuir a la regeneración de los ecosistemas, sobre todo porque la sucesión ecológica es muy lenta, aunado a diversas bondades que proveen dichas especies en el medio natural, como el nodricismo para la sobrevivencia del chiltepín y diversas mamilarias.

Hay mucho camino que recorrer, sobre todo para proveer de empoderamiento a las personas de las comunidades, pero debemos ser cuidadosos para no modificar su forma de pensar y de relacionarse con la naturaleza,

pero sí para promover diversas técnicas que permitan cultivar algunas especies comestibles y, al mismo tiempo, conservar los bosques tropicales secos. Es por ello que algunas instituciones como el Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston de Los Mochis y la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) trabajan en diversos protocolos para la reproducción de algunas especies con potencial en la alimentación y de explotación maderable que permitan integrarlos a sus parcelas con la finalidad de hacer el aprovechamiento sustentable y favorecer a la regeneración de los ecosistemas que han sido deteriorados a través del tiempo.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnologías (CONA-HCYT), por el apoyo brindado para la conformación del Jardín Etnobiológico *Juyya Ánnia* de Sinaloa, Proyecto: RENAJE-2023-11/SIN; al Patronato Sociedad Jardín Botánico de Los Mochis, IAP; comunidades indígenas del norte de Sinaloa, especialmente de los municipios de Ahome, El Fuerte y Choix, quienes con su gente han contribuido a los diálogos de saberes para la aportación de sus conocimientos tradicionales y su forma de ver al mundo, el cual ha favorecido a la estructuración del proyecto; asimismo al equipo multidisciplinario del Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston que ha colaborado en la realización de los diálogos, intervenciones comunitarias, colectas, resguardo e incorporación de las especies de flora, así como a todas las personas que voluntaria e involuntariamente han participado en la creación y la consolidación de este importante proyecto para el estado de Sinaloa.

Referencias bibliográficas

- Castañeda, G., & Márquez, G. (Coords.). (2023). *Memoria del 1.er Simposio sobre la polilla cuatro espejos (Rothschildia cincta cincta)*. INPI. (2017). *Etnografía del pueblo mayo de Sinaloa y Sonora (yoremes)*. Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. Recuperado el 20 de junio de 2023, de <https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-de-los-mayos-de-sonora>

- León-Verdugo, J., & Castañeda, G. (2024). *Juyya yō lütiria täyawa-me Yorem-Maayo joära Sinna Lóbolapo*. Jardín Botánico Benjamin Francis Johnston.
- Vega-Aviña, R., Vega-López, I., & Delgado-Vargas, F. (2021). *Flora nativa y naturalizada de Sinaloa*. Universidad Autónoma de Sinaloa; Colegio de Posgraduados..

Tabla 1. *Especies que conforman el saber enramada Yoreme*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Usos
Chilicote	<i>Erythrina flabelliformis</i> Kearney	Fabaceae	Elaboración de máscaras
Palo santo	<i>Ipomoea arborescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) G. Don	Convolvulaceae	Alusivo a las flores que come el venado
Ayal	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Bignoniaceae	Frutos para elaboración de sonajas
Cacaragua	<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link	Apocynaceae	Tallo para elaboración de máscaras
Torote	<i>Jatropha cordata</i> (Ortega) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Follaje, alimento de larvas de R. cincta cincta
Sangregado	<i>Jatropha cinerea</i> (Ortega) Müll.Arg.	Euphorbiaceae	Follaje, alimento de larvas de R. cincta cincta
Bule	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	Cucurbitaceae	Fruto para elaborar la hueja o tambor de agua
Carrizo	<i>Arundo donax</i> L.	Poaceae	Cubrir techos de enramadas
Bachoco	<i>Opuntia</i> sp Mill.	Cactaceae	Renacimiento de las almas
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	Fabaceae	Madera para artesanías
Jarilla	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae	Cubrir techos de enramadas

Tabla 2. Especies que conforman el saber aromas y sabores del monte

Nombre común	Nombre científico	Familia	Parte comestible
Pitaya	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Cactaceae	Frutos/ pitaya
Pitaya colorada	<i>Stenocereus montanus</i> (Britton & Rose) Buxb.	Cactaceae	Frutos / pitaya
Sina	<i>Stenocereus alamosensis</i> (JM Coult.) AC Gibson & KE Horak	Cactaceae	Frutos / pitaya
Orégano silvestre	<i>Lippia palmeri</i> S.Watson	Verbenaceae	Hojas como condimento
Guayparim	<i>Diospyros sinaloensis</i> S.F. Blake	Ebenaceae	Fruto
Arrayán	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Myrtaceae	Frutos
Agave mexicano	<i>Agave rhodacantha</i> Trel.	Agavaceae	Pencas para mezcal
Biznaga	<i>Ferocactus herrerae</i> J.G. Ortega	Cactaceae	Dulces cristalizados
Chiltepín	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (Dunal) Heiser & Pickersgill	Solanaceae	Fruto como condimento
Nopal	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm.	Cactaceae	Pencas
Aguama	<i>Bromelia pinguin</i> L.	Bromeliaceae	Frutos tatemados
Igualama	<i>Vitex mollis</i> Kunth	Lamiaceae	Frutos
Tomatillos	<i>Lycium</i> sp L.	Solanaceae	Frutos
Ciruela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Frutos
Tempisque	<i>Sideroxylon capiri</i> (A. DC.) Pittier	Sapotaceae	Frutos
Nopal lengua de vaca	<i>Opuntia karwinskiana</i> Salm-Dyck	Cactaceae	Pencas y tunas

Lechuguilla de la sierra	<i>Agave bovicornuta</i> Gentry	Agavaceae	Pencas para mezcal
Maguey	<i>Agave aktites</i> Gentry	Agavaceae	Pencas para mezcal y asado
Saya	<i>Amoreuxia palmatifida</i> DC.	Fabaceae	Bulbo y semillas
Chicamote	<i>Dioscorea remotiflora</i> Kunth	Dioscoreaceae	Bulbo
Talayote	<i>Marsdenia edulis</i> S. Watson	Apocynaceae	Frutos
Flor de la pasión	<i>Passiflora arida</i> (Mast. & Rose) Killip	Passifloraceae	Frutos
Guamúchil	<i>Pithecellobium unguis-cati</i> (L.) Benth.	Fabaceae	Vainas
Nanche	<i>Bunchosia sonorensis</i> Rose	Malpighiaceae	Frutos dulces
Huaje	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Vainas
Cruceta	<i>Acanthocereus tetragonus</i> (L.) Hummelinck	Cactaceae	Costillas y pitayas

Tabla 3. Especies que conforma el saber plantas curativas

Nombre común	Nombre científico	Familia	Usos
Sauce	<i>Salix nigra</i> Marshall 1785	Salicaceae	Hojas para con acción antimicrobiana
Papache	<i>Randia echinocarpa</i> DC. 1830	Rubiaceae	Fruto para tratamientos de diabetes
Vara de cruz	<i>Randia thurberi</i> S. Watson 1889	Rubiaceae	Fruto para tratamiento de diabetes
Mastranzo	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson 1925	Verbenaceae	Hojas para infusiones de dolor estomacal
Orégano de monte	<i>Lippia graveolens</i> Kunth 1818	Verbenaceae	Hojas para infusiones de dolor estomacal
Orégano cimarrón	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem. & Schult. 1819	Boraginaceae	Hojas para infusiones de dolor estomacal
Amole	<i>Agave vilmoriniana</i> A. Berger 1913	Agavaceae	Hojas para cicatrizar heridas
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i> (DC.) Coville 1893	Zygophyllaceae	Tratamiento de hongos
Guayscapul	<i>Ziziphus amole</i> (Sessé & Moc.) M.C. Johnst. 1963	Rhamnaceae	Dolor estomacal y diarrea
Bachata	<i>Ziziphus obtusifolia</i> (Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray 1849	Rhamnaceae	Hojas para tratamientos de cáncer
Wereque	<i>Ibervillea sonora</i> (S. Watson) Greene 1895	Cucurbitaceae	Bulbo para infusiones
Álamo	<i>Populus mexicana dimorpha</i> (Brandeggee) Eckenw. 1977	Salicaceae	Hojas para infusión
Batamote	<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. 1807	Asteraceae	Diarrea y problemas gastrointestinales
Hierba dulce	<i>Aloysia sonorensis</i> Moldenke 1965	Verbenaceae	Hojas para infusión

Copalquin	<i>Hintonia latiflora</i> (DC.) Bullock 1935	Rubiaceae	Corteza para el manejo de diabetes
Muicle	<i>Justicia spicigera</i> Schltdl. 1832	Lamiaceae	Fortalecimiento del sistema inmune
Salvia blanca	<i>Hyptis albida</i> Kunth 1818	Lamiaceae	Hojas para infusión
Tatachinole	<i>Tournefortia hartwegiana</i> Steud. 1841	Boraginaceae	Enfermedades renales
Jjoba	<i>Simmondsia chinensis</i> (Link) C.K. Schneid. 1907	Simmondsiaceae	Semillas para extracción de aceites
Muso	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.) Britton & Rose 1909	Cactaceae	Heridas y úlceras estomacales

Tabla 4. Especies que conforman el saber uso maderable

Nombre común	Nombre científico	Familia	Usos
Palo Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst. 1862	Fabaceae	Horcones y orquetas para ollas de agua
Mauto	<i>Lysiloma divaricatum</i> (Jacq.) J.F. Macbr. 1919	Fabaceae	Puntales de las casas
Ocotillo	<i>Fouquieria macdougalii</i> Nash 1903	Fouquieriaceae	Encendido de fogatas
Mezquite regional	<i>Prosopis velutina</i> Wooton 1898	Fabaceae	Leña y carbón
Mezquite terciopelo	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC. 1825	Fabaceae	Carbón y leña
Palo colorado	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson 1886	Fabaceae	Construcción y cercos
Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i> (Kunth) Benth. 1844	Fabaceae	Cercos y leña
Ébano regional	<i>Caesalpinia sclerocarpa</i> Standl. 1919	Fabaceae	Construcción

Amapa amarilla	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose 2007	Bignoniaceae	Elaboración de muebles
Amapa rosa	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos 1970	Bignoniaceae	Elaboración de muebles
Espinoso amarillo	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose 1928	Fabaceae	Leña
Huizache	<i>Caesalpinia cacalaco</i> Bonpl. 1817	Fabaceae	Leña
Palo barril	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. 1825	Bixaceae	Leña y cercos
Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. 1890	Burseraceae	Cercos vivos
Palo mulato	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl. 1880	Burseraceae	Cercos vivos
Torote prieto	<i>Bursera laxiflora</i> S. Watson 1889	Burseraceae	Encendido de fogatas
Etcho	<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> (Engelm. ex S. Watson) Britton & Rose 1909	Cactaceae	Cercos vivos y leña
Palo chino	<i>Pithecellobium mexicanum</i> Rose 1891	Fabaceae	Leña
Plumerillo de Sonora	<i>Havardia sonorae</i> (S. Watson) Britton & Rose 1928	Fabaceae	Leña
Uña de gato	<i>Vachellia campechiana</i> (Mill.) Seigler & Ebinger 2006	Fabaceae	Leña

Tabla 5. *Especies que conforman el saber formas y colores del monte*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Forma de vida
Palo verde	<i>Parkinsonia florida</i> Benth. ex A. Gray) S. Watson 1876	Fabaceae	Árbol mediano caducifolio
Chaparro prieto	<i>Cordia parvifolia</i> A. DC. 1845	Boraginaceae	Arbusto mediano caducifolio
Amapa blanca	<i>Cordia sonora</i> Rose 1891	Boraginaceae	Árbol mediano caducifolio
Vara blanca	<i>Croton sonora</i> Torr. 1859	Euphorbiaceae	Arbusto mediano caducifolio
Gatuño	<i>Mimosa distachya</i> Cav. 1796	Fabaceae	Arbusto caducifolio
Brea	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Hawkins 1999	Fabaceae	Árbol mediano caducifolio
Palo blanco	<i>Celtis reticulata</i> Torr. 1824	Cannabaceae	Arbusto subcaducifolio
Pata de cabra	<i>Bauhinia pringlei</i> S. Watson 1890	Fabaceae	Árbol mediano caducifolio
Algodón silvestre	<i>Gossypium davidsonii</i> Kellogg 1873	Malvaceae	Arbusto subcaducifolio
Guayacán	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray 1854	Zygophyllaceae	Árbol mediano subperennifolio
Palo piojo	<i>Brongniartia alamosana</i> Rydb. 1923	Fabaceae	Arbusto caducifolio
Palo blanco	<i>Acacia willardiana</i> Rosa 1890	Fabaceae	Árbol mediano caducifolio
Tabachín de monte	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. 1791	Fabaceae	Árbol mediano subperennifolio
Incienso	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray ex Torr. 1848	Asteraceae	Arbusto subcaducifolio
Cacalosúchil	<i>Plumeria rubra</i> L. 1753	Apocynaceae	Árbol mediano caducifolio
Clavellina	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand 1943	Malvaceae	Árbol grande caducifolio

Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L. 1753	Sapindaceae	Árbol mediano caducifolio
Grupo de señoritas	<i>Lantana horrida</i> Kunth 1818	Verbenaceae	Arbusto subperennifolio
Palo nesco	<i>Lonchocarpus hermannii</i> M. Sousa 1992	Fabaceae	Árbol mediano caducifolio
Palo verdeamarillo	<i>Parkinsonia microphylla</i> Torr. 1857	Fabaceae	Árbol mediano subcaducifolio
Confiturilla grande	<i>Lagascea decipiens</i> Hemsl. 1879	Asteraceae	Herbácea subcaducifolia
Aceitillo	<i>Bursera lancifolia</i> (Schltdl.) Engl. 1880	Burseraceae	Árbol mediano caducifolio
Pimmientilla	<i>Adelia brandegeei</i> V.W. Steinm. 2002	Euphorbiaceae	Arbusto caducifolio
Bejuco blanco	<i>Ipomea bracteata</i> Cav. 1799	Convolvulaceae	Enredadera caducifolia
San Miguelito	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn. 1838	Polygonaceae	Enredadera caducifolia
Campanilla	<i>Jacquemontia abutiloides</i> Benth. 1844	Convolvulaceae	Enredadera subperennifolia
Haba de San Ignacio	<i>Hura polyandra</i> Baill. 1858	Euphorbiaceae	Árbol grande caducifolio
Romerillo	<i>Baccharis sarothroides</i> A. Gray 1882	Asteraceae	Arbusto perennifolio
Ahuehuate	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten. 1853	Cupressaceae	Árbol grande perennifolio
Chuparro	<i>Carlowrightia arizonica</i> A. Gray 1878	Acanthaceae	Arbusto chico caducifolio
Pochote	<i>Ceiba acuminata</i> (S. Watson) Rose 1905	Malvaceae	Árbol mediano caducifolio
Romerillo amargo	<i>Xylothamia diffusa</i> (Benth.) G.L. Nesom 1990	Asteraceae	Arbusto mediano perennifolio

Tabla 6. Especies que conforman el saber secretos de desierto

Nombre común	Nombre científico	Familia	Característica
Cardeche de Baja California	<i>Cylindropuntia molesta</i> (Brandeggee) F.M. Knuth 1935	Cactaceae	Endémica de BCS
Alicoche	<i>Echinocereus brandegeei</i> (J.M. Coult.) K. Schum. 1898	Cactaceae	Endémica de BCS
Biznaguita	<i>Cochemiea poselgeri</i> (Hildm.) Britton & Rose 1923	Cactaceae	Endémica de BCS
Copal Colorado	<i>Bursera indisiana</i> (Benth.) Engl. 1883	Burseraceae	Endémica de BC
Lechuguilla	<i>Agave aurea</i> Brandeggee 1889	Agavaceae	Endémica de la península de BC
Biznaga viejita	<i>Mammillaria phitauiana</i> (EMBaxter) Werderm. 1931	Cactaceae	Endémica de BCS
Ciruelo	<i>Cyrtocarpa edulis</i> (Brandeggee) Standl. 1923	Anacardiaceae	Endémica de BCS
Agave del Vizcaino	<i>Agave vizcainoensis</i> Gentry 1978	Agavaceae	Endémico de BC
Pompón rojo	<i>Calliandra californica</i> Benth. 1844	Fabaceae	Rojo en el desierto
Yuca roja	<i>Hesperaloe parviflora</i> (Torr.) J.M. Coult. 1894	Aspargaceae	Flores rojas
P o m p ó n rosa	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth. 1844	Fabaceae	Rosa en el desierto
Agave mexicano	<i>Agave attenuata</i> Salm-Dyck 1834	Agavaceae	Ornamental
Ferocactus de la península	<i>Ferocactus peninsulae</i> (F.A.C. Weber) Britton & Rose 1922	Cactaceae	Ornamental
Copal	<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl. 1880	Burseraceae	Resina aromática

Copal de vi- vero	<i>Bursera microphylla</i> A. Gray 1861	Burseraceae	Resina aromática
A l i c o c h e fresa	<i>Echinocereus engel- mannii</i> (Parry ex En- gel.) Lem. 1868	Cactaceae	Coleccionistas
Garambullo	<i>Myrtillocactus cochal</i> (Orcutt) Britton & Rose 1909	Cactaceae	Comestible
Nopal del litoral	<i>Opuntia littoralis</i> (En- gel.) Cockerell 1905	Cactaceae	Ornato
Nopal del castor (flor rosa)	<i>Opuntia basilaris</i> En- gel. & J.M. Bigelow 1856	Cactaceae	Ornamental
Nopal Santa Rita	<i>Opuntia santarita</i> (Griffiths & Hare) Rose	Cactaceae	Ornamental
Biznaga lla- vina	<i>Mammillaria dioica</i> K. Brandegee 1897	Cactaceae	Coleccionistas
Cardón gi- gante	<i>Pachycereus pringlei</i> (S.Watson) Britton & Rose 1909	Cactaceae	Similitud con el saguaro
Sipehui	<i>Euphorbia californica</i> Benth. 1844	Euphorbiaceae	Euphorbiaceae
Pitaya agria	<i>Stenocereus gummo- sus</i> (Engelm.) ACGib- son & KEHorak 1978	Cactaceae	Ornamental
Agave Tó- bala	<i>Agave potatorum</i> Zucc. 1833	Agavaceae	Ornamental y de co- lección
M a g u e y mezcal	<i>Agave parryi</i> Engelm. 1875	Agavaceae	Ornamental y de co- lección
Liga	<i>Euphorbia xanti</i> En- gel. ex Boiss. 1862	Euphorbiaceae	Flores blancas llama- tivas
Jito	<i>Forchhammeria Wat- sonii</i> Rose 1895	Capparaceae	Planta perene
Viejito	<i>Mammillaria graha- mii</i> Engelm. 1856	Cactaceae	Cactus de colección
Mariola	<i>Solanum hindsianum</i> Benth. 1844	Solanaceae	Medicinal

Huevos de venado	<i>Peniocereus marianus</i> (Gentry) Sánchez-Mej. 1962	Cactaceae	Cactus de colección
Jacamatraca	<i>Peniocereus striatus</i> (Brandeggee) Buxb. 1975	Cactaceae	Cactus de colección
Añil	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. 1768	Fabaceae	Colorante añil
Matacora	<i>Jatropha cuneata</i> Wiggins & Rollins 1943	Euphorbiaceae	Corteza para artesanía Seri
Candelilla	<i>Euphorbia lomelii</i> V.W. Steinm. 2003	Euphorbiaceae	Laxante
Cactus arbusto	<i>Pereskopsis porteri</i> (Brandeggee ex F.A.C. Weber) Britton & Rose 1907	Cactaceae	Cactus con hojas verdaderas
Pitayo viejo	<i>Pilosocereus purpusii</i> (Britton & Rose) Byles & G.D. Rowley 1957	Cactaceae	Cactus barbón
Palo de Adán	<i>Fouquieria diguetii</i> (Tiegh.) I.M. Johnst. 1925	Fouquieriaceae	Arbolado urbano
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i> Engelm. 1848	Fouquieriaceae	Ramificaciones de la base
Saguaro	<i>Carnegiea gigantea</i> (Engelm.) Britton & Rose 1908	Cactaceae	Cactácea imponente del desierto Sonorense
Espino	<i>Mimosa tricephala</i> Schltdl. & Cham. 1830	Fabaceae	Dormilona
Mimbres	<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Dulce 1826	Bignoniaceae	Arbolado urbano
Maguey espadín	<i>Agave striata</i> Zucc. 1833	Aspargaceae	Ornamental y de colección
Biznaga de Bacubirito rojiza	<i>Mammillaria bocensis</i> RT Craig 1945	Cactaceae	Ornamental y de colección

Agave peludo	Agave schidigera Lem. 1861	Agavaceae	Ornamental y de colección
Alicoche ardilla	Echinocereus sciurus (K. Brandegee) Dams 1904	Cactaceae	Colección

Foto. “El cañoncito”. Matorral xerófilo en el pie de monte de la Sierra de Barobampo, Ahome (H. Piña)



**Patrones de diversidad taxonómica de
anfibios en los bosques tropicales secos
de Sinaloa: cambios temporales en la
composición y la colecta científica**

**Taxonomic diversity patterns of
amphibians in the tropical dry forest of
Sinaloa: temporary changes in composition
and scientific collection**

Héctor Alexis Castro-Bastidas¹

José Manuel Serrano²

Juan Manuel Díaz-García³

Leticia Margarita Ochoa-Ochoa⁴

<https://doi.org/10.61728/AE20259044>



¹ Posgrado en Ciencias Aplicadas al Aprovechamiento de los Recursos Naturales, Centro de Estudios “Justo Sierra” (CEJUS), Badiraguato 80600, Sinaloa, México.

² Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Departamento Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México. *Autor de correspondencia: jose.rano@gmail.com.

³ Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Km 1.5 Carretera Tlaxcala-Puebla S/N, La Loma Xicoténcatl, 90070, Tlaxcala, México

⁴ Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, Departamento Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México.

Resumen

La Sierra Madre Occidental (SMO) es una región biogeográfica transicional para la biodiversidad, con un conocimiento disperso sobre la diversidad de anfibios en los bosques tropicales secos de Sinaloa y sus zonas adyacentes más áridas y húmedas. Nuestro propósito es comprender los cambios en la diversidad de anfibios y su asociación con los tipos de vegetación en Sinaloa, extendiendo el análisis a porciones adyacentes de la SMO en Chihuahua y Durango para capturar la dinámica transicional. Utilizamos registros de colectas y observaciones de anfibios disponibles desde el s. XIX hasta la fecha, junto con mapas de Vegetación Potencial y las Series I y VII de Uso de suelo y vegetación de México de INEGI. Calculamos números de Hill como medidas de diversidad y comparamos la composición de especies de anfibios dentro de los distintos tipos de uso de suelo y vegetación en tres periodos temporales asociados a cada mapa. Nuestros resultados destacan que la cobertura de muestreo abarca menos del 35 % del territorio, concentrada en los tipos de vegetación que ocupan mayor extensión en la región. En las últimas dos décadas, la riqueza de anfibios observada ha disminuido, con mayor proporción de área muestreada en selva baja caducifolia y suelos agrícolas. Para verificar si estos cambios composicionales se asocian a disminución de especies en ciertos tipos de vegetación, se requieren monitoreos de anfibios en toda la región.

Introducción

Los bosques tropicales secos se definen por su marcada estacionalidad, con un periodo de sequía anual mayor al de lluvias (Murphy y Lugo, 1986). En México, estos ecosistemas se distribuyen desde la costa del Pacífico en Sinaloa hasta Chiapas, y desde la costa norte del Golfo de México hasta la Península de Yucatán (Rzedowski, 1978). A nivel global,

los bosques tropicales secos se consideran el bioma tropical más amenazado (Hasnat y Hossain, 2020). Estas amenazas incluyen principalmente el cambio de uso de suelo, pastoreo, extracción de madera y el cambio climático, que incrementa tanto sequías como huracanes (Dupin et al., 2018; Holm et al., 2017; Sfair et al., 2018).

En Sinaloa, el límite norte de los bosques tropicales secos se ubica en la vertiente oeste de la Sierra Madre Occidental (SMO), con mayor afinidad boreal que tropical (Miguez et al., 2013; Tejero et al., 2023). La SMO es una de las regiones biogeográficas más relevantes de México, no solo por su extensión como provincia más larga (Bye, 1995), sino por su rol transicional entre las regiones Neártica y Neotropical (Ferguson et al., 2013; Halffter, 2017; Miguez et al., 2013). Esta cadena montañosa alberga una biodiversidad significativa, incluyendo 57 especies de anfibios (Lemos y Smith, 2024), con alta variabilidad en distribución y composición debido a gradientes altitudinales, climáticos y de vegetación (Flores, 1993; Serrano et al. 2014; Swann et al., 2005; Webb, 1984). La influencia orográfica de la SMO regula patrones climáticos, con condiciones húmedas en la vertiente occidental de Sinaloa y áridas en planicies interiores adyacentes de Chihuahua y Durango (Descroix et al., 2004; González et al., 2013). Estas características generan una gran diversidad de ecosistemas (Myster, 2023; Wake, 1987), desde bosques de coníferas y encinos hasta manglares y matorrales en la Planicie Costera (Rzedowski, 1978), pero esta diversidad enfrenta impactos por expansión agrícola, urbanización y cambio climático (González et al., 2013; Heyerdahl y Alvarado, 2003; Novo et al., 2018), transformando el paisaje en décadas recientes.

El cambio de uso de suelo es un motor principal de alteración ambiental global, afectando dimensiones ecológicas y sociales (Foley et al. 2005). La conversión de ecosistemas naturales a agrícolas, urbanos o industriales modifica el paisaje, alterando ciclos de agua, biodiversidad y nutrientes (Brooks et al., 2006; Dai, 2011; Musaouglu et al., 2005). La deforestación reduce el almacenamiento de carbono, contribuyendo al cambio climático (Houghton, 2004; Li et al., 2022) y fragmenta hábitats, aislando poblaciones y reduciendo viabilidad genética (Semper et al., 2021). Estos efectos de largo alcance modifican el equilibrio ecológico

(Hasan et al., 2020; Liu et al., 2013), siendo los anfibios el grupo de vertebrados más susceptible a tales cambios antropogénicos (Cordier et al., 2021; Cushman, 2006).

La clasificación de comunidades vegetales en México inició a mediados del siglo XX (Rochin, 1985; Shreve, 1937) y una síntesis relevante del conjunto de iniciativas a inicios de ese siglo fue propuesta por Jerzy Rzedowski (1978) mediante una integración ecológica. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ha complementado la propuesta de Rzedowski con imágenes satelitales Landsat desde 1970 (INEGI 2021), permitiendo análisis dinámicos de fluctuaciones en uso de suelo y vegetación, aplicables a estudios ecológicos.

A pesar de estudios sobre bosques húmedos (Gual y Mayer, 2014; Cruz et al., 2022) y secos (García, 2006; Luna et al., 2017; Suazo et al., 2018), existe un vacío en el conocimiento sobre la variación de la diversidad de anfibios entre tipos de vegetación a nivel regional en Sinaloa y alrededor de la SMO. En esta área, se ha demostrado un alto recambio de especies entre los ecosistemas de la Planicie Costera de Sinaloa y las elevaciones de la SMO (Serrano et al. 2014), y se resalta la importancia del bosque tropical seco como ecosistema transicional (Bezy et al., 2017). En este estudio analizamos patrones de diversidad taxonómica de anfibios en diferentes usos de suelo y tipos de vegetación en Sinaloa, evaluando cambios temporales e identificando impactos de transformación paisajística en proporciones muestreadas y diversidad, con énfasis particular en los bosques tropicales secos. Este enfoque evidencia vacíos y efectos de transformación sobre comunidades de anfibios, contribuyendo a entender factores de cambio de biodiversidad.

Metodología

Área de estudio

La SMO cubre aproximadamente 289000 km² e incluye partes de Sonora, Chihuahua, Durango, Sinaloa, Zacatecas, Nayarit y Jalisco (Bye 1995). Su altitud varía entre los 300 m s. n. m. en su vertiente oeste,

cercana al Océano Pacífico, hasta más de 3300 m s. n. m. en sus puntos más altos (González et al., 2012). El gradiente latitudinal de la SMO abarca climas secos y templados en el norte hasta climas cálidos en el sur. La vegetación incluye desde bosques tropicales secos hasta bosques de pino-encino (Rzedowski, 1978). El foco principal es Sinaloa, donde dominan bosques tropicales secos, extendiendo a porciones adyacentes de la SMO en Chihuahua y Durango para capturar transiciones biogeográficas relevantes para la diversidad de anfibios en la región (p. ej. Bezy et al., 2017; Gentry 1946; McDiarmid et al., 1976; Webb, 1984).

Objetivos

- 1) Evaluar la completitud de las colectas y muestreos de anfibios en tipos de uso de suelo y vegetación en Sinaloa y porciones adyacentes de la SMO en Chihuahua y Durango; 2) Comparar la diversidad de anfibios actual entre usos de suelo y vegetación en la región; y 3) Comparar la diversidad temporal de anfibios entre tipos de uso de suelo y vegetación.

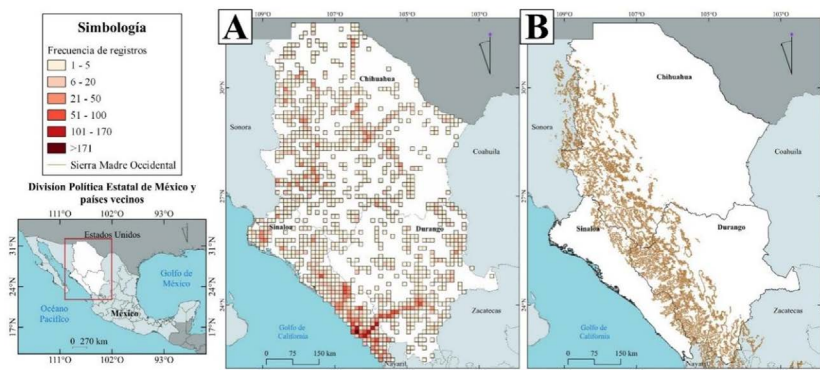
Materiales y métodos

Fuente de datos. Obtuvimos los registros de los anfibios del Sistema Global de Información sobre Biodiversidad (GBIF, por sus siglas en inglés) para los estados de Chihuahua, Durango y Sinaloa (GBIF, 2023abc). Además, incorporamos los registros de la base de datos Herpetofauna Mexicana del Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Universidad Nacional Autónoma de México (MZFC-HE UNAM), que contiene información recopilada de 45 bases de datos y que ha sido curada durante más de 20 años. Los registros fueron depurados para evitar duplicados y actualizamos los términos sistemáticos y sinonimia usando la base de datos de Especies de Anfibios del Mundo (Frost, 2023). Además, separamos en dos categorías los registros de colectas y observaciones de ciencia ciudadana por periodos de años para distinguir la relevancia de cada una de estas fuentes de datos. Generamos un sistema de cuadrículas ($\sim 133 \text{ km}^2$ por celda) para contabilizar los registros de presencia por celdas y analizar patrones de distribución espacial (Figura 1A). Este

tamaño de celda fue utilizado para hacer comparables nuestros análisis con los realizados por Castro y Serrano (2022) con registros de anfibios de ciencia ciudadana en la región.

Delimitación del área de estudio. El territorio de la SMO dentro de los tres estados (Chihuahua, Durango y Sinaloa) estuvo dividido en 3541 celdas. Además, en la base de datos de GBIF, separamos los registros de colectas y observaciones de ciencia ciudadana por periodos de años para distinguir la relevancia de cada una de estas fuentes de registros. Para visualizar el límite de la SMO dentro del área de estudio, proyectamos curvas de nivel del sitio web de INEGI (INEGI, 2023) (Figura 1B). Todas las capas de información fueron procesadas en un Sistema de Información Geográfica utilizando el software QGIS versión 3. 10. 2 (QGIS Development Team, 2020).

Figura 1. A) Frecuencia de registros de anfibios en las bases de datos de GBIF y el MZFC asociados a la principal extensión de la B) Sierra Madre Occidental en el noroeste de México



Análisis de uso de suelo y vegetación. Con el fin de comparar la diversidad de anfibios entre distintos usos de suelo y tipos de vegetación, así como a lo largo de diferentes periodos temporales (ver abajo), utilizamos los mapas de Vegetación Potencial y las Series I y VII de Uso de suelo y Vegetación de México, proporcionados por INEGI (CONABIO 2023). En cada uno de los mapas (Figura 2), contabilizamos la frecuencia de presencia de cada especie (número de celdas con registro) y calculamos la superficie muestreada dentro de cada tipo de vegetación y uso de suelo.

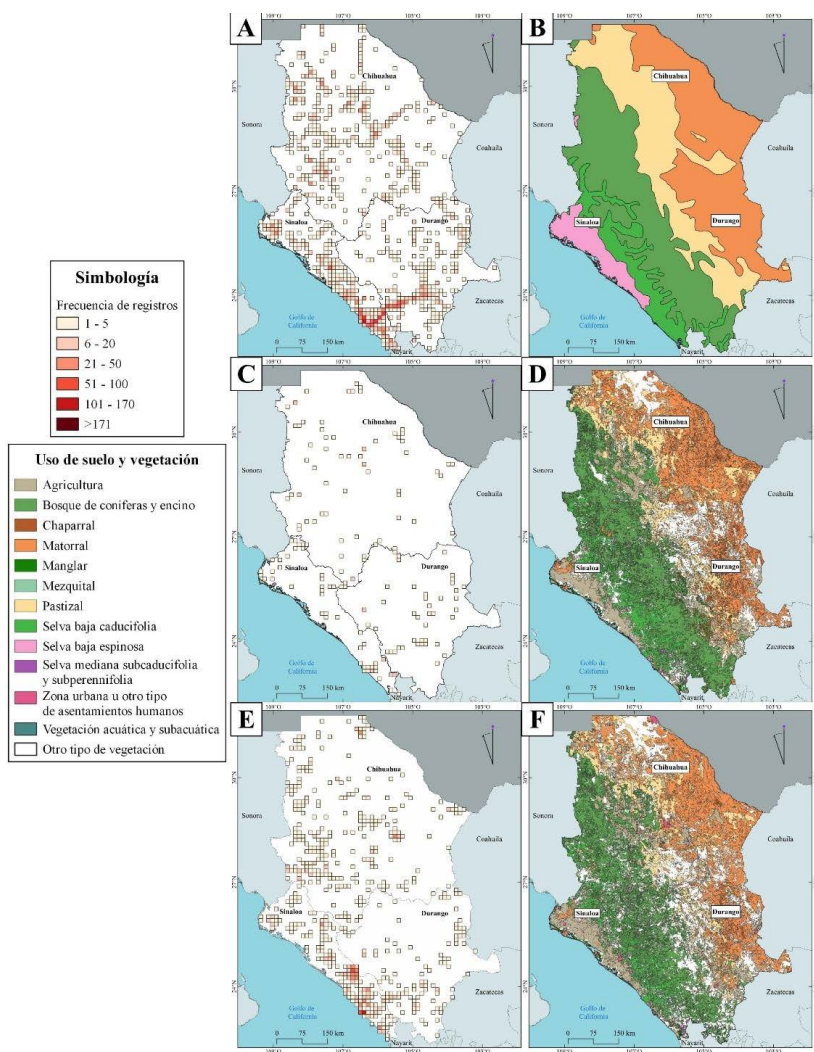
Dado que la nomenclatura de los tipos de vegetación varía entre los mapas utilizados, decidimos emplear la terminología del mapa de Uso de Suelo y Vegetación para unificar los análisis. A cada tipo de vegetación se le asignó su equivalente en el mapa de Vegetación Potencial entre paréntesis: Bosque de coníferas y Quercus (Bosque de coníferas y encinos); Manglar (Vegetación acuática y subacuática); Matorral (Matorral xerófilo); Selva baja caducifolia (Bosque tropical caducifolio); Selva baja espinosa (Bosque espinoso). En el caso de los pastizales, no hubo variación en su nomenclatura. Es importante señalar que el mapa de Vegetación Potencial no incluye equivalentes para mezquital, chaparral y selva mediana subcaducifolia y subperennifolia. Finalmente, las Series I y VII emplean nomenclaturas distintas para usos de suelo como Zona urbana y Asentamientos humanos, que fueron unificadas bajo el término Zonas pobladas.

Los bosques secos y semihúmedos se han clasificado con distintos nombres (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978), pero aquí nos referimos a estas comunidades vegetales como “bosques tropicales secos” para integrar y uniformar la categorización que, alrededor de la SMO, incluye a la selva baja caducifolia, la selva baja espinosa y la selva mediana subcaducifolia y subperennifolia en la clasificación de uso de suelo y vegetación de INEGI.

Segmentación temporal. Uniformar la nomenclatura de Vegetación Potencial y las Series de INEGI I y VII nos permitió establecer y analizar los tres periodos temporales de colectas de anfibios: El primer periodo abarcó los registros anteriores a 1979 (Vegetación potencial), el segundo periodo de 1980 a 1999 (Serie I) y el tercer periodo de 2000 a 2019 (Serie VII). Esta segmentación temporal fue esencial para capturar las variaciones en la diversidad de especies registradas a lo largo del tiempo, ya que utilizar todos los registros de manera agregada habría imposibilitado identificar los cambios en la composición y riqueza de especies en los distintos tipos de vegetación y uso de suelo.

Estimación de diversidad. Para evaluar la eficiencia de los registros en el área de estudio, calculamos la cobertura de la muestra (SC; Chao y Jost 2012), lo que permitió validar las comparaciones de diversidad de especies entre distintos usos de suelo y vegetación en cada periodo.

Figura 2. Frecuencia de registros de anfibios por celdas: A y B) Primer periodo (1818-1979 en el mapa de Vegetación Potencial de Rzedowski, C y D) Segundo periodo (1980-1999) en la Serie I, y E y F) Tercer periodo (2000-2019) en la Serie VII del mapa de Usos de suelo y tipos de vegetación (INEGI). *Las equivalencias en la nomenclatura de la vegetación se explican en el texto principal



Posteriormente, estimamos los números de Hill para cada uso de suelo y vegetación, como medida de diversidad. Estos valores representan tres métricas: q_0 , la riqueza de especies; q_1 , el número efectivo de especies comunes; y q_2 , el número efectivo de especies dominantes (Hsieh et al., 2016). Las comparaciones de los números de Hill se realizaron utilizando intervalos de confianza al 95 % y se limitaron a los usos de suelo y tipos de vegetación con inventarios completos ($SC > 0.90$) en los tres periodos de tiempo.

Similitud en la composición de especies. Adicionalmente, para analizar la composición de las comunidades de anfibios entre los distintos usos de suelo y tipos de vegetación, construimos dendrogramas basados en el índice de similitud de Simpson. Este índice evalúa las diferencias en el recambio de especies, sin considerar directamente las variaciones de riqueza y estima valores de 0 (composición idéntica) a 1 (composición totalmente diferente) (Koleff et al., 2003). Solo se incluyeron en los dendrogramas aquellos tipos de vegetación con coberturas de muestreo satisfactorios ($SC > 0.90$) en los diferentes periodos analizados.

Los análisis estadísticos fueron realizados usando los paquetes iNEXT (Hsieh et al. 2016) y vegan (Oksanen et al., 2016) en el software R Studio 2022.07.2 (R Studio Team, 2020).

Resultados y análisis

Registros de presencia y cobertura de muestreo. En la región de la SMO que abarca los estados de Chihuahua, Durango y Sinaloa, obtuvimos 8530 registros de presencia de anfibios, aunque solo el 34.3 % de las celdas presentaron registros (Tabla 1). Proporcionalmente, los estados con mayor y menor porcentaje de celdas con registros fueron Sinaloa (57.4 %) y Chihuahua (30.1 %), respectivamente (Figura 1A). La región centro-sur de Sinaloa presentó la mayor cantidad de registros de toda el área de estudio (Figura 2E), probablemente debido a que la infraestructura carretera ha promovido el turismo y el acceso de naturalistas desde la década de 1970 en esta región (Castro y Serrano, 2022; Webb, 1984). En contraste, existe un vacío importante de registros en la SMO al suroeste de Chihuahua, oeste de Durango y el noreste de Sinaloa.

Tabla 1. Número de celdas con y sin registros de anfibios en tres estados que rodean la Sierra Madre Occidental

	Chihuahua	Durango	Sinaloa	Total
Registros*	2976	1659	3895	8530
Celdas sin registros	1410 (69.9 %)	695 (68.4 %)	221 (42.6 %)	2326 (65.7 %)
Celdas con registros	606 (30.1 %)	321 (31.6 %)	288 (57.4 %)	1215 (34.3 %)
Total de celdas	2016	1016	519	3541

*En la Figura 3 se muestran los datos de colectas y observaciones de ciencia ciudadana por separado.

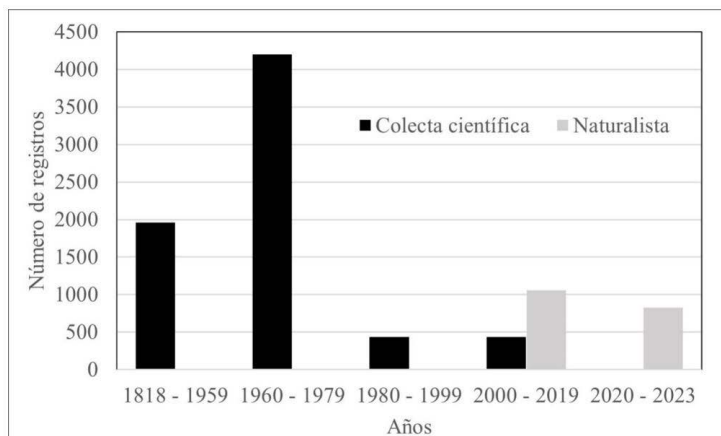
Además de las limitaciones de acceso, la SMO representa un sitio desafiante para el estudio de su biodiversidad, debido a los conflictos sociales dentro de la región (Carpio, 2021; Bye, 1995).

El primer periodo presentó el mayor número de registros provenientes de colectas científicas, abarcando el 47 % de los registros totales desde 1818 hasta 2023. En contraste, en las dos últimas décadas, los registros de ciencia ciudadana superaron los provenientes de colectas científicas (Figura 3). Esta concentración de registros está asociada al gran número de observaciones por el uso de la plataforma de ciencia ciudadana iNaturalistMX (antes Naturalista) (Castro y Serrano, 2022). Recientemente, se ha demostrado que los registros de anfibios provenientes de proyectos de ciencia ciudadana complementan y enriquecen los listados de especies obtenidos a partir de estudios sistematizados de ecología y conservación (Tepos et al., 2022). De acuerdo con la distribución de registros de anfibios en la región, las comunidades de anfibios de los bosques tropicales secos de Sinaloa y Durango han sido históricamente las más estudiadas dentro de la SMO.

Transformación del paisaje y superficie muestreada. La superficie de la mayoría de los tipos de vegetación ha disminuido drásticamente en los últimos años, mientras que los suelos agrícolas y las zonas pobladas han aumentado paulatinamente (Tabla 2). Proporcionalmente, el área muestreada de cada tipo de vegetación ha disminuido entre los tres periodos comparados: del ~35 % en el primer periodo (1818-1979, mapa

de Vegetación Potencial) al ~3 % en el segundo periodo (1980-1999, Serie I) y ~8 % en el tercer periodo (2000-2019, Serie VII, Tabla 2). La drástica disminución en el área muestreada puede estar relacionada con la pérdida de fragmentos de vegetación original, ya que a partir de 1976 y hasta el 2007 se perdieron ~5347 km² de vegetación por año en el país (Rosete et al. 2014). En el contexto regional, la deforestación de los bosques tropicales secos de Sinaloa ha sido significativa, con una reducción de hasta el 50 % de su distribución potencial en décadas recientes (Bonilla y Aide, 2020; SEMARNAT, 2018).

Figura 3. Registros de anfibios por colecta científica y observaciones de ciencia ciudadana en iNaturalistMX alrededor de la Sierra Madre Occidental



Asimismo, la pérdida de hábitat es la principal causa de la disminución de los anfibios a nivel global, con un decremento del 89 % de sus poblaciones en Latinoamérica desde 1970, siendo la transformación del paisaje a cultivos agrícolas la amenaza más grave (WWF, 2024). En concordancia, la mayor parte de los registros de presencia de anfibios en suelos transformados, como cultivos agrícolas, pueden considerarse un artefacto de la temporalidad con la que aglutinamos los registros de presencia. Estos registros pueden corresponder a tipos de vegetación nativa que han sido reemplazados desde la década de 1960 en la región (Hardy y McDiarmid, 1969; SEMARNAT, 2018).

Los patrones de diversidad en suelos antropizados (zonas pobladas) y vegetación con pocas condiciones óptimas (matorrales y pastizales) se relacionan con factores intrínsecos y extrínsecos. Por ejemplo, el incremento de la urbanización aumenta y la probabilidad de registros (Hamer y McDonnell, 2008), junto con plataformas como iNaturalistMX. En contraste, el matorral presenta condiciones áridas poco favorables para la diversidad de anfibios, aunque algunas especies toleran sequías (Shoemaker, 1988). Futuros estudios deberían analizar la tolerancia a perturbación, ya que en áreas urbanizadas o áridas predominan especies generalistas (Pyron, 2018).

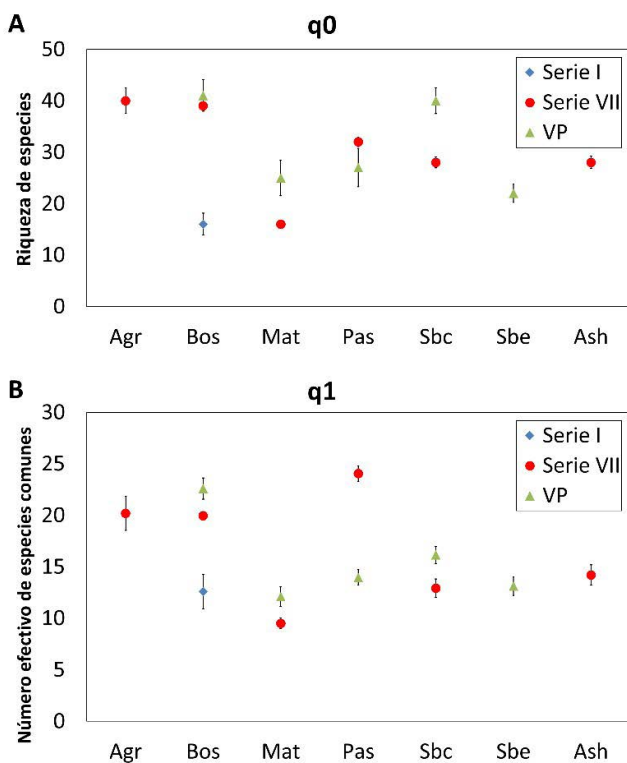
Cobertura de muestreo. Los tipos de vegetación de mayor extensión presentaron una cobertura de muestreo satisfactoria ($SC > 0.90$), excepto en el segundo periodo, donde solo el bosque de coníferas y *Quercus* tuvo un muestreo satisfactorio (Tabla 2). En el primer período, la vegetación acuática y subacuática mostró una baja cobertura de muestreo ($SC < 0.90$), mientras que, en el tercer periodo, el manglar y los bosques tropicales secos (selva baja espinosa y la selva mediana subcaducifolia y subperennifolia) también tuvieron bajas coberturas. Ecosistemas como chaparral y mezquital no presentaron registros de anfibios en el tercer período, al igual que el manglar y la selva mediana en el segundo período (Tabla 2). Probablemente, los tipos de vegetación árida de la SMO (mezquital y chaparral) presentaron inventarios incompletos porque el muestreo de anfibios en estos ecosistemas está limitado a la ocurrencia de lluvias esporádicas (Hernández et al., 2023), recurso indispensable para aquellas especies de anfibios dependientes de cuerpos de agua temporales y permanentes (Wells, 2007). En tanto que la estructura de los manglares y la selva mediana son probablemente hábitats que, por su estructura y ubicación, han sido inaccesibles o submuestreados hasta ahora en la región.

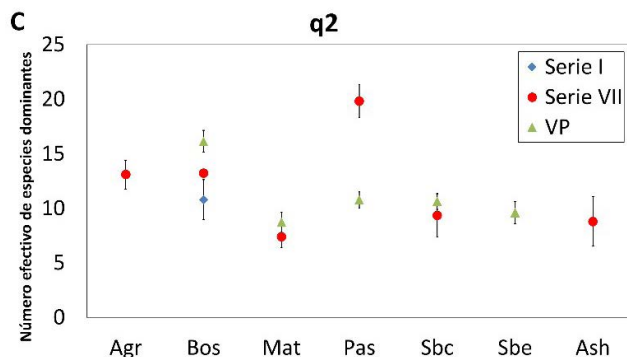
Tabla 2. Frecuencia total de registros de anfibios (U), cobertura de muestreo (SC), área estimada y porcentaje de área muestreada de cada tipo de uso de suelo y vegetación antes de 1979 (mapa de Vegetación Potencial), 1980-1999 (Serie I), y 2000-2019 (Serie VII). *Las equivalencias en la nomenclatura de la Vegetación potencial con los tipos de Uso de suelo y vegetación de INEGI se explican en el texto principal. Agr = suelo agrícola, Ash = Asentamientos humanos; Bos = Bosque de coníferas y Quercus; Cha = Chaparral; Man = Manglar; Mat = Matorral; Mez = Mezquital; Pas = Pastizales; Sbc = Selva baja caducifolia; Sbe = Selva baja espinosa; Sms = Selva mediana subcaducifolia y subperenifolia; Vas = Vegetación acuática y subacuática; Zur = Zona urbana

Vegetación Potencial	U	SC	km ²	% Área	Serie I	U	SC	km ²	% Área	Serie VII	U	SC	km ²	% Área
-	-	-	-	-	Agr	32	0.816	41796.32	4.36	Agr	608	0.993	53977.98	8.80
Bos	1607	0.998	128914.15	21.67	Bos	88	0.978	116731.63	2.02	Bos	285	0.969	96897.89	7.97
Sbe	643	0.998	22595.98	46.83	Sbe	1	1	811.57	0.46	Sbe	3	1	316.62	1.35
Sbc	1471	0.998	39667.08	31.66	Sbc	32	0.816	23743.88	3.26	Sbc	483	0.983	21199.41	16.48
Mat	462	0.987	127295.28	14.26	Mat	35	0.865	102516	0.63	Mat	99	0.950	90689.49	3.15
Pas	1001	0.995	106088.57	22.72	Pas	55	0.788	66238.62	1.57	Pas	163	0.951	58190.81	3.14
Vas	12	0.788	202.31	74.13	Man	0	0	817.05	0	Man	4	0.182	857.08	0.78
-	-	-	-	-	Zur	3	0.333	157.66	19.57	Ash	236	0.972	2594.52	40.46
-	-	-	-	-	Sms	0	0	808.33	0	Sms	6	0.583	756.47	5.37
-	-	-	-	-	Mez	2	1	1584.3	0.73	Mez	0	0	443.61	0
-	-	-	-	-	Cha	4	1	3709.16	1.25	Cha	0	0	642.05	0

Diversidad taxonómica y pérdida de especies. La riqueza de especies (q_0) de anfibios alrededor de la SMO disminuyó de 1970 al 2019, siendo más notable en el matorral y la selva baja caducifolia. Sin embargo, se detectó un aumento de la riqueza en zonas pobladas (Figura 4A), probablemente debido al incremento de la urbanización. Esto también se ve reflejado en la diversidad de especies comunes (q_1) y especies dominantes (q_2) que han disminuido drásticamente en todos los tipos de uso de suelo y vegetación, excepto en el pastizal (Figura 4B y C). En los pastizales, las comunidades de anfibios pueden ser menos equitativas debido a que pocas especies se ven favorecidas por las condiciones ambientales que generan los espacios abiertos y con una estructura de la vegetación simplificada (Pyron 2018). La diversidad de anfibios en paisajes transformados (con suelo agrícola y zonas pobladas) presentó valores de riqueza, rareza y dominancia más altos que la vegetación de matorral; sin embargo, la cobertura de muestreo en paisajes transformados solo es satisfactoria en la Serie VII, lo que puede indicar que algunos anfibios en la región son resistentes a las modificaciones ambientales (Pyron 2018). Finalmente, es posible que el matorral muestre bajos valores de q_0 , q_1 y q_2 en todos los periodos comparados debido a que se ubica principalmente en los desiertos de Chihuahua y Sonora, donde las condiciones áridas son poco favorables para los anfibios (Hernández et al. 2023).

Figura 4. Diversidad de anfibios alrededor de la Sierra Madre Occidental examinado como A) riqueza de especies (q_0), B) número efectivo de especies comunes (q_1) y C) dominantes (q_2), en el primer periodo antes de 1979 en el mapa de Vegetación Potencial, y segundo periodo de 1980 a 1999 en la Serie I y tercer periodo de 2000 a 2019 en la Serie VII del mapa de tipos de Uso de suelo y vegetación. *Las equivalencias en la nomenclatura de la vegetación se explican en el texto principal. Abreviaturas: VP = Vegetación Potencial, Agr = suelo agrícola, Ash = asentamientos humanos, Bos = Bosque de coníferas y Quercus, Mat = Matorral, Pas = Pastizales, Sbc = selva baja caducifolia, Sbe = selva baja espinosa





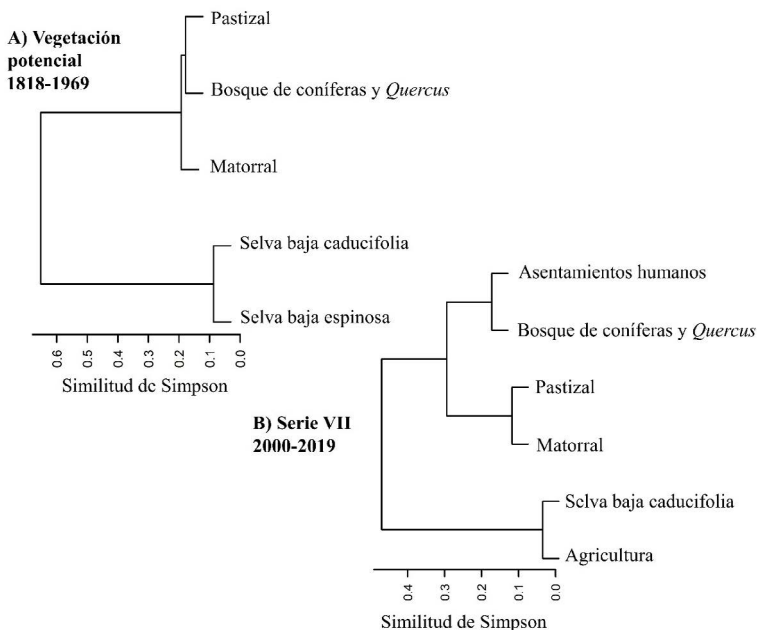
El bosque de coníferas y *Quercus* y la selva baja caducifolia destacaron como los tipos de vegetación con mayor riqueza. En ambos tipos de vegetación, las especies comunes (q1) han disminuido entre el primer y tercer periodo, mientras que las especies dominantes disminuyeron en los bosques de coníferas y *Quercus*, pero en la selva baja caducifolia esta disminución no es significativa. Aunque la selva baja espinosa no es de los tipos de vegetación con mayor riqueza en el primer periodo, su superficie ha prácticamente desaparecido en la región, pues en el tercer periodo solo subsiste el 1.4 % de su superficie (Tabla 2). Esta podría ser la causa de que la cobertura de muestreo no sea satisfactoria y su diversidad de anfibios haya prácticamente desaparecido. En tanto que la selva baja caducifolia se mantiene el 53.4 % de la superficie respecto al primer periodo (Tabla 2). En conjunto, los bosques tropicales secos (selva baja caducifolia y la selva baja espinosa) son los tipos de vegetación con mayor pérdida de superficie y, a la vez, alta diversidad de anfibios en la región (Figura 4), resaltando el efecto de la pérdida de hábitat sobre comunidades de anfibios de afinidad forestal (Cushman, 2006; Vasconcelos y Doro, 2016; Zabala-Forero et al., 2021). De la misma manera, la eliminación de la estructura vegetal en bosques templados reduce presas, refugios y modifica el microclima (Díaz-García et al., 2017; Guariguata y Ostertag, 2001), poniendo en peligro especies forestales (Díaz-García et al., 2017).

Cambios en la composición de especies. Los dendrogramas construidos a partir del Índice de similitud de Simpson (Figura 5) revelaron cambios en la composición de especies de anfibios entre el primer y tercer periodo

(1818-1979 y 2000-2019, respectivamente). En el primer periodo, los tipos de vegetación y usos de suelo se agruparon en dos clústeres principales (Figura 5A). El primer clúster incluyó a los bosques tropicales secos (selva baja caducifolia y selva baja espinosa), que mostraron una alta similitud en la composición de especies. El segundo clúster agrupó al pastizal, matorral y bosque de coníferas y *Quercus*, que también compartieron una composición relativamente homogénea.

En el tercer período, los grupos mostraron una reorganización (Figura 5B). Los bosques tropicales secos (selva baja caducifolia y selva baja espinosa) se agruparon nuevamente, pero ahora también incluyeron al suelo agrícola. Por otro lado, el pastizal, matorral, bosque de coníferas y *Quercus* y las zonas pobladas formaron un nuevo clúster, indicando que las comunidades de anfibios en estas áreas ahora comparten mayor similitud en su composición.

Figura 5. Dendrograma que representa similitud a partir del Índice de Simpson basado en la presencia de anfibios en los distintos usos de suelo y tipos de vegetación correspondientes a A) el primer periodo (Vegetación Potencial) y B) el tercer periodo (Serie VII). *Las equivalencias en la nomenclatura de la vegetación se explican en el texto principal



Es notorio que la transformación del paisaje ha conducido a que las zonas pobladas de Durango y Chihuahua y el suelo agrícola de las planicies de Sinaloa estén asociados a la resiliencia de ciertas especies de anfibios. Sin embargo, algunos autores han sugerido que gran parte del territorio del noroeste ya estaba dominado por suelo de uso agrícola desde antes de la clasificación de las comunidades vegetales en México (Rochin 1985, Shreve. 1937). Por otra parte, es posible que el suelo de uso agrícola tenga parches de vegetación natural que conserven un porcentaje importante de fauna nativa de anfibios, específicamente de aquellas especies de hábitos generalistas (Bezy et al.. 2017; Colín y Pineda. 2023). La similitud de la selva baja caducifolia con el suelo de uso agrícola sugiere que recientemente este tipo de bosque tropical seco está siendo reemplazado por la agricultura intensiva en la Planicie Costera de Sinaloa (Bonilla y Aide. 2020), y que parte de la comunidad de anfibios podría persistir a esta modificación.

Conclusiones

Resaltamos que en la zona analizada más del 65 % del territorio no tiene registros para anfibios, lo que indica la necesidad de muestrear sitios alejados de los centros urbanos, priorizando Sinaloa y sus bosques tropicales secos. A partir de las celdas con registros obtuvimos distintos patrones de diversidad de anfibios que mostraron una variación de las comunidades entre los tipos de uso de suelo y vegetación, y a lo largo de diferentes períodos de tiempo en la SMO. Estos patrones de diversidad estuvieron relacionados con la variabilidad en los esfuerzos de colecta y muestreo en la región y con la pérdida de cobertura vegetal y la ganancia de la antropización de los ambientes. Si bien las actividades humanas como la urbanización y la agricultura han tenido un impacto relevante en el paisaje y pueden estar contribuyendo a la disminución poblacional de anfibios en Sinaloa y la SMO, se necesitan esfuerzos continuos de monitoreo para detectar las especies que han sido favorecidas por la perturbación y, sobre todo, aquellas que han desaparecido y requieren esfuerzos de conservación. Existen áreas poco exploradas como la selva mediana y algunos tipos de vegetación como chaparral y mezquital,

además de la zona de manglar en la costa. Lamentablemente, la selva baja espinosa es el tipo de bosque tropical seco que más superficie y diversidad de anfibios ha perdido; aparentemente, es la vegetación que ha sido mayormente reemplazada por suelo agrícola en Sinaloa. Por lo que se sugiere incrementar los esfuerzos de muestreo en este tipo de ecosistemas, con la finalidad de tener un mayor entendimiento de los patrones actuales de diversidad de anfibios alrededor de la SMO, priorizando Sinaloa como región transicional clave. Nuestro estudio está limitado por la temporalidad espacial de los registros y mapas; no obstante, aportamos información importante para comprender mejor los factores que impulsan los cambios en las poblaciones de anfibios más allá de los límites políticos divisionales de Sinaloa.

Agradecimientos

Agradecemos al Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” de la Universidad Nacional Autónoma de México por compartir los registros de anfibios de su base de datos. HACB: Dedico los esfuerzos de este capítulo de investigación a mi abuela Juana Martínez Ávila† por en vida, apoyarme y motivarme siempre.

Bibliografía

- Bezy, R. L., Rosen, P. C., van Devender, T. R., & Enderson, E. F. (2017). Southern distributional limits of the Sonoran Desert herpetofauna along the mainland coast of northwestern Mexico. *Mesoamerican Herpetology*, 4(1), 138–167.
- Bonilla, M. M., & Aide, T. M. (2020). Beyond deforestation: Land cover transitions in Mexico. *Agricultural Systems*, 178, 102734. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102734>
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., da Fonseca, G. A. B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., et al. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313, 58–61. <https://doi.org/10.1126/science.1127609>
- Bye, R. (1995). Prominence of the Sierra Madre Occidental in the biological diversity of Mexico. En L. H. DeBano, P. H. Ffolliott, R.

- A. Ortega, G. J. Gottfried, R. H. Hamre, & C. B. Edminster (Eds.), *Biodiversity and management of the Madrean Archipelago: The sky islands of southwestern United States and northwestern Mexico* (pp. 19–27). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Carpio, D. J. L. (2021). Crimen organizado (narcotráfico) y conservación ambiental: El tema pendiente de la seguridad pública en México. *CS*, 33, 237–274. <https://doi.org/10.18046/recs.i33.4076>
- Castro, B. H. A., & Serrano, S. J. M. (2022). La plataforma Naturalista como herramienta de ciencia ciudadana para documentar la diversidad de anfibios en el estado de Sinaloa, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 5(1), 156–178. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2022.1.372>
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533–2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Colín, M. J., & Pineda, L. R. (2023). Herpetofauna en un paisaje rural de la Sierra Madre Oriental, San Luis Potosí, México. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 6(2), 136–149. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2023.2.387>
- CONABIO. (2023). *Sistema de información geográfica*. Recuperado el 10 de abril de 2023, de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Cordier, J. M., Aguilar, R., Lescano, J. N., Leynaud, G. C., Bonino, A., Miloch, D., et al. (2021). A global assessment of amphibian and reptile responses to land-use changes. *Biological Conservation*, 253, 108863. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108863>
- Cruz, E. R., Ochoa, O. L. M., & Flores, V. O. A. (2022). La importancia de los endemismos de vertebrados en el bosque mesófilo de montaña en México: Una notable diversidad en un ambiente altamente amenazado. *Cuadernos de Biodiversidad*, 63, 30–39. <https://doi.org/10.14198/cdbio.20790>
- Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological Conservation*, 128(2), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.031>

- Dai, A. (2011). Drought under global warming: A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(1), 45–65. <https://doi.org/10.1002/wcc.81>
- Descroix, L., González, B. J. L., & Estrada, Á. J. (2004). *La Sierra Madre Occidental, una fuente de agua amenazada*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Institut de Recherche pour le Développement.
- Díaz, G. J. M., Pineda, E., López, B. F., & Moreno, C. E. (2017). Amphibian species and functional diversity as indicators of restoration success in tropical montane forest. *Biodiversity and Conservation*, 26, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1372-2>
- Díaz, G. J. M., López, B. F., Pineda, E., Toledo, A. T., & Andresen, E. (2020). Comparing the success of active and passive restoration in a tropical cloud forest landscape: A multi-taxa fauna approach. *PLoS ONE*, 15(11), e0242020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242020>
- Dupin, M. G. V., Espírito-Santo, M. M., Leite, M. E., Silva, J. O., Rocha, A. M., Barbosa, R. S., et al. (2018). Land use policies and deforestation in Brazilian tropical dry forests between 2000 and 2015. *Environmental Research Letters*, 13(3), 035008. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaadea>
- Ferguson, G. M., Flesch, A. D., & Van Devender, T. R. (2013). Biogeography and diversity of pines in the Madrean Archipelago. En G. J. Gottfried, P. F. Ffolliott, B. S. Gebow, G. Eskew, & L. C. Collins (Eds.), *Merging science and management in a rapidly changing world: Biodiversity and management of the Madrean Archipelago III* (pp. 197–203). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Flores, V. O. A. (1993). Herpetofauna of Mexico: Distribution and endemism. En T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, & J. Fa (Eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distributions* (pp. 253–280). Oxford University Press.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., et al. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Frost, D. R. (2023). *Amphibian species of the world*. American Museum of Natural History. Recuperado el 8 de abril de 2023, de <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>

- García, A. (2006). Using ecological niche modeling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation*, 130(1), 25–46. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.11.030>
- GBIF. (2023a). *GBIF occurrence download*. <https://doi.org/10.15468/dl.xsn9qf>
- GBIF. (2023b). *GBIF occurrence download*. <https://doi.org/10.15468/dl.b38r7h>
- GBIF. (2023c). *GBIF occurrence download*. <https://doi.org/10.15468/dl.mdck2d>
- Gentry, H. S. (1946). Notes on the vegetation of Sierra Surotato in northern Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 73, 451–462.
- González, E. M. S., González, E. M., Tena, F. J. A., Ruacho, G. L., & López, H. I. L. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una síntesis. *Acta Botánica Mexicana*, 100, 351–403.
- González, E. M. S., González, E. M., Ruacho, G. L., López, H. I. L., & Tena, F. J. A. (2013). Ecosystems and diversity of the Sierra Madre Occidental. En G. J. Gottfried, P. F. Ffolliott, B. S. Gebow, G. Eskew, & L. C. Collins (Eds.), *Merging science and management in a rapidly changing world: Biodiversity and management of the Madrean Archipelago III* (pp. 204–211). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Gual, D. M., & Mayer, G. I. G. (2014). Anfibios en el bosque mesófilo de montaña en México. En D. M. Gual & G. I. G. Mayer (Eds.), *Bosques mesófilos de montaña de México: Diversidad, ecología y manejo* (pp. 249–262). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Guariguata, M. R., & Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: Changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148, 185–206. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00535-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00535-1)
- Halfpter, G. (2017). La zona de transición mexicana y la megadiversidad de México: Del marco histórico a la riqueza actual. *Dugesiana*, 24, 77–89. <https://doi.org/10.32870/dugesiana.v24i2.657>

- Hamer, A. J., & McDonnell, M. J. (2008). Amphibian ecology and conservation in the urbanizing world: A review. *Biological Conservation*, 141, 2432–2449. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.020>
- Hardy, L. M., & McDiarmid, R. W. (1969). The amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico. *University of Kansas Publications*, 18(3), 39–252. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.19990>
- Hasan, S. S., Zhen, L., Miah, M. G., Ahamed, T., & Samie, A. (2020). Impact of land use change on ecosystem services: A review. *Environmental Development*, 34, 100527. <https://doi.org/10.1016/j.env-dev.2020.100527>
- Hasnat, G. N. T., & Hossain, M. K. (2020). Global overview of tropical dry forests. En R. Bhadouria, S. Tripathi, P. Srivastava, & P. Singh (Eds.), *Handbook of research on the conservation and restoration of tropical dry forests* (pp. 1–23). IGI Global.
- Hernández, S. U., Cruz, E. R., Ramírez, B. A., Wilson, L. D., Berriozabal, I. C., Johnson, J. D., et al. (2023). Taxonomic and functional diversity of the amphibian and reptile communities of the state of Durango, Mexico. *Community Ecology*, 24, 229–242. <https://doi.org/10.1007/s42974-023-00145-7>
- Heyerdahl, E. K., & Alvarado, E. (2003). Influence of climate and land use on historical surface fires in pine-oak forests, Sierra Madre Occidental, Mexico. En T. T. Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro, & T. W. Swetnam (Eds.), *Fire and climatic change in temperate ecosystems of the Western Americas* (pp. 196–217). Springer.
- Holm, J. A., van Bloem, S. J., Larocque, G. R., & Shugart, H. H. (2017). Shifts in biomass and productivity for a subtropical dry forest in response to simulated elevated hurricane disturbances. *Environmental Research Letters*, 12(12), 025007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa583c>
- Houghton, R. A. (2003). Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850–2000. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 55(2), 378–390. <https://doi.org/10.3402/tellusb.v55i2.16764>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451–1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12613>

- INEGI. (2021). *Guías para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 200 pp.
- INEGI. (2023). Elevaciones de México. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
- Koleff, P., Gaston, K. J., & Lennon, J. J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 367–382. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x>
- Lemos, E. J. A., & Smith, G. (2024). The distribution, diversity and conservation of the Mexican herpetofauna among its biogeographic provinces. *Journal for Nature Conservation*, 82, 126714. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2024.126714>
- Li, Y., Brando, P. M., Morton, D. C., Lawrence, D. M., Yang, H., & Randerson, J. T. (2022). Deforestation-induced climate change reduces carbon storage in remaining tropical forests. *Nature Communications*, 13, 1964. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29601-0>
- Liu, J. Q., Hull, V., Batistella, M., DeFries, R., Dietz, T., Fu, F., et al. (2013). Framing sustainability in a telecoupled world. *Ecology and Society*, 18(2), 26. <https://doi.org/10.5751/ES-05873-180226>
- Luna, G. M. I., García, A., & Santos, B. G. (2017). Spatial and temporal distribution and microhabitat use of aquatic breeding amphibians (Anura) in a seasonally dry tropical forest in Chamela, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 1082–1094. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i3.29440>
- McDiarmid, R. W., Copp, J. F., & Breedlove, D. E. (1976). Notes on the herpetofauna of western Mexico: New records from Sinaloa and the Tres Mariás Islands. *Natural History Museum of Los Angeles County, Contributions in Science*, 275, 1–17.
- Miguez, G. A., Castillo, J., Márquez, J., & Goyenechea, I. (2013). Biogeografía de la Zona de Transición Mexicana con base en un análisis de árboles reconciliados. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 215–224. <https://doi.org/10.7550/rmb.32119>
- Miranda, F., & Hernández X., E. (1963). The types of vegetation of Mexico and their classification. *Botanical Sciences*, 28, 29–179. <https://doi.org/10.17129/botsci.108>
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67–88.

- Musaoglu, N., Tanik, A., & Kocabas, V. (2005). Identification of land-cover changes through image processing and associated impacts on water reservoir conditions. *Environmental Management*, 35(2), 220–230. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0270-4>
- Myster, R. W. (2023). *Neotropical gradients and their analysis*. Springer Nature. 468 pp.
- Novo, F. A., Franks, S., Wehenkel, C., López, S. P. M., Molinier, M., & López, S. C. A. (2018). Landsat time series analysis for temperate forest cover change detection in the Sierra Madre Occidental, Durango, Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 73, 230–244. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.06.015>
- Oksanen, J., Guillaume, B. F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., et al. (2016). *Vegan: Community Ecology Package*. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>
- Pyron, R. A. (2018). Global amphibian declines have winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(15), 3739–3741. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803477115>
- QGIS Development Team. (2020). *QGIS*. <https://qgis.org>
- Rochin, R. I. (1985). Mexico's agriculture in crisis: A study of its northern states. *Mexican Studies/Estudios Mexicanos*, 1, 255–275.
- Rosete, V. F. A., Pérez, D. J. L., Villalobos, D. M., Navarro, S. E. N., Salinas, C. E., & Remond, N. R. (2014). El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques*, 20(1), 21–35.
- R Studio Team. (2020). *RStudio*. <http://www.rstudio.com/>
- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Limusa. 432 pp.
- SEMARNAT. (2018). *Informe de medio ambiente*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>
- Semper, P. A., Burton, C., Baumann, M., Decarre, J., Gavier, P. G., Gómez, V. B., et al. (2021). How do habitat amount and habitat fragmentation drive time-delayed responses of biodiversity to land-use change? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288, e20202466. <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2466>
- Serrano, J. M., Berlanga, R. C. A., y Ruiz, L. A. (2014). High amphibian diversity related to unexpected environmental values in a biogeo-

- graphic transitional area in north-western Mexico. *Contributions to Zoology*, 83(2): 151-166. DOI: 10.1163/18759866-08302005
- Shoemaker, V. H. (1988). Physiological ecology of amphibians in arid environments. *Journal of Arid Environments*, 14(2), 145–153. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(18\)31084-X](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(18)31084-X)
- Shreve, F. (1937). Lowland vegetation of Sinaloa. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 64, 605–613.
- Sfair, J. C., Bello, F. d., de França, T. Q., Baldauf, C., & Tabarelli, M. (2018). Chronic human disturbance affects plant trait distribution in a seasonally dry tropical forest. *Environmental Research Letters*, 13(2), 025005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9f5e>
- Suazo, O. I., Benítez, M. J., Marroquín, P. J., Soto, Y., Siliceo, H., & Alvarado, D. J. (2018). Resilience and vulnerability of herpetofaunal functional groups to natural and human disturbances in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 426, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.041>
- Swann, D. E., Mau, C. T. M., & Stitt, E. W. (2005). In search of the Madrean Line: Biogeography of the herpetofauna in the Sky Island Region. En G. J. Gottfried, B. S. Gebow, L. G. Eskew, & C. B. Edminster (Eds.), *Connecting mountain islands and desert seas: Biogeography and management of the Madrean Archipelago II* (pp. 149–153). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Tucson, AZ, USA.
- Tejero, D. J. D., Contreras, M. R., Torres, D. A. N., González, E. M. S., Sánchez, G. A., & Luna, V. I. (2023). Diversity of the Pteridoflora of Montane Northwestern Mexico. *Diversity*, 15(3), 324. <https://doi.org/10.3390/d15030324>
- Tepos, R. M., Peralta, R. C. A., García, R. O. R., Salinas, O. A. K., Hernández, R. Á., Cervantes, J. R., et al. (2022). Confirmación y nuevos registros de herpetofauna para Querétaro, México a través de un portal de ciencia ciudadana. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 5(1), 142–150. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2022.1.350>
- Vasconcelos, T. S., & Doro, J. L. P. (2016). Assessing how habitat loss restricts the geographic range of Neotropical anurans. *Ecological Research*, 31, 913–921. <https://doi.org/10.1007/s11284-016-1401-8>

- Wake, D. B. (1987). Adaptive radiation of salamanders in Middle American cloud forests. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2), 242–264.
- Webb, R. G. (1984). Herpetogeography in the Mazatlan-Durango region of the Sierra Madre Occidental, Mexico. En R. A. Seigel, L. E. Hunt, J. L. Knight, L. Malaret, & N. L. Zuschlag (Eds.), *Vertebrate Ecology and Systematics* (pp. 217–241). University of Kansas, Special Publication, Lawrence, Kansas.
- Wells, K. D. (2007). *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press.
- WWF. (2024). https://wwf.panda.org/wwf_news/?12179466/LPR-2024. Consultado en octubre, 2024.
- Zabala, F. F., & Urbina, C. N. (2021). Respuestas de la diversidad taxonómica y funcional a la transformación del paisaje: Relación de los ensamblajes de anfibios con cambios en el uso y cobertura del suelo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, e923443. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3443>

Foto. *Cylindropuntia* sp. (choya) y *Stenocereus thurberi* (pitaya) en el mayorral xerófilo del Jitzamuri, Ahome (H. Piña)



Bosques secos y semihúmedos de Sinaloa.
Se terminó de editar en diciembre de 2025
en los talleres de Astra Ediciones
Av. Acueducto No. 829
Colonia Santa Margarita, C. P. 45140
Zapopan, Jalisco, México.
33 38 34 82 36
E-mail: edicion@astraeditorial.com.mx
www.astraeditorialshop.com



La investigación biológica realizada en Sinaloa se ha ido acrecentando en los últimos años, resarcando así el rezago científico existente comparativamente con otras entidades del país. Esto se relaciona con una mayor formación de investigadores en distintas instituciones académicas y científicas, y con la incentivación de su actividad a través de sistemas de investigación-acción, financiamiento de proyectos y programas institucionales. Una parte del conocimiento científico generado por investigadores y estudiosos de la biodiversidad de Sinaloa se concentra en el presente libro denominado “Bosques secos y semihúmedos de Sinaloa” editado por la Universidad Autónoma Indígena de México.

Esta obra constituye un ejercicio de vinculación interinstitucional y convergencia, que incluye investigaciones inéditas en comunidades vegetales con diversos enfoques, sean históricos, florísticos, ecológicos o etnobotánicos, así como propuestas de manejo y conservación. No dudamos que los aportes de estos trabajos, servirán como base para la docencia, futuras investigaciones, concientización social y comunitaria, e incluso para la toma de decisiones.

ISBN:979-13-88142-33-8



9 791388 142338



Consulta y descarga

