

Campus universitarios como unidades de restauración ecológica: el caso de la Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México

Mario Ernesto Suárez-Mota^{1,*} , Irene Bautista-Juárez¹ , Ángel M. Juárez-Muñoz¹ , José Luis Villaseñor²

(1) Universidad de la Sierra Juárez, Avenida Universidad s./n., 68725 Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

(2) Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Departamento de Botánica, Apdo. postal 70-233, 04510 Cd. Mx., México.

* Autor de correspondencia: Mario Ernesto Suárez Mota [mesuarez@unsij.edu.mx]

> Recibido el 12 de enero de 2023 - Aceptado el 29 de abril de 2023

Como citar: Suárez-Mota, M.E., Bautista-Juárez, I., Juárez-Muñoz, Á.M., Villaseñor, J.L.. 2023. Campus universitarios como unidades de restauración ecológica: el caso de la Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México. *Ecosistemas* 32(2): 2517. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2517>

Campus universitarios como unidades de restauración ecológica: el caso de la Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca, México

Resumen: La restauración ecológica ayuda en la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado. Este proceso en campus universitarios se considera como solución para revertir los procesos de degradación de los ecosistemas. El objetivo es identificar el grado de restauración ecológica en un campus universitario en Oaxaca, mediante el análisis del cambio de uso de suelo ocurrido desde su fundación. Se evaluaron los procesos de restauración en la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ) mediante imágenes satelitales de 2003 y 2020. Se realizó una clasificación supervisada y el índice de vegetación normalizado. Se analizaron registros históricos de una familia botánica considerada como buen subrogado de la biodiversidad. Se identificaron 81 150 sitios de restauración en México, de ellos Oaxaca tiene 4513 y 341 corresponden a la Sierra Norte; uno de ellos en Ixtlán de Juárez corresponde a la UNSIJ. Se documentan en Ixtlán 334 especies de Asteraceae. Las imágenes revelan que la vegetación arbórea y la vegetación secundaria mostraron porcentajes de incremento entre 10 y 25.6%. En general, el suelo erosionado presentó una disminución de superficie. La Universidad ha permitido la restauración de sus recursos naturales, que forman parte de un ambiente con una considerable diversidad biológica característica de la Sierra Norte, por lo que puede ser un sitio considerado exitoso dentro de los estudios de restauración en el estado de Oaxaca. La vegetación del campus muestra notable mejoría en su área, aún con el crecimiento en el número de edificios mucha superficie vegetal natural se ha restablecido.

Palabras clave: Asteraceae; Ixtlán; Oaxaca; Sierra Juárez; SUNE0; UNSIJ

University Campus as ecological restoration units: the case of the University of Sierra Juárez, Oaxaca, Mexico

Abstract: Ecological restoration helps the recovery of an ecosystem and on university campus, it is considered as a possible solution to reverse the degradation processes. The objective is to identify the degree of ecological restoration in the University of the Sierra de Juárez (UNSIJ) campus in Oaxaca, through the analysis of land use change since its foundation. Using historical satellite images, from 2003 and 2020, land use changes were analyzed. A supervised classification was performed and the normalized vegetation index was calculated. A total of 81 150 restoration sites were identified in Mexico, 4513 of the placed in Oaxaca, and 341 at the Sierra Norte, one of them corresponding to the UNSIJ campus. A figure of 334 species of Asteraceae was recorded at Ixtlán. The images used revealed that both arboreal and secondary increased between 10 and 25.6%. The UNSIJ has facilitated the restoration of the natural resources forming part of its environment.

Keywords: Asteraceae; Ixtlán; Oaxaca; Sierra Juárez; SUNE0; UNSIJ

Introducción

México, junto con Centroamérica, constituye una región de alta riqueza de plantas (Rzedowski 1991; Myers et al. 2000; Villaseñor 2016). Debido a su fragilidad y a la continua reducción en cobertura de los diferentes tipos de vegetación, se ha discutido que México requiere acciones más eficientes para la protección y conservación de su biodiversidad (Koleff et al. 2007). Oaxaca es uno de los estados mexicanos con la mayor riqueza de plantas (Villaseñor et al. 2004), destacando igualmente por el gran número de endemismos presentes en su territorio (García-Mendoza 2004; Suárez-Mota y Villaseñor 2011; Villaseñor y Ortiz 2012; Villaseñor 2016). La cifra más reciente sobre su flora reporta 10 229 especies, de las cuales 760 son endémicas del estado (Villaseñor 2016).

En Oaxaca, la Sierra Norte (SNO) es particularmente importante por su riqueza y el número de endemismos que contiene. Representa el límite septentrional de distribución de muchos taxones mesoamericanos de montaña y es una región de importancia para las pteridofitas y géneros como *Begonia* Hook. f., *Miconia* Ruiz y Pav., *Piper* L. o *Quercus* L. La SNO cuenta con el inventario florístico para uno de sus municipios político-administrativos (Ixtlán de Juárez) (Torres-Colín et al. 2009), donde se reconocen 830 géneros y 2160 especies de plantas vasculares (región que se conoce como Sierra de Juárez). En dicho inventario se reporta que la flora se distribuye en 10 tipos diferentes de vegetación, de los 26 reportados en el estado de Oaxaca (Torres-Colín et al. 2009). Asteraceae constituye la familia más importante por su riqueza de especies (174) y es una de las 34 familias que concentran 66.3% de toda la riqueza florística de la Sierra (Torres-Colín et al. 2009).

La Asociación de Restauración Ecológica Internacional (SER, por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como un proceso orientado a promover el restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004). Su finalidad es generar las condiciones ambientales y bióticas para que se recupere el sistema natural afectado y sea autosostenible (Jorba y Vallejo 2009). La restauración ecológica se considera como solución para revertir los procesos de degradación, mediante una serie de acciones encaminadas a reducir, mitigar y revertir el deterioro de los ecosistemas con la finalidad de integrar en un área determinada, a nivel del paisaje local, elementos biológicos adecuados, los cuales pueden ser nativos o exóticos, sin pretender regresar el sistema a su composición original (Clewel et al. 2005). Vargas-Ríos (2011) y Mola et al. (2018) mencionan que cuando los ecosistemas se recuperan por sí solos y no existen o se eliminan tensionantes o barreras que impidan su regeneración, se da un proceso conocido como restauración pasiva o sucesión natural. Por otro lado, cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario asistirlos, se aplica lo que se denomina restauración activa o asistida (Chazdon y Guariguata 2016; Mola et al. 2018). Si bien es cierto que la sucesión natural de una zona ocurre después de un disturbio o fenómeno natural (Güter et al. 2007), lo que permite que la vegetación se regenere con el paso del tiempo, muchas de las áreas se han visto limitadas para recuperar sus funciones, debido a que las condiciones que enfrentan después de un disturbio no les permiten regenerarse (Adams 1999) o en otras situaciones la alteración es continua (CONAFOR 2009). Como consecuencia de lo anterior, la intervención de prácticas de restauración asistida se vuelve necesarias.

En el mundo se documentan más de 3700 artículos de ecología que en su título mencionan la restauración y/o la rehabilitación. Estados Unidos ocupa el primer lugar y es potencia en este campo; China ocupa el segundo lugar, mientras que desafortunadamente México no obstante su gran riqueza florística, ocupa el lugar número 13 (López-Barrera et al. 2016; Méndez-Toribio et al. 2018; Martínez-Garza et al. 2021). En particular para los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Colima, Durango, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa y Zacatecas no se tienen registrados trabajos de restauración ecológica, lo cual es preocupante, dado que, Oaxaca por ejemplo es uno de los estados con mayor biodiversidad en el país (García Mendoza et al. 2004; Calva-Soto y Pavón 2018).

En México una de las limitantes para desarrollar trabajos de restauración es el bajo presupuesto que se asigna para atender este tema (Cecon y Martínez-Garza 2016; Méndez-Toribio et al. 2018). Por lo tanto, en el país se desarrolló una estrategia que consiste en determinar cuáles con los Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR), para optimizar los esfuerzos, tanto económicos como ecológicos en dichas áreas (CONABIO 2016). Los SPR son áreas de alto valor ecológico, que albergan elementos únicos de la biodiversidad; sin embargo, presentan cierto grado de degradación, por lo que requieren acciones de restauración asegurando así la persistencia de su biodiversidad y sus funciones ecológicas (Tobón et al. 2016, 2017; CONANP-CONABIO-SER 2020).

El uso de suelo se refiere al conjunto de arreglos espaciales que producen las distintas actividades para las que se gestiona la tierra con fines sociales y económicos y tiene una estrecha relación con las actividades de restauración (Farmer y Cook 2013). A nivel mundial, regional y local existen diversos factores que influyen en el cambio del uso del suelo, como ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, que en su conjunto llegan a provocar un deterioro y pérdida de la biodiversidad (Bocco et al. 2001). Los avances tecnológicos de las últimas décadas en los campos de la teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) han permitido que los métodos para analizar los cambios de uso del suelo sean cada vez más diversos y efectivos en programas de restauración ecológica (Treitz y Rogan 2004; Berberoglu y Akin 2009).

Las condiciones de deterioro en las que se encuentra la Sierra Norte de Oaxaca, es motivo para plantear estudios que permitan reconocer el estado actual de la vegetación, así como la superficie ocupada y su distribución (Suárez-Mota et al. 2018). El uso de la teledetección es una de las formas para conocer la disminución de las poblaciones vegetales, el monitoreo de los recursos naturales y el medio ambiente (Solis-Moreno et al. 2006). La teledetección posibilita analizar las condiciones de grandes superficies, permitiendo cuantificar diferentes aspectos de los bosques, así como actualizar la cartografía y formar bases de datos de los diferentes ecosistemas en los que se puedan elaborar mapas de suelo y vegetación, así como plantear programas de restauración ecológica (Treviño-Garza 2001; Franklin et al. 2002; Cingolani et al. 2004; González-Murguía et al. 2004; Wessels et al. 2004; Liu et al. 2005).

La familia Asteraceae (o Compositae) ocupa un lugar predominante en la flora de México (Villaseñor 2003). Sus poco más de 3000 especies la ubican como la familia más diversa, representando alrededor de 13.5% de la riqueza florística total del país. Esta familia a su vez registra poco más de la mitad de sus especies como endémicas de México y ha sido utilizada como taxón representativo para estimar patrones de riqueza de la flora nacional (Villaseñor et al. 2007; Suárez-Mota y Villaseñor 2011; Suárez-Mota et al. 2015; 2017; 2018). Constituye por lo tanto un referente obligado al hablar de la riqueza florística de México, tanto a nivel nacional como regional o estatal. Los patrones de riqueza y endemidad de esta familia pueden ayudar a entender los patrones de la riqueza florística en su conjunto, al utilizarla como subrogado de la diversidad florística.

En diversas partes del mundo se ha sugerido que los Campus universitarios son lugares idóneos para implementar programas de restauración y conservación de la biodiversidad (Sánchez et al. 2015; Sukumaran y Jeeva 2017; Céspedes et al. 2018). Muchos campus son establecidos en espacios deteriorados que con el tiempo se van recuperando o mejorando las condiciones de suelo; además, generan múltiples servicios ambientales y beneficios económicos, sociales y culturales (Sánchez et al. 2015). Esto permite realizar análisis de cambio de uso de suelo en las áreas donde se establecen recintos universitarios que contemplan planes de restauración ecológica. El objetivo de este trabajo es analizar el grado de restauración ecológica ocurrido a través de los cambios en el uso del suelo y cobertura vegetal en la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ), ubicada en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Otro objetivo es estimar la riqueza florística de este campus empleando registros históricos de una familia botánica (Asteraceae) considerada como buen sustituto de la biodiversidad. Se analiza el tiempo que tiene la universidad desde que fue fundada hasta la actualidad, mediante el análisis de imágenes satelitales de los años 2003 y 2021, haciendo clasificaciones supervisadas y estimando el índice de vegetación normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) en un sistema de información geográfica.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ), se localiza en el municipio de Ixtlán de Juárez, Oaxaca; sus coordenadas extremas son -96° 29' 0.6" y -96° 29' 7.4" de longitud Oeste y 17° 18' 30.7" y 17° 19' 5.6" de latitud Norte, con un gradiente altitudinal de 1876 a 2025 m s.n.m (Fig. 1). Su campus abarca una superficie de 41 ha, donde predomina un bosque de pino-encino, característico de climas Templado Subhúmedo y una parte de Semicálido Subhúmedo, sobre un suelo de tipo Cambisol Crómico (Martínez-López y Acosta-Ramos 2014). La Universidad se construyó en 2005, por lo que se supone tiene los años adecuados para evaluar cómo ha ocurrido el cambio de uso de suelo y el proceso de restauración en una zona usada para distintas actividades, tanto académicas como de servicios.

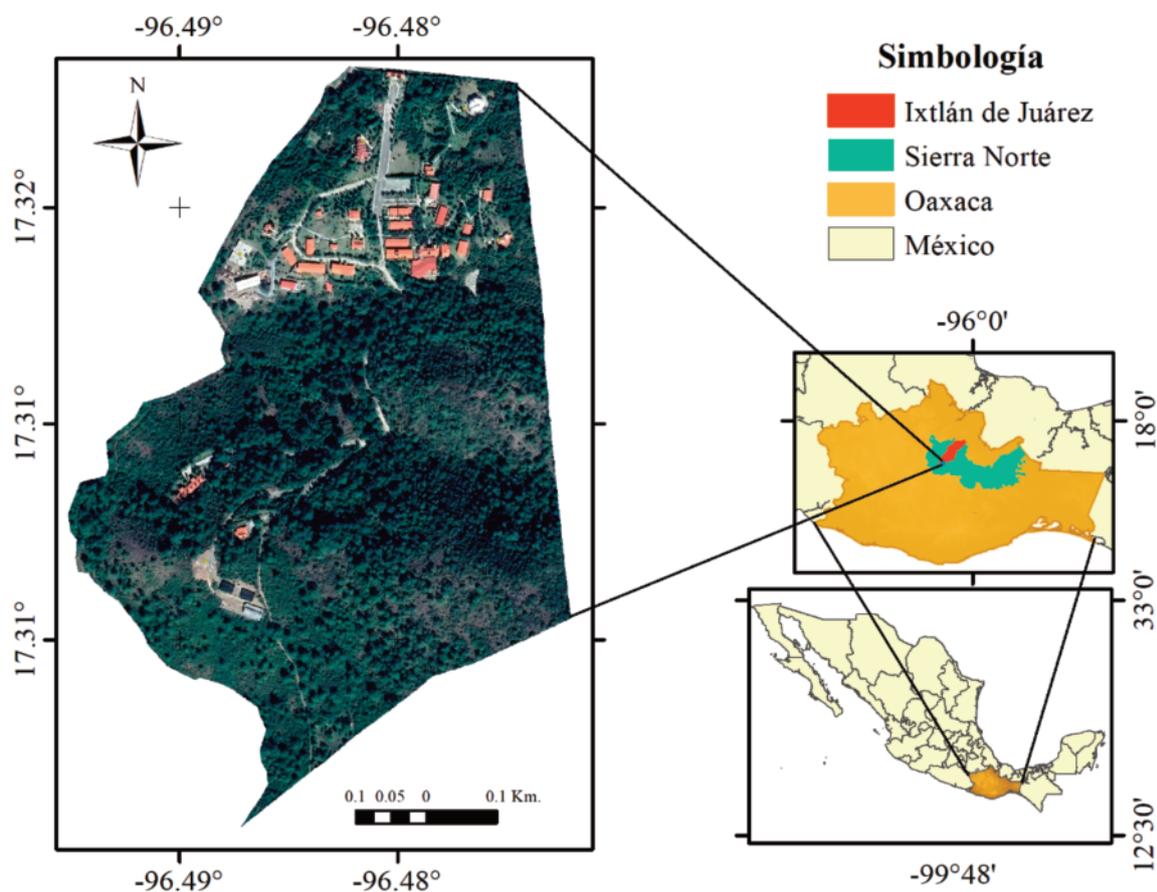


Figura 1. Localización de la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ) en el Municipio de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

Figure 1. Location of the Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ) in the Municipality of Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

Revisión de literatura

Se realizó una búsqueda de trabajos de restauración ecológica en México en el periodo comprendido de 1995 a 2021. Los trabajos obtenidos fueron revisados y se seleccionaron los que han descrito la situación de trabajos de publicaciones sobre restauración en México (Bonfil et al. 2015; López-Barrera et al. 2016; Méndez-Toribio et al. 2018; Martínez-Garza et al. 2021). La búsqueda tuvo énfasis en el estado de Oaxaca y de manera particular en la Sierra Norte, región fisiográfica donde se ubica la universidad. Los trabajos de restauración en la región son escasos, por lo cual se planteó tomar como caso de estudio el área correspondiente al campus de la UNSIJ.

Recursos de información espacial

Para tener un panorama de las necesidades de conservación y restauración en la UNSIJ, se empleó cartografía derivada de la estrategia de los sitios prioritarios de restauración (SPR). Las cartas fueron diseñadas para identificar áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de su biodiversidad, función ecológica y los servicios ecosistémicos que proveen (CONABIO 2016). Esta información se analizó con un sistema de información geográfica (QGIS vers. 16) de acceso libre.

Los datos espaciales para estudios de cambio de uso de suelo pueden provenir de diferentes fuentes; en este trabajo se utilizaron imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de libre acceso Google Earth. Para observar los cambios se descargaron dos imágenes históricas, una de 2003 y otra de 2020. Todas las imágenes utilizadas en este trabajo corresponden al mes de marzo, razón por la cual el efecto de temporalidad está cubierto a reserva de algún fenómeno climatológico no contemplado.

Las imágenes fueron georreferenciadas mediante puntos de control (Coordenadas), tomados dentro de la Universidad con ayuda del sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) Garmin Etrex 20x® y fueron incluidas en el polígono de la Universidad con un SIG de acceso libre (QGIS 3.8). Posteriormente, se manipularon para poder extraer información de ellas. Se realizó una clasificación supervisada de cada imagen utilizando el clasificador de máxima verosimilitud, implementado en el SIG (Lira 2010). Las coberturas seleccionadas para la clasificación corresponden al tipo de uso de suelo dentro del área del campus universitario (Tabla 1).

Para el análisis de la cobertura vegetal se utilizaron datos de índices de vegetación normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés). Los valores de NDVI se obtuvieron de imágenes Landsat, descargadas de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey) en la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) Zona 14N Datum WGS84, a través del buscador Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Se utilizaron dos imágenes Landsat 5 correspondientes a marzo de 2005 y marzo de 2010, y otras dos Landsat 8 correspondientes a marzo de 2015 y 2020 con un nivel de procesamiento que incluye correcciones radiométricas, geométricas y topográficas, las cuales son compuestas de 16 días y tienen una resolución espacial de 30 m.

Estimación de riqueza de plantas (familia Asteraceae)

La familia Asteraceae, es considerada como un buen subrogado de la biodiversidad (Villaseñor et al. 2005). Además, en muchos inventarios locales y regionales esta familia representa alrededor de 10% del total de la flora registrada (Villaseñor et al. 2005; Suárez-Mota y Villaseñor 2011; Suárez-Mota et al. 2016, 2018). Un atributo adicional de las especies de esta familia es su función en el proceso de sucesión y restauración ecológica, pues por contener especies

Tabla 1. Tipos de cobertura para la clasificación supervisada de la región donde se ubica el campus de la Universidad de la Sierra de Juárez, Oaxaca.
Table 1. Types of plant coverage for the supervised classification of the region where the campus of the Universidad de la Sierra de Juárez, Oaxaca is located.

Tipo de cobertura	Descripción
Zona Urbana	Aulas, edificios, canchas deportivas, caminos pavimentados
Vegetación Arbórea	Arboles de pino y/o encino
Suelo Erosionado	Áreas con suelo desnudo
Vegetación Secundaria	Áreas con vegetación en etapas de sucesión

en todas las formas de crecimiento (hierbas, arbustos o árboles), muchas de sus especies son consideradas como pioneras en los procesos ecológicos de sucesión. Por ejemplo, algunos arbustos del género *Baccharis* L., conocidos localmente en la región de estudio como chamizos, son considerados como miembros de especies pioneras en los procesos de restauración pasiva. Igualmente, muchas otras de sus especies se han reconocido como malezas indicadoras de disturbios. Con base en lo anterior y con datos obtenidos del Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología de la UNAM, así como de otras colecciones de herbarios nacionales y del extranjero, administrada y curada por uno de los coautores (Villaseñor, datos no publicados), se hizo un análisis histórico sobre el registro de especies de la familia en el municipio de Ixtlán y de esta manera evaluar su función desempeñada en la restauración del campus.

Para determinar la riqueza actual de especies de Asteraceae del campus universitario, se hicieron recorridos por todo el campus para registrar y recolectar especies de la familia a lo largo de dos años de trabajo de campo. Con los datos obtenidos se realizó un análisis que permitió reconocer el número de especies del campus y compararlo con los datos históricos de las especies registradas en el municipio. Las recolectas fueron georreferenciadas con un geoposicionador satelital (GPS, Garmin eTrex X 20®) y todos los ejemplares recolectados en este trabajo se depositaron en el herbario de la UNSIJ, con un duplicado en el Herbario Nacional (MEXU), donde fueron identificados por el especialista en la familia.

Resultados

La revisión de literatura sobre restauración permitió identificar un total 47 publicaciones en los diferentes estados de la República Mexicana. De ellas, el mayor porcentaje se concentra en el estado de Nuevo León, mientras que Durango, Estado de México, Morelos, Puebla y San Luis Potosí documentan apenas 1% de los estudios. No se encontraron trabajos para el estado de Oaxaca.

Los datos acerca de los sitios de restauración en México, obtenidos de la CONABIO (2016) señalan que existen 81 150 en el país, de los cuales 27 231 son considerados en situación extrema, 27 625 alta y 25 594 media (Tabla 2). Para el estado de Oaxaca, se tienen 4 513 sitios, de ellos 341 corresponden a la Sierra Norte y 14 se ubican en el municipio de Ixtlán de Juárez; la UNSIJ se encuentra dentro de uno de ellos considerado en situación de restauración extrema (Fig. 2). En este sitio se tienen 87 registros correspondientes a 43 de las 334 especies de Asteraceae registradas en el municipio de Ixtlán de Juárez; de ellas el mayor número de especies se encuentran dentro del campus de la UNSIJ.

Dinámica de los cambios

Con la clasificación supervisada de imágenes se obtuvieron dos mapas (años 2003 y 2017, Fig. 3), las cuales fueron la base para el análisis de los cambios de uso de suelo. La superficie de la UNSIJ es de 41.7 Ha y la vegetación arbórea mostro una mayor cobertura en los dos periodos de tiempo. El suelo erosionado pre-

senta una importante disminución (− 67.470%), debido a que en el año 2003 presentaba 11.6 Ha y para 2017 se redujo a 3.8. En contraste, la zona urbana mostró un fuerte porcentaje de incremento (135.8 %), al pasar de una superficie de 1.4 Ha en 2003 a 3.3 Ha en 2017 (Tabla 3). La vegetación arbórea y la vegetación secundaria mostraron porcentajes de incremento que oscilaron entre 10 y 25.6%. En general solo el suelo erosionado presentó una disminución de superficie.

El Índice de Vegetación Normalizado resalta la presencia de zonas con vegetación (tonos verdes) en la superficie y ayuda a delimitar su distribución espacial. Los valores más elevados corresponden a los bosques o vegetación primaria de alta y mediana altitud. Estos valores se mantuvieron por encima del umbral de verdor de referencia (Tabla 4), con valores de densidad alta (> 0.760), a diferencia de otras clases de vegetación. Por otro lado, los valores mínimos corresponden a las zonas urbanas, donde se puede observar que la densidad media y alta aumentaron entre el año 2005 y 2010 (Fig. 4). Lo anterior se explica por los planes de restauración en el campus universitario, como reforestación y saneamiento de zonas sin vegetación (Fig. 4). El NDVI para el año 2015 indica un aumento en las áreas con valores medios y altos, relacionados con la vegetación primaria con estrato medio y alto. En el año 2020 se observa que existe un aumento de los niveles altos del NDVI en unas 20.6 hectáreas, donde el estrato arbóreo ocupa la mayor área del campus universitario.

Los resultados obtenidos muestran el cambio de uso de suelo que ha ocurrido desde su fundación hasta la actualidad; es evidente el incremento de edificaciones en el campus de la UNSIJ como proceso del aumento de la población estudiantil y las carreras profesionales que se han implementado (Fig. 3). Sin embargo, se ha desarrollado un importante esfuerzo encaminado a la restauración del campus, lo que ha permitido que de la misma forma en que crece el área de edificaciones, también se tienen planes que permiten mitigar los impactos que estas construcciones generan, facilitando el proceso de restauración (Fig. 5).

Listado florístico

Se documentan para el municipio de Ixtlán un total de 334 especies de Asteraceae, recolectadas desde 1839 hasta 2018 (Fig. 6). Los años con mayor esfuerzo de recolecta son 1988 y 2018 (ver Tabla A1 del Apéndice). En particular, durante los meses de junio a septiembre de 2018 se recolectaron 112 ejemplares de la familia en el área de la UNSIJ, representando 33 géneros y 42 especies (12.6% del total registrado en el municipio). Los géneros con mayor número de especies son *Stevia* (3), *Sonchus* (2) y *Tagetes* (2). Por su parte, las especies documentadas en el campus de la UNSIJ, representan 12.3% de las (334) especies registradas en la Sierra Norte entre 2016 y 2018 (Fig. 6). Se registran 144 especies antes de 2005, 35 después de este año, de las cuales seis fueron registradas dentro del campus universitario en 2017. Las 29 especies restantes fuera del campus se consideran registros únicos de la familia en el municipio.

Tabla 2. Sitios Prioritarios para la restauración en México, obtenidos con datos cartográficos de la CONABIO, clasificados por su grado de importancia en extrema, alta y media. Se indican áreas en Km² y número de sitios en México, Oaxaca, Sierra Norte de Oaxaca (SNO) e Ixtlán de Juárez.

Table 2. Priority sites for restoration in Mexico, obtained with cartographic data from CONABIO, classified by their degree of importance as extreme, high, and medium. Areas are indicated in km² and number of sites in Mexico, Oaxaca, Sierra Norte de Oaxaca (SNO) and Ixtlán de Juárez.

Región	Extrema		Alta		Media		Total	
	Área	Sitios	Área	Sitios	Área	Sitios	Área	Sitios
México	95041	27931	96697	27625	96638	25594	288376	81150
Oaxaca	7556	1665	7045	1947	2728	901	17329	4513
SNO	279	123	660	166	80	52	1019	341
Ixtlán	19	5	52	9	—	—	71	14
Total	102895	29724	104454	29747	99446	26547	306795	86018

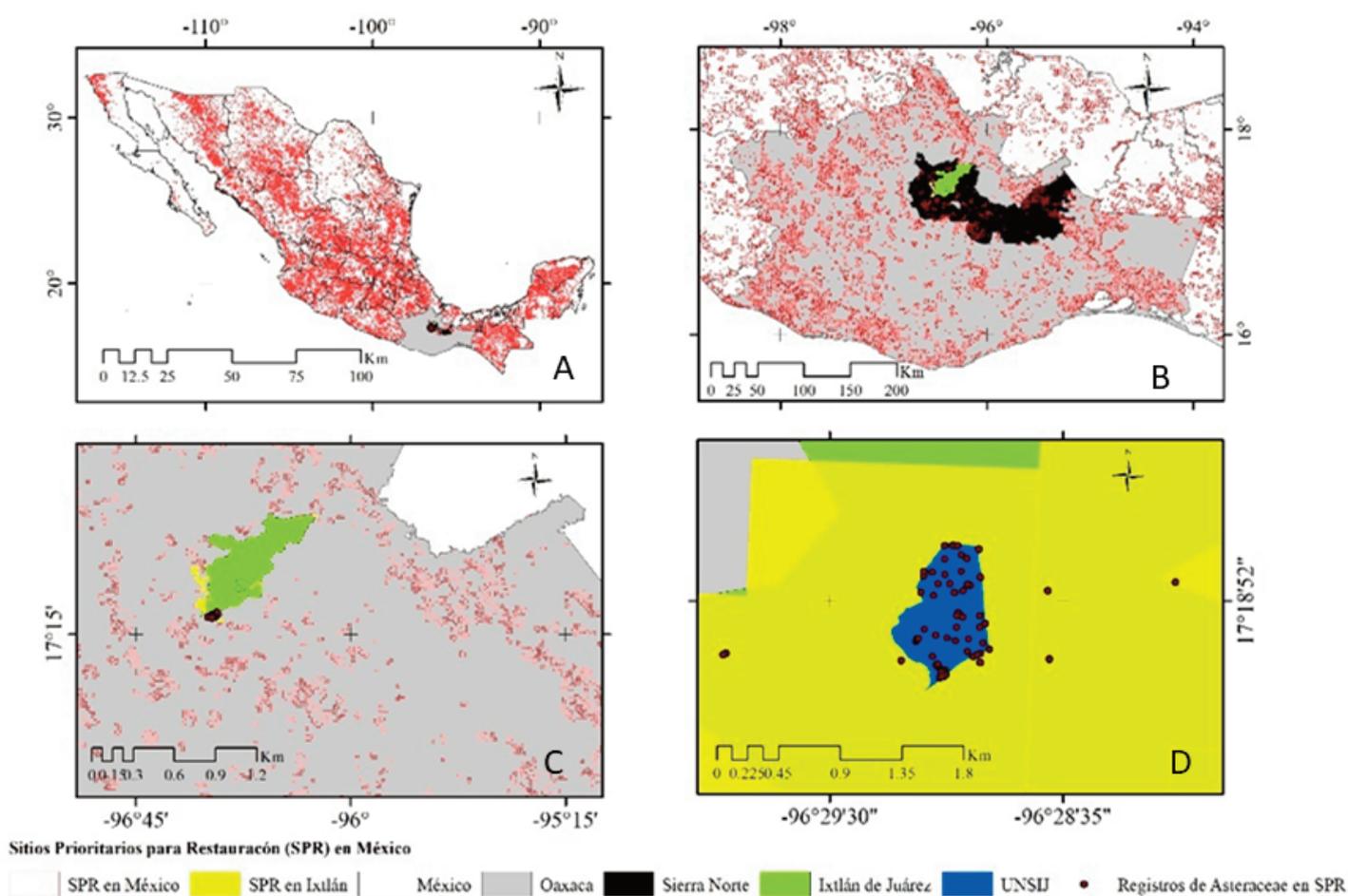


Figura 2. Sitios Prioritarios para la restauración en México (SPR), obtenidos con datos cartográficos de la CONABIO (2016), en A) México, B) Oaxaca, C) Sierra Norte de Oaxaca y D) el municipio de Ixtlán de Juárez, donde se encuentra la UNSIJ.

Figure 2. Priority Sites for restoration in Mexico, obtained with cartographic data from CONABIO (2016), in A) Mexico, B) Oaxaca, C) Sierra Norte de Oaxaca and D) the municipality of Ixtlán de Juárez, where the UNSIJ is located.

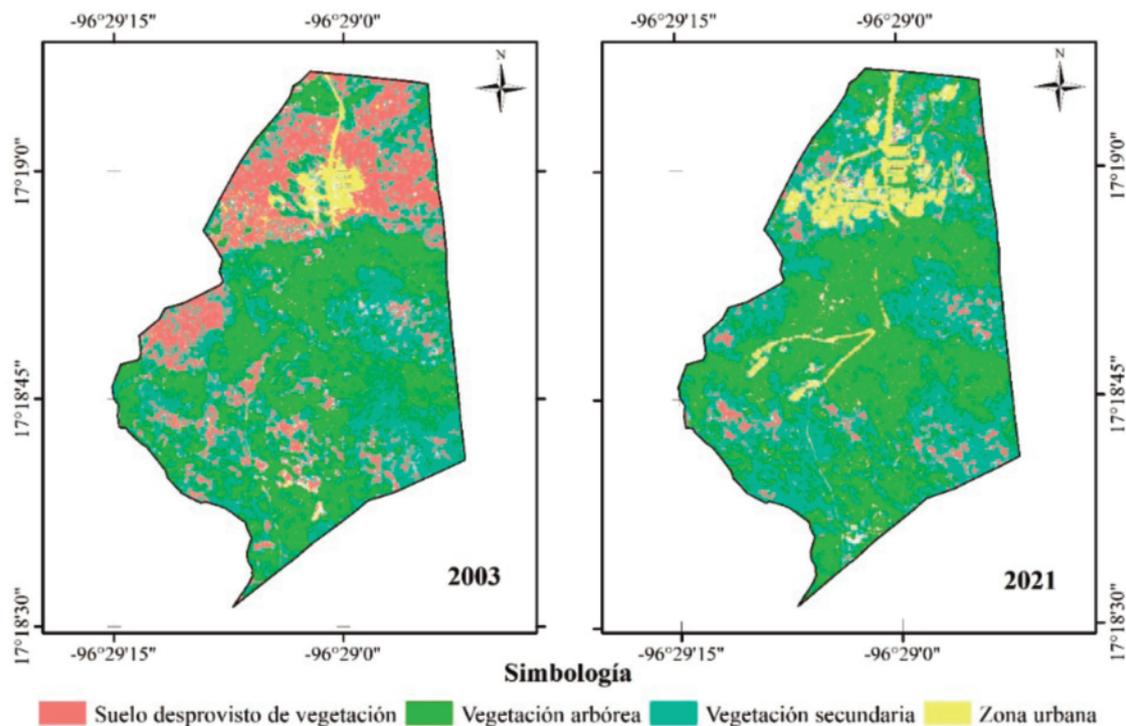


Figura 3. Áreas con uso de suelo dentro de la Universidad de la Sierra de Juárez (UNSIJ), Oaxaca. Obtenidas mediante una clasificación supervisada.
Figure 3. Land use areas within the Universidad de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Obtained through a supervised classification.

Tabla 3. Cambios en las coberturas de uso del suelo de dos periodos de tiempo (en Ha) y porcentaje de cambio. El símbolo (-) representa reducción.
Table 3. Changes in the land use coverage of two periods of time (in Ha) and percentage of change. The symbol (-) represents reduction.

Tipo de cobertura	Área en 2003	Área en 2017	% Cambio
Zona Urbana	1.4	3.3	135.8
Vegetación Arbórea	15.9	20.01	25.6
Suelo desprovisto de vegetación	11.6	3.8	-67.5
Vegetación Secundaria	12.8	14.12	10.5
Total	41.7	41.23	

Tabla 4. Valores de Índice de vegetación normalizada (NDVI) en el campus universitario de la UNSIJ.
Table 4. Normalized Vegetation Index (NDVI) values on the UNSIJ campus.

Año	Valores de densidad del NDVI		
	Baja	Media	Alta
2005	-0.322 -(-0.152)	-0.152-0.020	0.020-0.179
2010	0.176-0.295	0.295-0.416	0.416-0.546
2015	0.184-0.331	0.331-0.488	0.488-0.714
2020	0.092-0.381	0.381-0.564	0.564-0.765

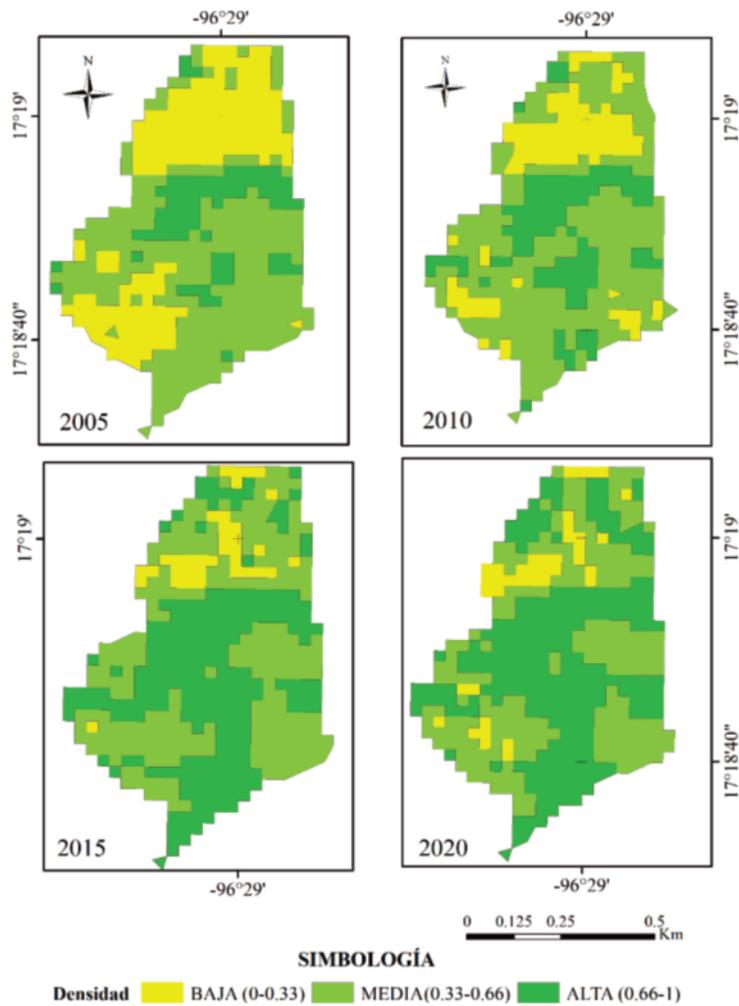


Figura 4. Distribución de valores del índice de vegetación normalizado (NDVI) en el campus universitario de la UNSIJ en periodos de cinco años a partir de su fundación (2005).

Figure 4. Distribution of the normalized vegetation index values (NDVI) in the university campus of UNSIJ in periods of five years since its foundation (2005).

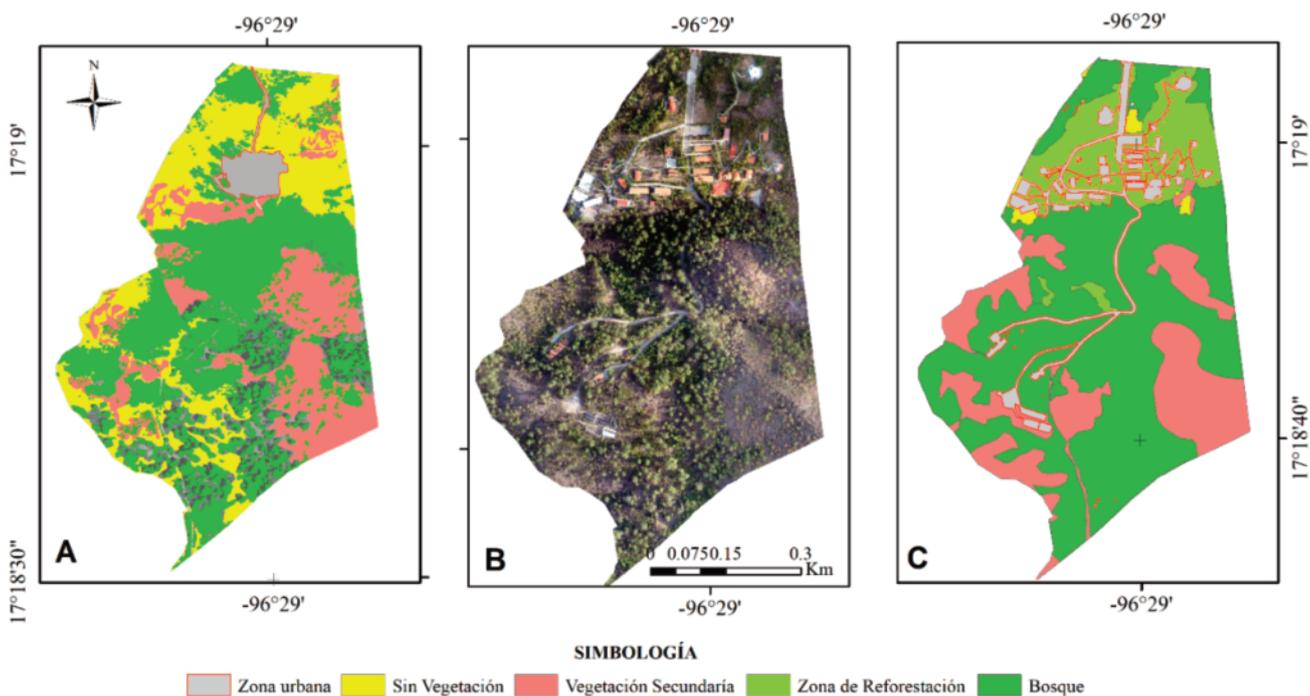


Figura 5. Clasificación de áreas delimitadas en la UNSIJ desde su fundación A) Año de 2005 B) Imagen de elaboración propia con uso de un vehículo aéreo no tripulado y C) Año de 2021.

Figure 5. Classification of delimited areas at the UNSIJ since its foundation A) Year of 2005 B) Image created by the authors using an unmanned aerial vehicle and C) Year of 2021.

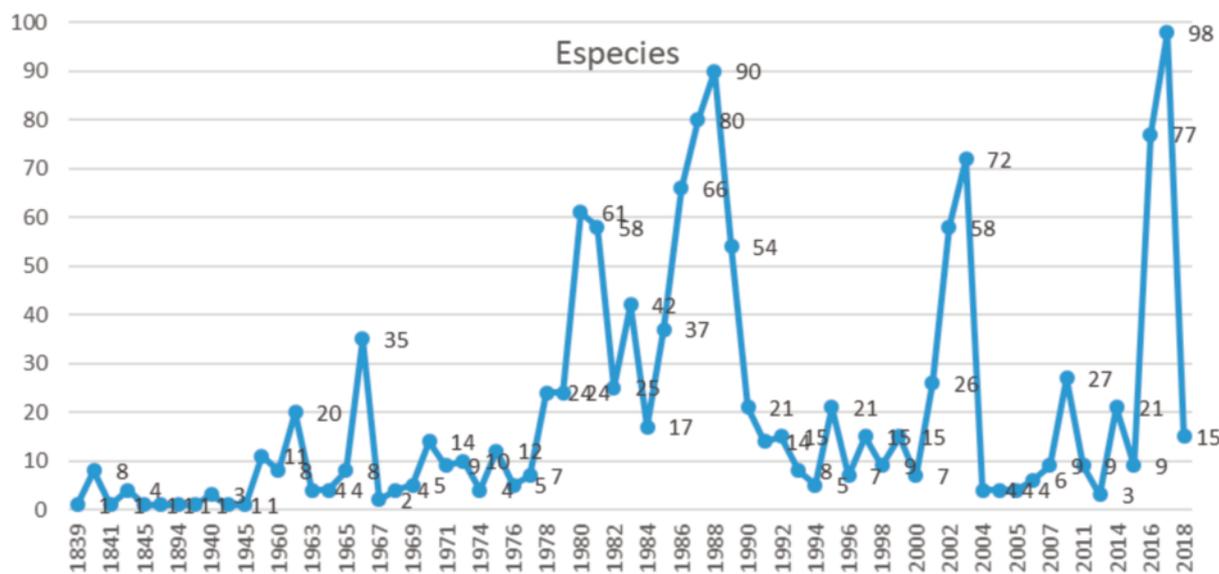


Figura 6. Datos históricos del esfuerzo de recolecta de las especies de la Familia Asteraceae registradas en el municipio de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.
Figure 6. Historical data of the collecting effort of the species of the Asteraceae Family registered in the municipality of Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

Discusión

En México se reportan pocos trabajos sobre restauración ecológica; Bonfil et al. (2015) mencionan que los bosques templados son los que tienen una mayor proporción de trabajos de restauración realizados en México, seguidos de los bosques tropicales y en tercer orden de importancia los matorrales. Sin embargo, Calva-Soto y Pavón (2018) mencionan que en México la investigación en restauración ecológica se ha orientado preferentemente a los bosques o selvas tropicales, seguido por bosques templados, mesófilos y la vegetación árida y semiárida. Ambos trabajos consultados no coinciden en los tipos de vegetación con mayor número de publicaciones. Es importante subrayar, además, que en los trabajos citados se señala que el estado de Oaxaca cuenta con muy pocos planes de restauración, a pesar de ser uno de los estados con mayor biodiversidad y donde se manifiesta más el cambio de uso de suelo. Hasta la fecha solamente se reportan menos de 15 estudios de restauración para todo el estado (Bonfil et al. 2015). Desafortunadamente, en el municipio de Ixtlán, no se tienen programas de restauración a pesar de que cuenta con cinco sitios prioritarios para la restauración en situación extrema y nueve en alta (Tabla 2).

Existen distintas formas de evaluar los cambios en el uso del suelo a partir de su cobertura vegetal. Una estrategia es analizando documentos generados mediante percepción remota (usualmente fotografías aéreas e imágenes de satélite) o cartografía temática de cobertura (Bocco et al. 2001). Actualmente es posible acceder a estos datos de forma libre, como es el caso de la aplicación Google Earth, que proporciona imágenes históricas con alta resolución. El análisis realizado en la Universidad de la Sierra Juárez es una muestra del potencial uso de esta fuente de datos, de la cual se ha podido obtener información que ayuda a explicar el grado de restauración dentro del campus universitario (Fig. 5).

Desde 2005 hasta 2021, la UNSIJ ha cambiado su estructura paisajista. Los resultados obtenidos con el análisis de cambio de uso de suelo indican que se ha restaurado principalmente de manera pasiva, aunque se han llevado igualmente algunas actividades de restauración activa. Con información obtenida mediante comunicación verbal con exautoridades y personas de la comunidad, su campus forma parte de un sitio previamente llamado "La Estancia", utilizado para pastoreo y como espacio para guardar los animales de carga. El sitio se caracterizaba por su abundancia de "espinales y chamizos", y con el tiempo se introdujeron eucaliptos como parte de un proyecto para obtener celulosa, proyecto que no tuvo éxito. Posteriormente, se reforestó con especies de pinos y en 2003 co-

menzó la construcción del campus, el cual fue inaugurado en 2005; desde entonces la zona edificada (urbanizada) ha tenido un crecimiento muy notorio, debido a la construcción de nuevos edificios, salones y laboratorios (Fig. 5). Sin embargo, gracias a los programas académicos que han favorecido la conservación de especies tanto de flora como de fauna representativas de la región, se cuenta con áreas de restauración y conservación (Figs. 3 y 4). Dentro de la UNSIJ la vegetación secundaria en 2017 abarcaba aproximadamente 14.12 ha, con relativa importancia ecológica, debido a que las poblaciones de especies se regeneran principalmente por procesos naturales (sucesión) después de una perturbación humana y/o natural significativa (Chokkalingam y de Jong 2001). Dicha sucesión ha venido acumulando biomasa, fijando importantes cantidades de carbono, lo cual es uno de los factores que la restauración favorece. Fijar carbono mediante el crecimiento de la vegetación natural es de los atributos ecosistémicos que más están contribuyendo a mitigar el calentamiento global del planeta.

En la UNSIJ, la vegetación secundaria ha mejorado las condiciones del suelo y la calidad del agua; además, para la fauna silvestre sirve como corredor natural, brindando una variedad de nichos ecológicos (Smith et al. 1997). Algunos autores (e.g. Kemp 1992) han señalado que la vegetación secundaria en diversas fases de recuperación constituye algunas de las áreas más ricas en biodiversidad. Por lo tanto, mantener partes de los ecosistemas del estado en etapas de sucesión pudiera ser una necesidad para conservar poblaciones mejor adaptadas a cierta perturbación *in situ*.

Se ha sugerido que los campus universitarios son ambientes propicios para la conservación de la biodiversidad (Sánchez et al. 2015; Juan 2016), como es el caso de la UNSIJ. Su campus se encuentra dentro de una de las regiones prioritarias para la conservación propuesta por la CONABIO y por el Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés; Arriaga et al. 2000) y forma parte del corredor mesoamericano. Delgado (2005) añade la importancia de la restauración ecológica en estos recintos.

La UNSIJ, a través de los años ha permitido la restauración de parte de sus recursos naturales, que forman parte de una considerable diversidad de flora y fauna características de la Sierra Norte de Oaxaca. Su campus puede ser un sitio considerado exitoso dentro de los estudios de restauración en el estado de Oaxaca, debido a que sus condiciones vegetales muestran notable mejoría en su área. El NDVI señala que, al pasar de los años, aún con el crecimiento en el número de edificios, el área vegetal se ha restablecido de forma notoria (Fig. 4).

A través del tiempo el suelo erosionado ha cambiado gracias a la sucesión secundaria. Mediante trabajo en campo se ha podido observar que las especies arbóreas dominantes corresponden a *Pinus devoniana*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. ocote*, *Quercus castanea*, *Quercus crassifolia* y *Quercus glaucooides*. El estrato arbustivo hasta la fecha lo dominan individuos de *Arbutus xalapensis*, *Baccharis salicifolia* y *Dodonaea viscosa* entre otras. Estas especies y muchas otras, por sus adaptaciones a distintos ambientes, también cumplen un papel destacado en la estructura, composición y funcionamiento de las comunidades y ecosistemas (Maza-Villalobos et al. 2014; Cuyckens et al. 2015). En la UNSIJ se pueden observar grandes áreas ocupadas por especies del género *Baccharis*, comunidades que de acuerdo con Martínez-Arévalo (2014) y Olascuaga-Vargas et al. (2015) son pioneras en sucesiones, a las cuales se le suman otras especies de Asteraceae, desde herbáceas como los miembros del género *Acmella*, hasta arbustivas o arborescentes como los miembros de los géneros *Roldana* o *Verbesina*, que facilitan el establecimiento de otras especies, al promover la maduración de los suelos. Además, muchas especies de la familia son polinizadas por insectos, proporcionando néctar y polen a los insectos dispersores (Freire-Fierro 2004). De hecho, la familia destaca por su aporte de especies en las floras apícolas de muchas regiones del país (e.g., Cadena-Rodríguez et al. 2019).

Torres et al. (2009) reportan 174 especies de Asteraceae para todo el Distrito de Ixtlán, donde se ubica el campus de la UNSIJ (municipio de Ixtlán de Juárez). Desafortunadamente este trabajo no menciona cuales especies corresponden específicamente al municipio de Ixtlán y por supuesto cuántas se registran en el área del campus universitario (si es que se hicieron recolectas en el sitio). Actualmente, en el herbario de la UNSIJ se tienen ejemplares de plantas con flores que se recolectaron en el municipio entre 2017 y 2019, registrándose alrededor de 300 especies. De las especies registradas, la mayoría son especies nativas, documentándose solamente la presencia de ocho especies exóticas o introducidas (*Calendula officinalis*, *Leucanthemum vulgare*, *Matricaria chamomilla*, *Pseudognaphalium luteoalbum*, *Sonchus asper*, *Sonchus oleraceus*, *Tanacetum parthenium* y *Taraxacum officinale*); por el contrario, el nivel de endemismo es alto, registrándose 114 especies endémicas de México, varias de ellas (por ejemplo especies de *Baccharis*) reconocidas por su importancia como pioneras en zonas perturbadas, lo cual coadyuva a tener procesos de restauración exitosa.

En este trabajo se hace un recuento de especies herbáceas de Asteraceae, consideradas pioneras en los procesos de sucesión (Tabla A1 y Fig A1 del Apéndice). Es importante destacar que la diversidad de esta familia botánica ha sido empleada como modelo para estimar la riqueza total de plantas y como indicador de áreas prioritarias a conservar (Rzedowski 1991; Villaseñor y Ortiz 2012; Suárez-Mota et al. 2015, 2018). Se ha observado que la familia representa alrededor del 10% de la riqueza vegetal en muchos inventarios, por lo que se estima que en el campus de la UNSIJ se podría documentar una flora vascular de al menos 400 especies de plantas. El inventario florístico en curso, una vez terminado permitirá confirmar o refutar este supuesto.

El predio de la UNSIJ se encuentra delimitado mediante una cerca que impide el acceso de fauna domesticada, lo que facilita el proceso de restauración en el área. Además, con las actividades de investigación enfocadas a la conservación hacen posible que en el campus se pueden observar diferentes especies de fauna, como *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Urocyon cinereoargenteus* (zorro gris), *Sciurus aureogaster* (ardilla común) o *Bassaricus astutus* (cacomixtle), este último en estatus de amenazado y con distribución restringida (Mijangos y López 2014). También se encuentran diferentes especies de reptiles, aves y anfibios, aunque desafortunadamente aún no se tiene un inventario faunístico para conocer mejor su diversidad de especies, que en un futuro se espera obtener de manera completa para hacer análisis de las interacciones ecológicas dentro de la universidad.

Contribución de los autores

Mario Suárez: Conceptualización, Metodología, Redacción, Análisis formal, Revisión y edición. Irene Bautista: Investigación, Análisis formal, Redacción – borrador inicial. Ángel Juárez: Curaduría de datos, Redacción y José Villaseñor: Análisis formal, Revisión y edición.

Referencias

- Adams, S.R.H. 1999. *Recuperación con mangle blanco (Laguncularia racemosa) de áreas impactadas por hidrocarburos y su manejo como agrosilvo-ecosistema en la zona costera de Huimanguillo y Cárdenas, Tabasco*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M076. México D.F., México. 214 pp.
- Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez J., Aguirre C.O., Treviño G.E., Jurado Y.E., González, T.M. 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL* 11(1): 56-62.
- Arriaga, L., Espinoza-Rodríguez J.M., Aguilar-Zúñiga, C., Martínez-Romero, E., Gómez-Mendoza, L., Loa Loza, E. 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 609 pp.
- Berberoglu, S., Akin, A. 2009. Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2008.06.002>
- Bocco, G., Mendoza, M., Masera, O.R. 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación (parte 1). *Investigaciones Geográficas* 44: 18-38.
- Bonfil, C., Fernández, D., González-Espinosa, M. 2015. Un primer análisis del estado actual de los estudios de restauración ecológica en México. En: Brown, B. (Ed.). *Tzintzuntzan, el lugar de los colibríes-otra vez*, pp 30-39. Museo de Arte Contemporáneo Alfredo Zalce. Editorial Estampas. Morelia, Michoacán de Ocampo. México.
- Cadena, R.Y.J., Vázquez-Sánchez, M., Cruz-Cárdenas, G., Villaseñor, J. L. 2019. Use of ecological niche models of plant species to optimize placement of apiaries. *Journal of Apicultural Science* 63(2): 1-23. <https://doi.org/10.2478/JAS-2019-0017>
- Calva-Soto, K., Pavón, M.P. 2018. La restauración ecológica en México: una disciplina emergente en un país deteriorado. *Madera y bosques* 24(1): 1-11. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411135>.
- Ceccon, E., Martínez-Garza, C. 2016. *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Morelos, México. 577 pp.
- Céspedes, L., Ortiz, E., Villaseñor, J.L. 2018. La familia Asteraceae en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, Ciudad de México, México. *Revista mexicana de biodiversidad* 89(1): 193-207
- Chazdon, R.L., Guariguata, M.R. 2016. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica* 48(6): 716-730.
- Chokkalingam, U., De Jong, W. 2001. Secondary forest: a working definition and typology. *The International Forestry Review* 3: 19-26.
- Cingolani, A., Renison D., Zak, M.R. Cabido, M. 2004. Mapping vegetation in a heterogeneous mountain rangeland using landsat data: an alternative method to define and classify land-cover units. *Remote sensing of environment* 86: 84-97
- Clewell, A., Rieger, J., Munro, J. 2005. *Guidelines for developing and managing ecological restoration projects*. (2nd Ed.), www.ser.org and Society for Ecological Restoration International. Tucson, Arizona, Estados Unidos. Disponible en: https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/Dev_and_Mng_Eco_Rest_Proj.pdf
- CONABIO 2016. *Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad escala: 1:1 000 000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/sap_gw.html

- CONAFOR 2009. *Restauración de ecosistemas forestales: guía básica para comunicadores*. Comisión Nacional Forestal. Guadalajara, México. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf>.
- CONANP, CONABIO, SER 2020. *Progress towards achieving Aichi Target 11 in Mexico*. Ministry of Environment and Natural Resources of Mexico – SEMARNAT. National Commission of Natural Protected Areas, National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity, Ministry of Foreign Affairs of Mexico. Mexico. 50 pp.
- Cuyckens, G.E., Malizia, L.R., Blundo, C. 2015. Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas subtropicales de montaña (Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina). *Madera y Bosques* 21: 137-148. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.213463>
- Delgado, C.C. 2005. Propuesta de implementación de un sistema de gestión ambiental para campus universitario. *Poliantea* 2(3): 1.
- Farmer, G.T. Cook, J. 2013. *Climate Change Science: A Modern Synthesis: 440 Volume 1 - The Physical Climate*. Springer. Nueva York, NY. Estados Unidos. 564 pp. <https://doi:10.1007/978-94-007-5757-8>.
- Franklin, S.E., Lavigne M.B., Wulder M.A., Stenhouse, G.B. 2002. Change detection and landscape structure mapping using remote sensing. *Forestry Chronicle* 78(5): 618- 625
- Freire-Fierro, A. 2004. *Botánica Sistemática Ecuatoriana*, Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNBOTANICA. St. Louis, MO. Estados Unidos. 209 pp.
- García-Mendoza, A.J., Ordoñez, J.M., Briones-Salas, M. 2004. *Biodiversidad de Oaxaca*, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-World Wildlife Fund. México, D.F., México. 605 pp.
- González-Murguía, R., Treviño-Garza, E.J., Aguirre-Calderón, O.A., Jiménez-Pérez, J., Cantú-Silva, I., Foroughbakhch-Pournavab, R. 2004. Rodalización mediante sistemas de información geográfica y sensores remotos. *Investigaciones geográficas* 53: 39-57.
- Günter, S., Weber, M., Erreis, R., Aguirre, N. 2007. Influence of distance to forest edges on natural regeneration of abandoned pastures: a case study in the tropical mountain rain forest of Southern Ecuador. *European Journal of Forest Research* 126: 67-75.
- Jorba, M., Vallejo, R. 2008. La restauración ecológica de canteras: un caso con aplicación de enmiendas orgánicas y riegos. *Ecosistemas* 17(3): 119-132.
- Juan, P.J.I. 2016. Análisis del espacio geográfico y el paisaje de un campus universitario mexicano. Cerro de Coatepec, Universidad Autónoma del Estado de México. *Terra Nueva Etapa* 32(52): 71-102.
- Kemp, R.H. 1992. The conservation of genetic resources in managed tropical forests. *Unasylva* 43 (169), 34-40.
- Koleff P., Lira-Noriega, A., Urquiza, T., Morales, E. 2007. Prioridades para la conservación de la biodiversidad en la frontera norte de México. En: Córdova, A., de la Parra, C.A. (eds.). *Una Barrera a Nuestro Ambiente Compartido: El Muro Fronterizo entre México y Estados Unidos*, pp. 131–144. Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Instituto Nacional de Ecología, Consorcio de Investigación y Política Ambiental del Suroeste, El Colegio de la Frontera Norte. México.
- Lira, J. 2010. *Tratamiento digital de imágenes multispectrales*. 2ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 584 pp.
- Liu, Y.S., Hu, Y.C., Peng, L.Y. 2005. Accurate quantification of grassland cover density in an alpine meadow soil based on remote sensing and GPS. *Pedosphere* 15(6): 778-783.
- López-Barrera, F., García-Franco, J.G., Rojas-Soto, O., Aguirre, A., Landgrave, R., Ortega-Pieck, A., Rojas-Santiago, B.B. 2016. Ecología de la restauración del bosque nublado en el centro de Veracruz. En: Cecon, E., Martínez-Garza, C. (coord.). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*, pp. 103-129. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Morelos, México.
- Martínez-Árevalo, J.V. 2014. Sucesión vegetal en bordes de bosques de Pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) del occidente de Guatemala. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 5: 64-77. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i23.342>
- Martínez-Garza, C., Méndez-Toribio, M., Cecon, E., Guariguata, M.R. 2021. Ecosystem restoration in Mexico: insights on the project planning phase. *Botanical Sciences* 99(2): 242-256.
- Martínez-López, J., Acosta-Ramos, A. 2014. Estimación del diámetro, altura y volumen a partir del diámetro del tocón para *Quercus laurina*, en Ixtlán, Oaxaca, México. *Madera y bosques* 20(1): 59-70.
- Maza-Villalobos, S., Macedo-Santana, F., Rodríguez-Velázquez, J., Oyama, K., Martínez-Ramos, M. 2014. Variación de la estructura y composición de comunidades de árboles y arbustos entre tipos de vegetación en la Cuenca de Cuitzeo, Michoacán. *Botanical Sciences* 92: 243-258. <https://doi.org/10.17129/botsci.104>
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., Cecon, E., Guariguata, M.R. 2018. *La restauración de ecosistemas terrestres en México: estado actual, necesidades y oportunidades*. Documentos ocasionales 185, Centro para la investigación forestal internacional. Bogor, Indonesia.
- Mijangos, O., López, J. 2014. Evaluación de daño ambiental y medidas de mitigación en la Universidad de la Sierra Juárez (UNSIJ). *Temas de Ciencia y Tecnología* 18(53): 11-17.
- Mola, I., Sopeña, A., De Torre, R. 2018. *Guía Práctica de Restauración Ecológica*. Fundación Biodiversidad, Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. España. 77 pp.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Olascuaga-Vargas, D., Mercado-Gómez, J., Sánchez-Montaño, L.R. 2015. Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Tolviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal* 19: 23-40. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a02>
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta botánica mexicana* 14: 3-21.
- Sánchez, F., Habibe, M.C.M., Díaz, S., Medina, N., Riaño, J., PaQui, M.F. 2015. Biodiversidad en un campus universitario en la Sabana de Bogotá: inventario de plantas y tetrápodos. *Boletín Científico Centro de Museos* 19(2): 186-203.
- SER 2004. *The SER International primer on ecological restoration*. www.ser.org and Society for Ecological Restoration International Science. Tucson, Arizona, Estados Unidos. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/ser_primer.pdf
- Smith, J., Sabogal, C., De Jong, W., Kaimowitz, D. 1997. *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Occasional Paper No. 13. Jakarta, Indonesia.
- Solís-Moreno, R., Treviño-Garza, E.J., Aguirre, O.A., Jiménez-Pérez, J., Jurado-Ybarra, E. 2006. Análisis de la cubierta vegetal de la cuenca alta del río Nazas en Durango, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(2): 139-143.
- Suárez-Mota, M.E., Villaseñor, J.L. 2011. Las compuestas endémicas de Oaxaca, México: Diversidad y Distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 88: 55-66. <https://doi.org/10.17129/botsci.308>
- Suárez-Mota, M.E., Villaseñor, J.L., López-Mata, L. 2015. La región del Bajío, México y la conservación de su diversidad florística. *Revista mexicana de biodiversidad* 86(3): 799-808. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.001>
- Suárez-Mota, M.E., Ortiz, E., Villaseñor, J.L., Espinosa-García, F.J. 2016. Ecological niche modeling of invasive plant species according to invasion status and management needs: The case of *Chromolaena odorata* (Asteraceae) in South Africa. *Polish Journal of Ecology* 64(3): 369-383. <https://doi.org/10.3161/15052249PJE2016.64.3.007>
- Suárez-Mota, M.E., Villaseñor, J.L., López-Mata, L. 2017. Dominios climáticos de la Sierra Madre Oriental y su relación con la diversidad florística. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88(1): 224-233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2017.01.020>
- Suárez-Mota, M.E., Villaseñor, J.L., Ramírez-Aguirre, M.B. 2018. Sitios prioritarios para la conservación de la riqueza florística y el endemismo de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Botánica Mexicana* 124: 49-74.
- Sukumaran, S., Jeeva, S. 2017. Vascular Plant Diversity of Nesamony Memorial Christian College Campus, Marthandam, Tamilnadu, India. *Bioscience Discovery* 8(3): 438-454.
- Tobón, W., Koleff, P., Urquiza-Haas, T., García Méndez, G. 2016. Propuesta metodológica para identificar prioridades de restauración en México. En: Cecon, E., Martínez-Garza, C. (coord.). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Morelos, México. Pp. 18-36.

- Tobón, W., Urquiza-Haas, T., Koleff, P., Schröter, M., Ortega Álvarez, R., Campo, J., Lindig, C.L., et al. 2017. Restoration planning to guide Aichi targets in a megadiverse country. *Conservation Biology* 31(5): 1086-1097.
- Torres, C.R., Lorence, D., Ramírez, M.P., Villa, R.E. 2009. XXV. *Flora de la Sierra de Juárez, Oaxaca: Distrito de Ixtlán y Áreas Adyacentes (Sierra Norte de Oaxaca)*. *Listados Florísticos de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. M D.F. México. 79 pp.
- Treitz, P., Rogan, J. 2004. Remote sensing for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning* 61(4): 269-279.
- Treviño-Garza, E.J. 2001. Estratificación de la información en el procesamiento digital de imágenes de satélite aplicado a la cartografía de los bosques de *Pinus cembroides*. *Investigaciones geográficas* 44: 54-63.
- Vargas-Ríos, O.V. 2011. Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta biológica colombiana* 16(2): 221-246.
- Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28(3): 160-167.
- 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>
- Villaseñor, J.L., Ortiz, E. 2012. La familia Asteraceae en la flora del Bajío y de regiones adyacentes. *Acta botánica mexicana* 100: 259-291.
- Villaseñor, J.L., Ortiz, E., Juárez, V. 2004. Asteráceas. En: García-Mendoza, A.J., Ordoñez M.J., Briones-Salas, M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*, pp. 177-192. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Found, México, D.F.
- Villaseñor, J.L., Ibarra-Manríquez, G., Meave, J.A., Ortiz, E. 2005. Higher taxa as surrogates of plant biodiversity in a megadiverse country. *Conservation Biology* 19(1): 232-238. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00264.x>
- Villaseñor, J.L., Maeda, P., Rosell, J.A., Ortiz, E. 2007. Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. *Diversity and Distributions* 13: 871-876.
- Wessels, K.J., De Fries, R.S., Dempewolf, J., Anderson, L.O., Hansen, A.J., Powell, S.L., Moran, E.F. 2004. Mapping regional land cover with MODIS data for biological conservation: Examples from the Greater Yellowstone Ecosystem, USA and Pará State, Brazil. *Remote Sensing of Environment* 92(1): 67-83.

Apéndice / Appendix

Tabla A1. Especies de Asteraceae registradas en el municipio de Ixtlán de Juárez. Se indicada el año en que fueron recolectadas por primera vez en el municipio, antes de ser fundada la UNSIJ (2005) y otro registro posterior a ese año. Las colectas en el campus de la UNSIJ están marcadas con doble asterisco (**).

Table A1. Species of Asteraceae recorded in the municipality of Ixtlán de Juárez. The year in which they were first collected in the municipality, before the UNSIJ was founded (2005) and another record after that year are indicated. Collections on the UNSIJ campus are marked with a double asterisk (**).

Especie y autor	Primer reporte de recolecta antes de 2005	Año de recolecta después de 2005	Endémica de México	Exótica (Introducida)
<i>Achyrocline deflexa</i> B.L. Rob. & Greenm.		2009		
<i>Achyrocline oaxacana</i> G.L. Nesom.	1980		1	
<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich. **	1959	2016		
<i>Acourtia lobulata</i> (Bacig.) Reveal & R.M. King.	1840		1	
<i>Acourtia reticulata</i> (Lag. ex D. Don) Reveal & R.M. King.	1983	2017		
<i>Acourtia scapiformis</i> (Bacig.) B.L. Turner.		2017		
<i>Adenophyllum glandulosum</i> (Cav.) Strother.	1978		1	
<i>Adenophyllum porophyllum</i> (Cav.) Hemsl.		2017		
<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R.M. King & H. Rob.		2017		
<i>Ageratina areolaris</i> (DC.) Gage ex B.L. Turner.	1978			
<i>Ageratina bellidifolia</i> (Benth.) R.M. King & H. Rob.	1981	2017		
<i>Ageratina calophylla</i> (Greene) R.M. King & H. Rob. ex Molinari & Mayta.		2017		
<i>Ageratina chiapensis</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	1979	2016		
<i>Ageratina choricephala</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	1981		1	
<i>Ageratina collodes</i> (B.L. Rob. & Greenm.) R.M. King & H. Rob.	1986		1	
<i>Ageratina cremasta</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.		2009	1	
<i>Ageratina glauca</i> (Sch. Bip. ex Klatt) R.M. King & H. Rob.	1842		1	
<i>Ageratina humochica</i> B.L. Turner.	1983		1	
<i>Ageratina irrada</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	1840		1	
<i>Ageratina ligustrina</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	1960	2009		
<i>Ageratina mairetiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	1979			
<i>Ageratina ovilla</i> (Standl. & Steyererm.) R.M. King & H. Rob.	1987			
<i>Ageratina pazcuarensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	2002			
<i>Ageratina petiolaris</i> (Moc. & Sessé ex DC.) R.M. King & H. Rob.	1980	2015	1	
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	1988			
<i>Ageratina prunellifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.		2016		
<i>Ageratina rhomboidea</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob. **		2016	1	
<i>Ageratina rivalis</i> (Greenm.) R.M. King & H. Rob.	1978			
<i>Ageratina seleri</i> B.L. Turner.	1967	2018	1	
<i>Ageratina vernalis</i> (Vatke & Kurtz) R.M. King & H. Rob.	1997			
<i>Ageratum albidum</i> (DC.) Hemsl. **	1971	2016	1	
<i>Ageratum corymbosum</i> Zuccagni.	1988			
<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	1981			
<i>Ageratum microcephalum</i> Hemsl.	1981			
<i>Aldama dentata</i> La Llave. **	1987	2017		
<i>Aldama ghiesbreghtii</i> (Hemsl.) E.E. Schill. & Panero. **	2003	2016	1	
<i>Alepidocline trifida</i> (J.J. Fay) B.L. Turner.	2003		1	
<i>Alloispermum integrifolium</i> (DC.) H. Rob.	1966	2009		
<i>Alloispermum michoacanum</i> (B.L. Rob.) B.L. Turner	1842	2016	1	
<i>Ambrosia cumanensis</i> Kunth.	1987			
<i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) S.F. Blake. **	1964	2016		
<i>Archibaccharis auriculata</i> (Hemsl.) G.L. Nesom.	1989	2009	1	
<i>Archibaccharis breedlovei</i> G.L. Nesom & B.L. Turner.	1982		1	
<i>Archibaccharis hieracioides</i> (S.F. Blake) S.F. Blake.		2009	1	
<i>Archibaccharis schiedeana</i> (Benth.) J.D. Jacks.	1986	2017		
<i>Archibaccharis trichotoma</i> (Klatt) G.L. Nesom.	1972		1	
<i>Axiniphyllum corymbosum</i> Benth.	1840		1	
<i>Aztecaster pyramidatus</i> (B.L. Rob. & Greenm.) G.L. Nesom.		2015		
<i>Baccharis conferta</i> Kunth.	1981	2018		
<i>Baccharis glandulifera</i> G.L. Nesom.	1966		1	

Especie y autor	Primer reporte de recolecta antes de 2005	Año de recolecta después de 2005	Endémica de México	Exótica (Introducida)
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth.	1980	2006		
<i>Baccharis mexicana</i> Cuatrec.	1940		1	
<i>Baccharis multiflora</i> Kunth.	1988	2009		
<i>Baccharis pteronioides</i> DC.	2001			
<i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. **	1980	2017		
<i>Baccharis trinervis</i> (Lam.) Pers. **	1980	2017		
<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell.	1977	2014		
<i>Bartlettina calderonii</i> (B.L. Turner) B.L. Turner.	1966	2011	1	
<i>Bartlettina constipatiflora</i> (Klatt) R.M. King & H. Rob.	1987	2015	1	
<i>Bartlettina karvinskiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	1980	2015	1	
<i>Bartlettina macdougallii</i> R.M. King & H. Rob.	1962		1	
<i>Bartlettina oresbia</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	2002			
<i>Bartlettina platyphylla</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	1966			
<i>Bartlettina sordida</i> (Less.) R.M. King & H. Rob.	1978	2007		
<i>Bartlettina tuerckheimii</i> (Klatt) R.M. King & H. Rob.	1999			
<i>Bidens alba</i> (L.) DC.	1989			
<i>Bidens angustissima</i> Kunth.	2018			
<i>Bidens aurea</i> (Aiton) Sherff. **	1959	2016		
<i>Bidens bicolor</i> Greenm.	1971			
<i>Bidens odorata</i> Cav. **		2016		
<i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Sch. Bip. **	1997	2016		
<i>Bidens pueblensis</i> (Sherff) Melchert.		2017		
<i>Bidens sharpii</i> (Sherff) Melchert.	1981	2011	1	
<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.	1965			
<i>Bidens triplinervia</i> Kunth. **	1981	2016		
<i>Brickellia argyrolepis</i> B.L. Rob.	1987			
<i>Brickellia glandulosa</i> (La Llave) McVaugh.	1966			
<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray.	2000			
<i>Calea ternifolia</i> Kunth. **	1978	2016		
<i>Calea urticifolia</i> (Mill.) DC.		2017		
<i>Calendula officinalis</i> L.	1987			1
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	1985			
<i>Chionolaena aecidiocephala</i> (Grierson) Anderb. & S.E. Freire.	1966	2018	1	
<i>Chionolaena eleagnoides</i> Klatt.	1962		1	
<i>Chionolaena salicifolia</i> (Bertol.) G.L. Nesom.	1983	2006		
<i>Chromolaena collina</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	1978			
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	1966			
<i>Cirsium anartiolepis</i> Petr.	1984	2017	1	
<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	1981		1	
<i>Cirsium mexicanum</i> DC.	1980			
<i>Cirsium pinetorum</i> Greenm.	1989		1	
<i>Cirsium subcoriaceum</i> (Less.) Sch. Bip.	1985	2014		
<i>Clibadium arboreum</i> Donn. Sm.	1988			
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist. **	2003	2016		
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	1980			
<i>Conyza coronopifolia</i> Kunth.	2004			
<i>Conyza microcephala</i> Hemsl.	1959	2017		
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker.	1989	2016		
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	1980			
<i>Cosmos crithmifolius</i> Kunth. **	2003	2016		
<i>Cosmos diversifolius</i> Otto.	1965	2016		
<i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Pers.		2017		
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.		2016		
<i>Critonia daleoides</i> DC.	2005			
<i>Critonia hospitalis</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	1982			
<i>Critonia quadrangularis</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	1984			
<i>Critonia sexangularis</i> (Klatt) R.M. King & H. Rob.	1966	2015		

Especie y autor	Primer reporte de recolecta antes de 2005	Año de recolecta después de 2005	Endémica de México	Exótica (Introducida)
<i>Dahlia australis</i> (Sherff) P.D. Sorensen.	1962	2014		
<i>Dahlia coccinea</i> Cav. **	1980	2016		
<i>Dahlia merckii</i> Lehm.	2002	2017	1	
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	1988			
<i>Dahlia tenuicaulis</i> P.D. Sorensen.	1971	2014	1	
<i>Desmanthodium ovatum</i> Benth.	1840		1	
<i>Desmanthodium perfoliatum</i> Benth.	1840	2016	1	
<i>Digitocalia napeifolia</i> (DC.) Pippen.	1962	2017	1	
<i>Dyssodia decipiens</i> (Bartl.) M.C. Johnst.	1978	2011		
<i>Dyssodia papposa</i> (Vent.) Hitchc.		2016		
<i>Dyssodia tagetiflora</i> Lag.	2003	2011	1	
<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L. **	1989	2017		
<i>Electranthera mutica</i> (DC.) Mesfin, D.J. Crawford & Pruski. **	1840	2016		
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.	1966			
<i>Epaltes mexicana</i> Less.	1975			
<i>Erechtites hieracifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	1987	2016		
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Link ex Spreng.) DC.	1965			
<i>Eremosis leiocarpa</i> (DC.) Gleason.	1990			
<i>Eremosis tarchonanthisfolia</i> (DC.) Gleason.		2007	1	
<i>Eremosis tomentosa</i> (Lex.) Gleason.		2011	1	
<i>Erigeron galeottii</i> (A. Gray ex Hemsl.) Greene.	1985	2017	1	
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	1966	2011		
<i>Erigeron longipes</i> DC. **	1959	2017		
<i>Erigeron veracrucensis</i> G.L. Nesom.	1988		1	
<i>Flaveria trinervia</i> (Spreng.) C. Mohr.	2003			
<i>Fleischmannia porphyranthema</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob.	1971		1	
<i>Fleischmannia pycnocephala</i> (Less.) R.M. King & H. Rob.	1966	2009		
<i>Florestina platyphylla</i> (B.L. Rob. & Greenm.) B.L. Rob. & Greenm.**	2003	2017	1	
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. **	1980	2016		
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd.	1959	2016		
<i>Gamochaeta falcata</i> (Lam.) Cabrera.	2001			
<i>Gamochaeta purpurea</i> (L.) Cabrera.	1990			
<i>Grindelia hirtella</i> (B.L. Rob. & Greenm.) Adr. Bartoli & Tortosa.	2002		1	
<i>Grindelia oaxacana</i> G.L. Nesom.	1986		1	
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less.		2015		
<i>Helenium mexicanum</i> Kunth.	1986			
<i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq.) Dunal.	1920	2016		
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav. **	1980	2016		
<i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	1979	2016		
<i>Hidalgoa ternata</i> La Llave.	1987			
<i>Hieracium abscissum</i> Less.	1972	2007		
<i>Hieracium crepidispermum</i> Fr.	1989			
<i>Hieracium dysonymum</i> S.F. Blake.	1983	2016	1	
<i>Hymenostephium cordatum</i> (Hook. & Arn.) S.F. Blake. **		2016		
<i>Iostephane trilobata</i> Hemsl.	1975	2017	1	
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less. **	1959	2016		
<i>Koanophyllon pittieri</i> (Klatt) R.M. King & H. Rob.	1966			
<i>Koanophyllon solidaginoides</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	1965			
<i>Lactuca brachyrrhyncha</i> Greenm.	1988			
<i>Laennecia confusa</i> (Cronquist) G.L. Nesom.	1980			
<i>Laennecia filaginoides</i> DC.	1987	2017		
<i>Laennecia schiedeana</i> (Less.) G.L. Nesom.		2018		
<i>Laennecia sophiifolia</i> (Kunth) G.L. Nesom.	1988	2018		
<i>Lagascea helianthifolia</i> Kunth.	1986	2006		
<i>Lepidaploa salzmannii</i> (DC.) H. Rob.	1966			
<i>Lepidaploa tortuosa</i> (L.) H. Rob.	1988			

Especie y autor	Primer reporte de recolecta antes de 2005	Año de recolecta después de 2005	Endémica de México	Exótica (Introducida)
<i>Lepidonia jonesii</i> (B.L. Turner) H. Rob. & V.A. Funk.	1966	2012	1	
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	1987			1
<i>Liabum bourgeauii</i> Hieron.	1966			
<i>Loxothysanus sinuatus</i> (Less.) B.L. Rob.	1966		1	
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	1987			1
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC. **	1986	2017		
<i>Melampodium gracile</i> Less.		2016		
<i>Melampodium microcephalum</i> Less.	1981			
<i>Melampodium mimulifolium</i> B.L. Rob.	1984	2016	1	
<i>Melampodium montanum</i> Benth.	1839	2009	1	
<i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth	1981	2016		
<i>Melampodium sericeum</i> Lag.	2003			
<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small.	1987			
<i>Microspermum debile</i> Benth.	1962	2016	1	
<i>Mikania cordifolia</i> (L. f.) Willd.	1983			
<i>Mikania hookeriana</i> DC.	1988			
<i>Mikania houstoniana</i> (L.) B.L. Rob.	1966			
<i>Mikania micrantha</i> Kunth.	1966			
<i>Mikania pooleana</i> W.C. Holmes & Vodopich.	1980		1	
<i>Mikania pyramidata</i> Donn. Sm.	1966	2014		
<i>Mikania tonduzii</i> B.L. Rob.	1987			
<i>Montanoa leucantha</i> (Lag.) S.F. Blake.		2006		
<i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	2001		1	
<i>Neomirandea araliifolia</i> (Less.) R.M. King & H. Rob.	1966			
<i>Neurolaena lobata</i> (L.) Cass.	1962			
<i>Neurolaena macrocephala</i> Sch. Bip. ex Hemsl.	1988		1	
<i>Neurolaena oaxacana</i> B.L. Turner.	1970		1	
<i>Osbertia stolonifera</i> (DC.) Greene.	1979	2017		
<i>Oxylobus arbutifolius</i> (Kunth) A. Gray.	1981			
<i>Oxylobus oaxacanus</i> S.F. Blake.	1963		1	
<i>Oxylobus subglabrus</i> R.M. King & H. Rob.	1966	2006	1	
<i>Packera bellidifolia</i> (Kunth) W.A. Weber & A. Löve.	1960		1	
<i>Packera sanguisorbae</i> (DC.) C. Jeffrey.	1970		1	
<i>Packera toluccana</i> (DC.) W.A. Weber & A. Löve.	1982	2018		
<i>Paneroa stachyofolia</i> (B.L. Rob.) E.E. Schill.	1894		1	
<i>Parthenium tomentosum</i> DC.	1979		1	
<i>Pectis linifolia</i> L. **		2017		
<i>Pentacalia parasitica</i> (Hemsl.) H. Rob. & Cuatrec.	1989	2012		
<i>Perymenium discolor</i> Schrad. **	1840	2016		
<i>Perymenium gracile</i> Hemsl.	1965	2016		
<i>Perymenium ovalifolium</i> (A. Gray) B.L. Turner	1988		1	
<i>Philactis zinniioides</i> Schrad. **	1979	2016		
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less. **	1981	2016		
<i>Piptocarpha poeppigiana</i> (DC.) Baker.	1989			
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	1981	2016		
<i>Pityopsis graminifolia</i> (Michx.) Nutt.	1988			
<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G. Don.	1966			
<i>Pluchea salicifolia</i> (Mill.) S.F. Blake.	1986			
<i>Podachaenium eminens</i> (Lag.) Sch. Bip.	1988			
<i>Porophyllum linaria</i> (Cav.) DC.	1980	2006	1	
<i>Porophyllum viridiflorum</i> (Kunth) DC.	1893		1	
<i>Psacaliopsis paneroi</i> (B.L. Turner) C. Jeffrey.	1970		1	
<i>Psacaliopsis pinetorum</i> (Hemsl.) Funston & Villaseñor.	1840		1	
<i>Psacalium amplifolium</i> (DC.) H. Rob. & Brettell.	1962	2017	1	
<i>Psacalium beamanii</i> H. Rob.	1960	2018	1	
<i>Psacalium peltatum</i> (Kunth) Cass.	1962	2016	1	

Especie y autor	Primer reporte de recolecta antes de 2005	Año de recolecta después de 2005	Endémica de México	Exótica (Introducida)
<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (Aubl.) Rohr.	1980			
<i>Pseudognaphalium attenuatum</i> (DC.) Anderb.	1986	2009		
<i>Pseudognaphalium canescens</i> (DC.) Anderb. **		2017		
<i>Pseudognaphalium chartaceum</i> (Greenm.) Anderb.	1987		1	
<i>Pseudognaphalium inornatum</i> (DC.) Anderb.	1966	2009	1	
<i>Pseudognaphalium luteoalbum</i> (L.) Hilliard & B.L. Burt. **	2001	2017		1
<i>Pseudognaphalium monticola</i> (McVaugh) Villarreal, A.E. Estrada & Encina.	1983			
<i>Pseudognaphalium oxyphyllum</i> (DC.) Kirp.		2009		
<i>Pseudognaphalium purpurascens</i> (DC.) Anderb.	1966	2017	1	
<i>Pseudognaphalium roseum</i> (Kunth) Anderb.	1986	2009		
<i>Pseudognaphalium semiamplexicaule</i> (DC.) Anderb.		2016		
<i>Pseudognaphalium viscosum</i> (Kunth) Anderb.	1959			
<i>Psilactis brevilingulata</i> Sch. Bip. ex Hemsl. **		2017		
<i>Roldana angulifolia</i> (DC.) H. Rob. & Brettell.	1970			
<i>Roldana anisophylla</i> (Klatt) Funston.	1960	2009	1	
<i>Roldana aschenborniana</i> (S. Schauer) H. Rob. & Brettell.	1979			
<i>Roldana barba-johannis</i> (DC.) H. Rob. & Brettell.	1966	2007		
<i>Roldana candicans</i> (Née) Villaseñor, S. Valencia & Coombes.	1978	2009	1	
<i>Roldana jurgensenii</i> (Hemsl.) H. Rob. & Brettell.	1845			
<i>Roldana lanicaulis</i> (Greenm.) H. Rob. & Brettell.	1983	2009		
<i>Roldana oaxacana</i> (Hemsl.) H. Rob. & Brettell.	1940	2009	1	
<i>Roldana sartorii</i> (Sch. Bip. ex Hemsl.) H. Rob. & Brettell.	2002	2017	1	
<i>Roldana schaffneri</i> (Sch. Bip. ex Klatt) H. Rob. & Brettell.	1987			
<i>Rumfordia floribunda</i> DC.	1980	2014	1	
<i>Sabazia humilis</i> (Kunth) Cass.		2016	1	
<i>Sabazia multiradiata</i> (Seaton) Longpre.	1997		1	
<i>Sanvitalia angustifolia</i> Engelm. ex A. Gray. **	2003	2017	1	
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. **	1978	2017		
<i>Schistocarpha bicolor</i> Less.	1980		1	
<i>Schistocarpha pedicellata</i> Klatt.	1983		1	
<i>Schistocarpha platyphylla</i> Greenm.	1966	2017		
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze.	1943	2016		
<i>Senecio bracteatus</i> Klatt.	1959	2016		
<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.	1963	2014		
<i>Senecio conzattii</i> Greenm.	1940	2009	1	
<i>Senecio deppeanus</i> Hemsl.	1980	2009		
<i>Senecio picridis</i> S. Schauer.	1982			
<i>Senecio polypodioides</i> (Greene) T. Durand & B.D. Jacks.	1962	2017	1	
<i>Sidneya pinnatilobata</i> (Sch. Bip.) E.E. Schill. & Panero.	1979	2016	1	
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth.	1962	2007		
<i>Sigesbeckia repens</i> B.L. Rob. & Greenm.	1979	2017	1	
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	2002	2016		
<i>Simsia ovata</i> (A. Gray) E.E. Schill. & Panero. **	1983	2017	1	
<i>Simsia sanguinea</i> A. Gray.	1980	2017		
<i>Sinclairia deppeana</i> (Less.) Rydb.	1976		1	
<i>Smallanthus maculatus</i> (Cav.) H. Rob.	1986	2016		
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill. **		2017		1
<i>Sonchus oleraceus</i> L. **	1966	2017		1
<i>Stevia connata</i> Lag.	1986	2017		
<i>Stevia crassifolia</i> Soejima & Yahara.	1995		1	
<i>Stevia decumbens</i> (B.L. Rob. & Greenm.) Greene.	1964		1	
<i>Stevia deltoidea</i> Greene.	1995			
<i>Stevia elatior</i> Kunth. **	1971	2017		
<i>Stevia incognita</i> Grashoff.	2001			
<i>Stevia jorullensis</i> Kunth.	1980	2016		

Especie y autor	Primer reporte de recolecta antes de 2005	Año de recolecta después de 2005	Endémica de México	Exótica (Introducida)
<i>Stevia latifolia</i> Benth.	1995		1	
<i>Stevia lucida</i> Lag. **	1971	2015	1	
<i>Stevia microchaeta</i> Sch. Bip.	1962	2009		
<i>Stevia monardifolia</i> Kunth.	1989		1	
<i>Stevia oligophylla</i> Soejima & Yahara.	1995	2016	1	
<i>Stevia organoides</i> Kunth.	1984		1	
<i>Stevia ovata</i> Willd.		2014		
<i>Stevia polycephala</i> Bertol.	2003		1	
<i>Stevia purpusii</i> B.L. Rob.	1962		1	
<i>Stevia seemannii</i> Sch. Bip.	1980	2014		
<i>Stevia serrata</i> Cav. **	1983	2017		
<i>Stevia suaveolens</i> Lag.	1987	2016		
<i>Stevia subpubescens</i> Lag.	1964	2017	1	
<i>Stevia viscida</i> Kunth. **	2003	2017		
<i>Stramentopappus congestiflorus</i> Redonda-Martínez & Villaseñor.	1983		1	
<i>Stramentopappus pooleae</i> (B.L. Turner) H. Rob. & V.A. Funk.	1966	2017	1	
<i>Symphotrichum expansum</i> (Poepp. ex Spreng.) G.L. Nesom. **	1980	2016		
<i>Symphotrichum moranense</i> (Kunth) G.L. Nesom.	1966	2017		
<i>Symphotrichum trilineatum</i> (Sch. Bip. ex Klatt) G.L. Nesom.	1842			
<i>Tagetes erecta</i> L.	1984	2016		
<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	1978	2007		
<i>Tagetes foetidissima</i> DC.		2017		
<i>Tagetes lucida</i> Cav. **	1959	2016		
<i>Tagetes micrantha</i> Cav. **	1969	2017		
<i>Tagetes subulata</i> Cerv.		2017		
<i>Tagetes tenuifolia</i> Cav.	1978	2016		
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch. Bip.	1981			1
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg. **	1988	2017		1
<i>Telanthophora andrieuxii</i> (DC.) H. Rob. & Brettell.	1945	2009	1	
<i>Telanthophora cobanensis</i> (J.M. Coult.) H. Rob. & Brettell.	1992	2017		
<i>Telanthophora grandifolia</i> (Less.) H. Rob. & Brettell.	1970	2014		
<i>Telanthophora liebmannii</i> (Buchinger ex Klatt) H. Rob. & Brettell.	1960	2009	1	
<i>Telanthophora uspantanensis</i> (J.M. Coult.) H. Rob. & Brettell.	1962	2007		
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.	2003			
<i>Tithonia longiradiata</i> (Bertol.) S.F. Blake.	1999			
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	1978	2016		
<i>Tridax brachylepis</i> Hemsl.	2003	2016	1	
<i>Tridax coronopifolia</i> (Kunth) Hemsl.	1979	2016	1	
<i>Tridax procumbens</i> L.		2016		
<i>Trigonospermum melampodioides</i> DC.	1981	2016		
<i>Trixis alata</i> D. Don.	1988		1	
<i>Trixis pringlei</i> B.L. Rob. & Greenm.	1986		1	
<i>Verbesina abscondita</i> Klatt.	1979		1	
<i>Verbesina crassipes</i> B.L. Rob. & Greenm.	1986		1	
<i>Verbesina hypoglauca</i> Sch. Bip. ex Klatt.	1841			
<i>Verbesina perymenioides</i> Sch. Bip. ex Klatt.	1842	2014		
<i>Verbesina sericea</i> Kunth & Bouché. **	1983	2017	1	
<i>Verbesina turbacensis</i> Kunth.	1980	2014		
<i>Verbesina virgata</i> Cav.	1978	2009	1	
<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	1980	2012		
<i>Vernonia karvinskiana</i> DC.	1978	2007	1	
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.		2016		
<i>Xanthium strumarium</i> L.	2001			
<i>Zaluzania montagnifolia</i> (Sch. Bip.) Sch. Bip.	2001		1	
<i>Zexmenia serrata</i> La Llave.	1976			
<i>Zinnia elegans</i> Jacq.	1988			
<i>Zinnia peruviana</i> (L.) L. **	1980	2016		

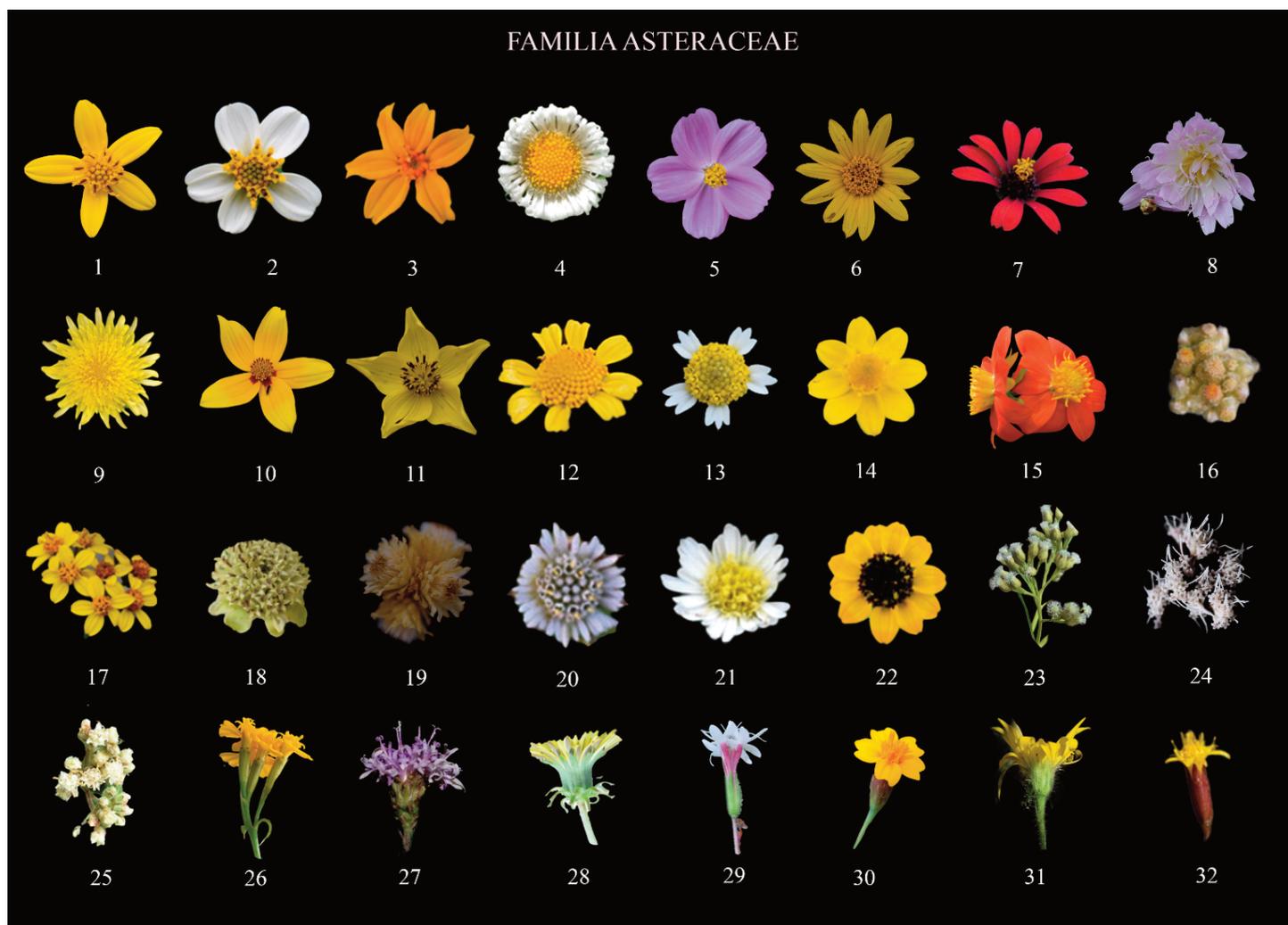


Figura A1. Imágenes de algunas de las especies registradas en la Universidad de la Sierra Juárez. 1) *Electranthera mutica*, 2) *Bidens odorata*, 3) *Aldama dentata*, 4) *Erigeron longipes*, 5) *Cosmos crithmifolius*, 6) *Aldama ghiesbreghtii*, 7) *Zinnia peruviana*, 8) *Pinaropappus roseus*, 9) *Sonchus oleraceus*, 10) *Bidens bicolor*, 11) *Bidens triplinervia*, 12) *Acmella repens*, 13) *Galinsoga parviflora*, 14) *Melampodium divaricatum*, 15) *Dahlia coccinea*, 16) *Pseudognaphalium luteoalbum*, 17) *Hymenostephium cordatum*, 18) *Verbesina sericea*, 19) *Baccharis heterophylla*, 20) *Eclipta prostrata*, 21) *Symphotrichum expansum*, 22) *Sanvitalia procumbens*, 23) *Baccharis salicifolia*, 24) *Ageratina rhomboidea*, 25) *Calea ternifolia*, 26) *Tagetes lucida*, 27) *Vernonia karvinskiana*, 28) *Taraxacum officinale*, 29) *Stevia elatior*, 30) *Tagetes tenuifolia*, 31) *Heterotheca inuloides*, 32) *Pectis linifolia*. Fotos: Mario Suárez, arreglo: Irene Bautista.

Figure A1. Images of some of the species recorded at the Universidad de la Sierra Juárez. 1) *Electranthera mutica*, 2) *Bidens odorata*, 3) *Aldama dentata*, 4) *Erigeron longipes*, 5) *Cosmos crithmifolius*, 6) *Aldama ghiesbreghtii*, 7) *Zinnia peruviana*, 8) *Pinaropappus roseus*, 9) *Sonchus oleraceus*, 10) *Bidens bicolor*, 11) *Bidens triplinervia*, 12) *Acmella repens*, 13) *Galinsoga parviflora*, 14) *Melampodium divaricatum*, 15) *Dahlia coccinea*, 16) *Pseudognaphalium luteoalbum*, 17) *Hymenostephium cordatum*, 18) *Verbesina sericea*, 19) *Baccharis heterophylla*, 20) *Eclipta prostrata*, 21) *Symphotrichum expansum*, 22) *Sanvitalia procumbens*, 23) *Baccharis salicifolia*, 24) *Ageratina rhomboidea*, 25) *Calea ternifolia*, 26) *Tagetes lucida*, 27) *Vernonia karvinskiana*, 28) *Taraxacum officinale*, 29) *Stevia elatior*, 30) *Tagetes tenuifolia*, 31) *Heterotheca inuloides*, 32) *Pectis linifolia*. Photos: Mario Suárez, arrangement: Irene Baptist.