



Acta botánica mexicana

ISSN: 0187-7151

ISSN: 2448-7589

Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío

Zacarías-Correa, Ana Gabriela; Guzmán-Díaz, Salvador; Pérez-Calix, Emmanuel  
Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género *Penstemon*  
(Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México

Acta botánica mexicana, núm. 126, e1428, 2019  
Instituto de Ecología A.C., Centro Regional del Bajío

DOI: <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1428>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57469756026>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM  
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto



**Acta Botanica  
Mexicana**

# Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género *Penstemon* (Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México

## Taxonomy, and geographic and ecological distribution of the genus *Penstemon* (Plantaginaceae) in the Trans-Mexican Volcanic Belt, Mexico

Ana Gabriela Zacarías-Correa<sup>1,2</sup> , Salvador Guzmán-Díaz<sup>1</sup> , Emmanuel Pérez-Calix<sup>1</sup> 

### Resumen:

**Antecedentes y Objetivos:** *Penstemon* es uno de los géneros más diversos de la familia Plantaginaceae con cerca de 283 especies distribuidas desde Alaska hasta Guatemala. Para México se citan al menos 50 especies; sin embargo, hasta la fecha se conoce muy poco sobre su taxonomía, distribución, diversidad y estado de conservación. Considerando la riqueza, composición y grado de endemismo de la flora de la Faja Volcánica Transmexicana, se piensa que es una región esencial para realizar un primer acercamiento sobre el conocimiento del género *Penstemon* en México.

**Métodos:** Se analizaron los estudios florísticos de la Faja Volcánica Transmexicana, bases de datos en línea y los tratamientos taxonómicos de *Penstemon*; se revisaron los ejemplares del género depositados en 12 herbarios del centro de México y se evaluó el estado de conservación de sus especies. Además, se analizaron los patrones de distribución geográfica y ecológica de las especies de *Penstemon* en la provincia de estudio a través de un análisis biogeográfico cuantitativo.

**Resultados clave:** Se documenta la presencia, y se analizan patrones de distribución, de nueve taxa de *Penstemon* para la Faja Volcánica Transmexicana. Se enlistan los taxa encontrados, nombres válidos, sinonimias, descripciones morfológicas, estado de conservación y mapas de distribución.

**Conclusiones:** Aunque no se localizó ningún taxón de *Penstemon* endémico de la Faja Volcánica Transmexicana, es importante señalar que en esta provincia se concentra la mayor parte del área de distribución de cinco de los nueve taxa tratados. Además, se descubrió que la porción oriental de la Faja Volcánica Transmexicana es la región donde se registra la mayor riqueza de especies del género de estudio.

**Palabras clave:** biogeografía, diversidad, endemismo, *Fasciculus*, patrones de distribución.

### Abstract:

**background and Aims:** *Penstemon* is one of the most diverse genera within Plantaginaceae, with around 283 species occurring from Alaska to Guatemala. At least 50 species are cited in the literature for Mexico; however, until now little is known about their taxonomy, distribution, diversity as well as their conservation status. Due to the richness, the composition and the endemism of the flora of the Trans-Mexican Volcanic Belt, it is considered as an important region to realize a first approximation of the knowledge about the genus *Penstemon* in Mexico.

**Methods:** Floristic treatments of the Trans-Mexican Volcanic Belt, online databases as well as taxonomic studies of the genus were analyzed, specimens of *Penstemon* deposited in 12 herbaria in central Mexico were revised and the conservation status of each species was evaluated. In addition, we analyzed the distribution patterns of the *Penstemon* species from the study area through a quantitative biogeographic study.

**Key results:** We documented and analyzed the distribution patterns of nine taxa of *Penstemon* for the Trans-Mexican Volcanic Belt. We listed the taxa found as well as valid names, synonyms, morphological descriptions, conservation status, and distribution maps.

**Conclusions:** Although no endemic *Penstemon* taxa of the Trans-Mexican Volcanic Belt were found, it is important to note that the largest part of the distribution area of five of the nine treated taxa is concentrated in this province. Moreover, it was discovered that the eastern portion of the Trans-Mexican Volcanic Belt is the region where the largest species richness of the studied genus occurs.

**Key words:** biogeography, distribution patterns, diversity, endemism, *Fasciculus*.

1 Instituto de Ecología, A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío, Avenida Lázaro Cárdenas 253, Col. Centro, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

2 Autor para la correspondencia: [agabriela.zacarias@gmail.com](mailto:agabriela.zacarias@gmail.com)

Recibido: 13 de julio de 2018.

Revisado: 3 de septiembre de 2018.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 19 de octubre de 2018.

Publicado Primero en línea: 24 de enero de 2019.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 126 (2019).

Citar como:

Zacarías-Correa, A. G., S. Guzmán-Díaz y E. Pérez-Calix. 2019. Taxonomía, distribución geográfica y ecológica del género *Penstemon* (Plantaginaceae) en la Faja Volcánica Transmexicana, México. Acta Botanica Mexicana 126: e1428. DOI: 10.21829/abm126.2019.1428



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 International).

e-ISSN: 2448-7589

## Introducción

La familia Plantaginaceae, en su más reciente circunscripción, está integrada por cerca de 90 géneros y 1900 especies de distribución cosmopolita, aunque con una alta diversidad en zonas templadas (Stevens, 2001). Los géneros mejor conocidos, posiblemente por su importancia como plantas de ornato y medicinal, son *Angelonia* Bonpl., *Antirrhinum* L., *Bacopa* Aubl., *Digitalis* L., *Gratiola* L., *Limnophila* R. Br., *Linaria* Mill., *Penstemon* Schmidel, *Plantago* L., *Scoparia* L. y *Veronica* L. En México, la familia está representada por 29 géneros y unas 206 especies, lo que la ubica en el lugar 22 de las familias de angiospermas más diversas del país; los géneros con mayor número de especies son *Penstemon* (58), *Russelia* Jacq. (43) y *Plantago* (15) (Villaseñor, 2016).

*Penstemon* está conformado por plantas herbáceas perennes o subarborescentes que se caracterizan por llevar hojas opuestas sésiles, inflorescencia terminal, paniculiforme o tirsoide, corola bilabiada, tubular o ventricosa de color violeta, azul, rojo, púrpura o blanco; androceo de cuatro estambres y un estaminodio (Bentham, 1846). Presenta variación en la forma, tamaño y color de sus flores, así como en su morfología vegetativa (Straw, 1966). Con cerca de 283 especies es considerado el género con el mayor número de endemismos en Norteamérica. Se distribuye en Alaska, Canadá, Estados Unidos de América, México y Guatemala (Wolfe et al., 2006). De acuerdo con Straw (1966), *Penstemon* se originó en la región de las Montañas Rocosas, en el occidente de Estados Unidos de América, a finales del Terciario. Por su parte, Wolfe et al. (2002) proponen una radiación post-Terciaria del género dada su notable diversidad floral y vegetativa. Gran parte de la diversidad de *Penstemon* se asocia con su adaptación a diferentes polinizadores, a hábitats fragmentados asociados con eventos del Pleistoceno y a su especiación por hibridación (Wolfe et al., 2006).

La más reciente clasificación del género es la propuesta por Lodewick y Lodewick (1999), quienes con base en la morfología floral y vegetativa, así como en el patrón de dehiscencia de las anteras, dividen *Penstemon* en seis subgéneros, 12 secciones y 23 subsecciones distribuidas de la siguiente manera: subgéneros *Cryptostemon* D.D. Keck y *Dissecti* (Benth.) Pennell (monotípicos), *Dasanthera* (Raf.) Pennell (nueve especies), *Penstemon* (incluye 182 de cerca de 283 especies del género, nueve secciones y 20 sub-

secciones), *Habroanthus* Crosswh. (dos secciones) y *Saccanthera* (Benth) A. Gray (una sección y tres subsecciones).

El número de especies que se cita para México varía de 50 (APS, 2017), 58 (Villaseñor, 2016), 60 (Méndez-Larios y Villaseñor, 2001) y hasta 65 (Villaseñor, 2004), según el autor. Algunos de los *Penstemon* mexicanos se describieron a partir de material cultivado en jardines botánicos europeos a finales del siglo XVIII y principios del XIX. La expedición científica de la Nueva España propició el cultivo de plantas mexicanas en los Jardines Botánicos de Madrid, como es el caso de *Chelone campanulata* Cav. (*Penstemon campanulatus* (Cav.) Willd.) y *C. barbata* Cav. (*P. barbatus* (Cav.) Roth) (Sprague y Bullock, 1938). Años después, las exploraciones de A. Humboldt y A. Bonpland permitieron conocer otras cuatro especies, entonces descritas como *Chelone* L. (*C. imberbis* Kunth, *C. gentianoides* Kunth, *C. elegans* Kunth y *C. angustifolia* Kunth). Por su parte, Don (1830) documentó, dentro de las plantas cultivadas en Gran Bretaña, siete especies nativas de México: *Chelone gentianoides*, *C. barbata*, *Penstemon atropurpureus* (Sweet) G. Don, *P. campanulatus*, *P. elegans* Trautv. ex Hemsl., *P. kunthii* G. Don y *P. roseus* (Cerv. ex Sweet) G. Don.

La mayoría de las especies de *Penstemon* habita en zonas alpinas; sin embargo, algunas ocurren en zonas áridas y desérticas (Lodewick y Lodewick, 1999). Uno de los roles ecológicos más importantes de algunas de sus especies estriba en que son plantas pioneras de suelos rocosos o arenosos; habitan en parajes con perturbaciones naturales como zonas de desprendimientos de roca y taludes, lo que las hace potencialmente útiles para el control de la erosión (Lodewick y Lodewick, 1999). Algunos de los usos más recientes del género tienen que ver con el área farmacéutica puesto que en años recientes se han realizado investigaciones relacionadas con la extracción de compuestos fenilpropanoides como el verbascósido (acteósido) y el equinacósido a partir de las especies *Penstemon barbatus*, *P. campanulatus* y *P. gentianoides* (Kunth) Poir. Esas sustancias actúan como neuroprotectores, hepatoprotectores, anti-inflamatorios y antineoplásicos (Domínguez et al., 2005, 2007; Xie et al., 2010, 2012; García-Rodríguez et al., 2011). Sin embargo, los integrantes de este género son profílicamente utilizados en la horticultura con fines ornamentales, pues diversas especies de *Penstemon* califican entre

las plantas silvestres con flores vistosas y de fácil cultivo, por lo que forman parte de catálogos de plantas para jardín de bajo mantenimiento (Meyer, 2008).

A pesar de su importancia ecológica, de sus potenciales aplicaciones en la industria farmacéutica y de su producción como plantas de ornato, no existe un estudio sobre los miembros mexicanos de *Penstemon* en el que se incluyan datos sobre su distribución geográfica y ecológica, sus usos, y el estado de conservación de sus especies. Los trabajos más importantes sobre la taxonomía de grupos selectos del género para el país son los de Straw (1959, 1962, 1963, 1984) y Crosswhite (1966, 1967, 1970).

De acuerdo con Straw (1966), las especies de *Penstemon* que ocurren en México y Guatemala están asociadas preferentemente con bosques de coníferas y de encinos, como una evidencia del origen boreal del género. Las zonas montañosas con elevaciones iguales o superiores a 2000 m, las comunidades vegetales boscosas, así como la historia geológica de la Faja Volcánica Transmexicana han hecho de ésta una región biológica única en México, por lo que se han realizado diversas investigaciones para conocer su biodiversidad. El estudio de la flora ha sido uno de los principales rubros. Ejemplos de ello son los trabajos de Clausen (1959) quien reporta 28 especies de *Sedum* L. con 15 elementos endémicos, González (1991) registra 16 especies de *Festuca* L. con seis integrantes endémicos, Contreras-Medina et al. (2007) documentan 22 especies de *Pinus* L. y tres de *Abies* Mill. con una especie endémica cada uno; Valencia (2007) reconoce 36 especies de *Quercus* L. con cuatro elementos endémicos, y Guzmán (2017) reporta 78 integrantes de la familia Crassulaceae de las cuales 38 son especies endémicas de la zona de estudio.

La Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) es una de las 19 provincias biogeográficas en las que se divide el territorio mexicano (CONABIO, 1997). Se extiende desde la costa del Pacífico en San Blas, Nayarit, y Bahía de Banderas, Jalisco, hasta la costa del Golfo de México en Palma Sola, Veracruz (Gómez-Tuena et al., 2005). Se considera una región biológica y geológica distinta, tanto por su origen (Mioceno Medio-Mioceno Tardío) como por su particular orientación E-W, con respecto al resto de las provincias fisiográficas (Ferrusquía-Villafranca, 2007). Las elevaciones más importantes de esta región van de 3986 m (Volcán de

Fuego), 4090 m (Cofre de Perote), 5450 m (Popocatepetl), y hasta 5650 m (Pico de Orizaba); además de altitudes promedio de 2000 m correspondientes a los amplios valles que se intercalan entre esas montañas. De acuerdo con Gómez-Tuena et al. (2005), el territorio de la Faja Volcánica Transmexicana puede dividirse para su estudio en los sectores Occidental (Nayarit, Jalisco y Guanajuato); Central (Guanajuato y Michoacán) y Oriental (Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, México, Ciudad de México y Morelos). Las principales comunidades vegetales de la FVTM son bosque de coníferas, encinos, tropical perennifolio, tropical subcaducifolio, tropical caducifolio y espinoso; pastizal y matorral xerófilo (Rzedowski, 1978).

Considerando la heterogeneidad espacial, la riqueza y composición de su flora y el grado de endemismo que alberga, así como su particular orientación geográfica con respecto al resto de las provincias geográficas de México, se considera que la FVTM es una región fundamental para hacer un primer acercamiento sobre el conocimiento de la diversidad del género *Penstemon* en México. En este trabajo se presenta la distribución geográfica y ecológica, el análisis de los patrones de distribución geográfica encontrados, la revisión taxonómica (que incluye nombres válidos, sinonimias, descripciones morfológicas y clave para la determinación de los taxa), datos acerca de la fenología y el estado de conservación, así como mapas de distribución de los taxa de *Penstemon* que ocurren en la FVTM.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El área de estudio se delimitó utilizando el consenso para las provincias biogeográficas de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1997); que corresponde con la descrita por Morrone et al. (2002) y abarca el territorio de 14 estados de la República Mexicana (Ciudad de México, Colima, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Oaxaca, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz).

### Análisis biogeográfico de *Penstemon* en la Faja Volcánica Transmexicana

Se siguió el método propuesto por Murguía y Rojas (2001) y Kreft y Jetz (2010), de acuerdo con el cual se dividió el área



de estudio en Unidades Geográficas Operativas (UGOs) de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  (aproximadamente  $52 \times 55$  km) sobre el área de estudio. Se creó una matriz de presencia/ausencia de las especies registradas en cada UGO, codificando la presencia con “1” y la ausencia con “0”. Se obtuvo una matriz de distancias de UGOs calculando el índice de disimilitud de Sørensen ( $I_s = 2c/(a+b)$ ; donde: a=número de especies del sitio A, b=número de especies del sitio B, c=número de especies presentes en ambos sitios A y B), y después se construyó un dendrograma empleando el método de ligamiento por pares mediante agrupamiento promedio no ponderado (UPGMA) en el paquete estadístico R (R Core Team, 2015). Los grupos resultantes en el dendrograma se representaron gráficamente en mapas mediante el programa QGIS (QGIS, 2016).

### Distribución geográfica y ecológica

Se revisaron inventarios florísticos de regiones particulares de la Faja Volcánica Transmexicana donde se menciona la presencia de alguna(s) de las especies de *Penstemon*. Para el estado de Michoacán se revisaron los siguientes: López (1989), Cerro del Tzirate, municipio Quiroga; Huerta (1990), Cerro del Quinceo, municipio Morelia; Pérez-Calix (1991), Cuenca del lago de Zirahuén, municipio Salvador Escalante; Medina (1992), cuenca del Río Chiquito, municipio Morelia; Torres (1994), Cerro de Patamban, municipios Tangancícuaro y Los Reyes; Silva (1996), Los Pedregales, municipio Huaniqueo; Martínez (1997) y Medina et al. (2000), municipio Nuevo San Juan Parangaricutiro; García et al. (2002), Parque Nacional Pico de Tancítaro, municipio Tancítaro; Cornejo (2002), Zonas núcleo de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca. Para el estado de Guanajuato: Rubio (1993), Sierra de los Agustinos, municipio Acámbaro; Martínez y Téllez (2004), Sierra de Santa Rosa, municipio Guanajuato. Para el centro de México: Zepeda y Velázquez (1999), Sierra de Nanchichitla, estado de México; Sánchez-González y López-Mata (2003), Sierra Nevada, Distrito Federal; Rodríguez (2005), Cuenca del Valle de México, Distrito Federal, México e Hidalgo; Almeida-Leñero et al. (2007), Volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca, Distrito Federal, Estado de México y Puebla; Martínez et al. (2007), Sierra de Taxco, Morelos y Estado de México; Rivera y Espinoza (2007), Distrito Federal. Como complemento de la información bibliográfica

se documentaron los datos de distribución citados en las etiquetas de colecta de especímenes revisados en 12 herbarios del centro de México.

A partir de la información recabada, se elaboró una base de datos donde se anotó la distribución geográfica de cada especie. Para analizar su distribución ecológica, las localidades georreferenciadas de cada una de ellas se sobrepusieron sobre las versiones digitales de los mapas de tipos de clima (INEGI, 2008), edafología (INEGI, 2013a), tipos de roca (INEGI, 1983), uso de suelo y vegetación (INEGI, 2013b) y el continuo nacional de elevación (INEGI, 2013c) utilizando el programa QGIS versión 2.16.2 (QGIS, 2016). La distribución de las especies se analizó en función de estas variables ambientales.

### Taxonomía

Se revisaron las siguientes publicaciones relacionadas con la taxonomía del género: Los *Penstemon* de México I, II y III (Straw, 1959; 1962; 1963). Revisión de *Penstemon* (Sección *Leptostemon*) Serie *Racemosi* (Crosswhite, 1970). La familia Scrophulariaceae en México: Diversidad y Distribución, (Méndez-Larios y Villaseñor, 2001). Taxonomía del complejo *Penstemon campanulatus* (Scrophulariaceae) y descripción de nuevas especies (Turner, 2010), además del trabajo de investigación de La Sociedad Americana de *Penstemon* (APS, 2017). Se consultaron las bases de datos en línea de Missouri Botanical Garden (TROPICOS, 2018) e IPNI (2018) y se examinó y corroboró la determinación taxonómica de los ejemplares depositados en los herbarios CHAPA, CIMI, EBUM, ENCB, GUADA, HUAP, IBUG, IEB, MEXU, QMEX, XAL y XALU (acrónimos sensu Thiers, B. (2017, continuously updated)).

### Estado de Conservación

Se evaluó el estado de conservación de las especies de *Penstemon* que ocurren en la FVTM utilizando como guía las normas y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012).

## Resultados

### Análisis biogeográfico de *Penstemon* en la Faja Volcánica Transmexicana

Después de dividir la FVTM en Unidades Geográficas Operativas (UGOs) se obtuvieron 75 unidades; las UGOs que no

contenían ninguna especie se eliminaron del análisis, quedando sólo 43 UGOs, las cuales fueron numeradas siguiendo un orden de norte a sur y de oeste a este (Fig. 1). Posteriormente se les asignó un nombre de acuerdo con el municipio de mayor extensión ubicado en dicha UGO (Cuadro 1).

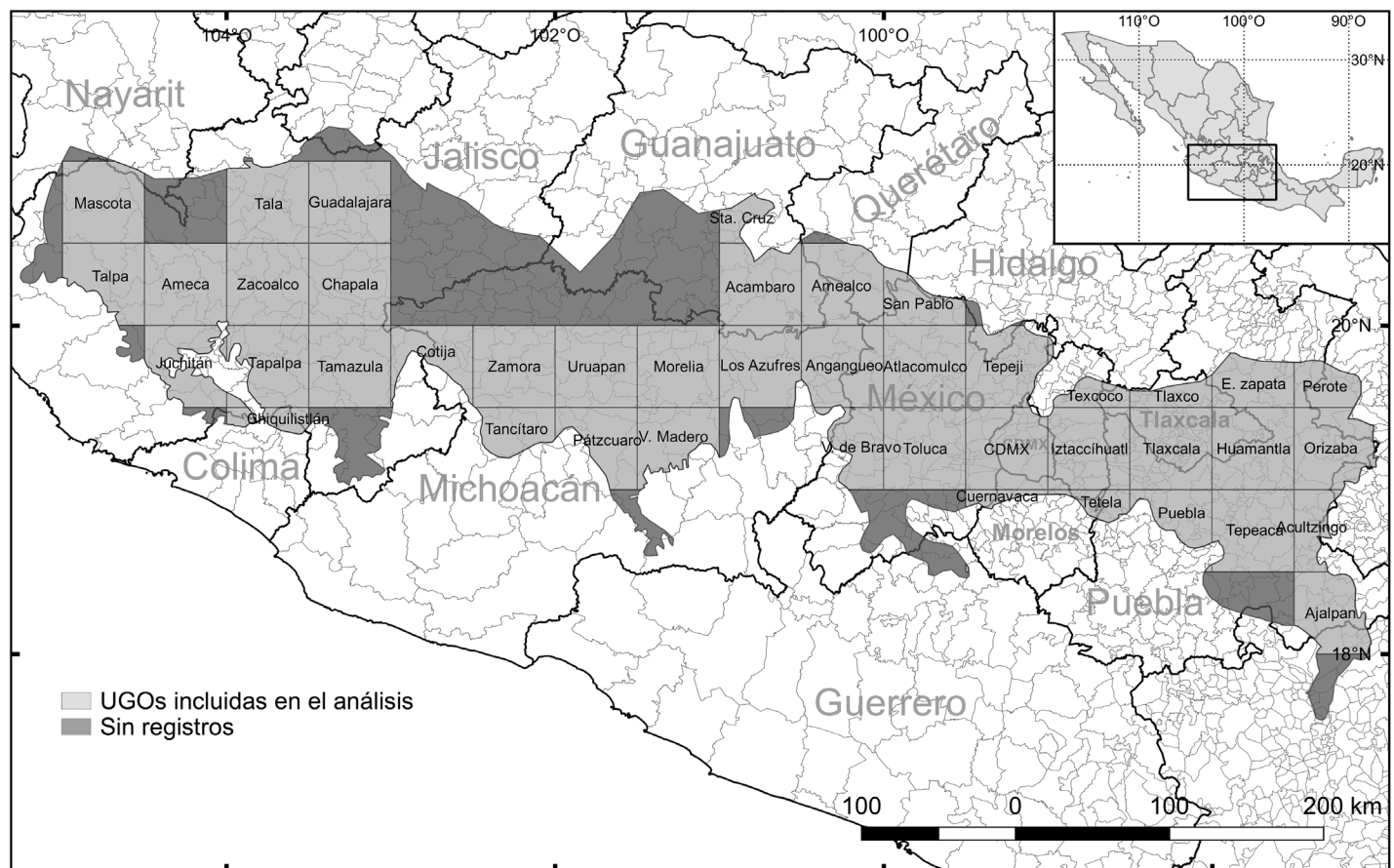
El género *Penstemon* se distribuye de manera casi homogénea en las 43 UGOs analizadas (Fig. 2); sin embargo, se observa una mayor riqueza de especies por UGOs hacia la porción oriental de la FVTM (región centro oriental del Estado de México, Ciudad de México, Puebla, Tlaxcala y Veracruz). Se observa, además, una franja en la que no existen registros del género; esta región comprende la ciénega del Lago Chapala, el suroeste de Guanajuato y el norte de Michoacán.

Algunas especies mostraron una distribución restringida, *Penstemon hartwegii* Benth. y *P. isophyllus* B.L. Rob. se localizan en cinco o menos UGOs y *P. amphorellae* Crosswh.

se encuentra restringida a una, mientras que *P. barbatus*, *P. campanulatus*, *P. gentianoides*, *P. miniatus* Lindl. y *P. roseus* se distribuyen en 15 o más. Las unidades con mayor número de especies fueron Tepeji del Río, CDMX, Iztaccíhuatl, Tlaxcala, Perote y Orizaba con seis especies cada una; 10 UGOs presentaron una sola: Talpa, Juchitán, Zacoalco, Chiquilistlán, Tamazula de Gordiano, Cotija, San Pablo, Tetela del Volcán, Puebla, Tepeaca y Ajalpan. En promedio se obtuvieron tres especies por UGOs.

Con base en el dendrograma generado, a partir del método de agrupamiento promedio no ponderado (UPGMA), se lograron identificar cinco grupos con valores de índice de disimilitud mayores a 0.5. Los grupos de UGOs están conformados de la siguiente manera (Fig. 3) y se representan geográficamente en la figura 4:

1. Santa Cruz de Juventino Rosas, Puebla y Ajalpan, en todas se registra *P. barbatus*; mientras que en San-



**Figura 1:** División de la Faja Volcánica Transmexicana en 43 Unidades Geográficas Operativas (UGOs) de  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ . Las zonas sombreadas indican áreas sin registros que no fueron consideradas en el análisis.

**Cuadro 1:** Unidades Geográficas Operativas (UGOs) tomadas en cuenta para el análisis biogeográfico y su ubicación en la Faja Volcánica Transmexicana.

UGO	Nombre	Localización	UGO	Nombre	Localización
1	Mascota	Oeste de Jalisco, límite con Nayarit	23	Angangueo	Occidente de Michoacán
2	Talpa	Oeste de Jalisco, límite con Nayarit	24	Valle de Bravo	Occidente del Estado de México
3	Ameca	Oeste de Jalisco, límite con Nayarit	25	San Pablo	Sureste de Querétaro, límite con México
4	Juchitán	Centro occidente de Jalisco	26	Atlacomulco de Fabela	Noroeste del Estado de México
5	Tala	Centro de Jalisco	27	Toluca	Centro del Estado de México
6	Zacoalco	Centro de Jalisco	28	Tepeji del Río	Norte del Estado de México
7	Tapalpa	Sur de Jalisco	29	CDMX	Ciudad de México y Norte de Morelos
8	Chiquilistlán	Sur de Jalisco, límite con Colima	30	Cuernavaca	Noroeste del Morelos, límite Ciudad de México
9	Guadalajara	Centro de Jalisco	31	Texcoco	Oriente del Estado México
10	Chapala	Centro oriente de Jalisco	32	Iztaccíhuatl	Este del Estado de México y límite con Puebla
11	Tamazula de Gordiano	Sureste de Jalisco	33	Tetela del Volcán	Noreste de Morelos, límite con Puebla
12	Cotija	Occidente de Michoacán, límite con Jalisco	34	Tlaxco	Norte de Tlaxcala
13	Zamora	Occidente de Michoacán	35	Tlaxcala	Centro de Tlaxcala y límite con Puebla
14	Uruapan	Occidente de Michoacán	36	Puebla	Centro oeste de Puebla
15	Tancítaro	Occidente de Michoacán	37	Emiliano Zapata	Norte de Puebla
16	Pátzcuaro	Centro de Michoacán	38	Huamantla	Partes Norte y Oriente de Tlaxcala y límite con Puebla
17	Morelia	Norte de Michoacán	39	Tepeaca	Sur de Puebla
18	Villa Madero	Centro de Michoacán	40	Perote	Zona limítrofe entre Veracruz y Puebla
19	Santa Cruz de Juventino Rosas	Centro norte de Guanajuato	41	Orizaba	Zona limítrofe entre Veracruz y Puebla
20	Acámbaro	Sureste de Guanajuato	42	Acultzingo	Zona limítrofe entre Veracruz y Puebla
21	Los Azufres	Occidente de Michoacán	43	Ajalpan	Sur de Puebla, límite con Oaxaca
22	Amealco de Bonfil	Sur de Querétaro			

ta Cruz de Juventino Rosas se encuentra además *P. amphorellae*;

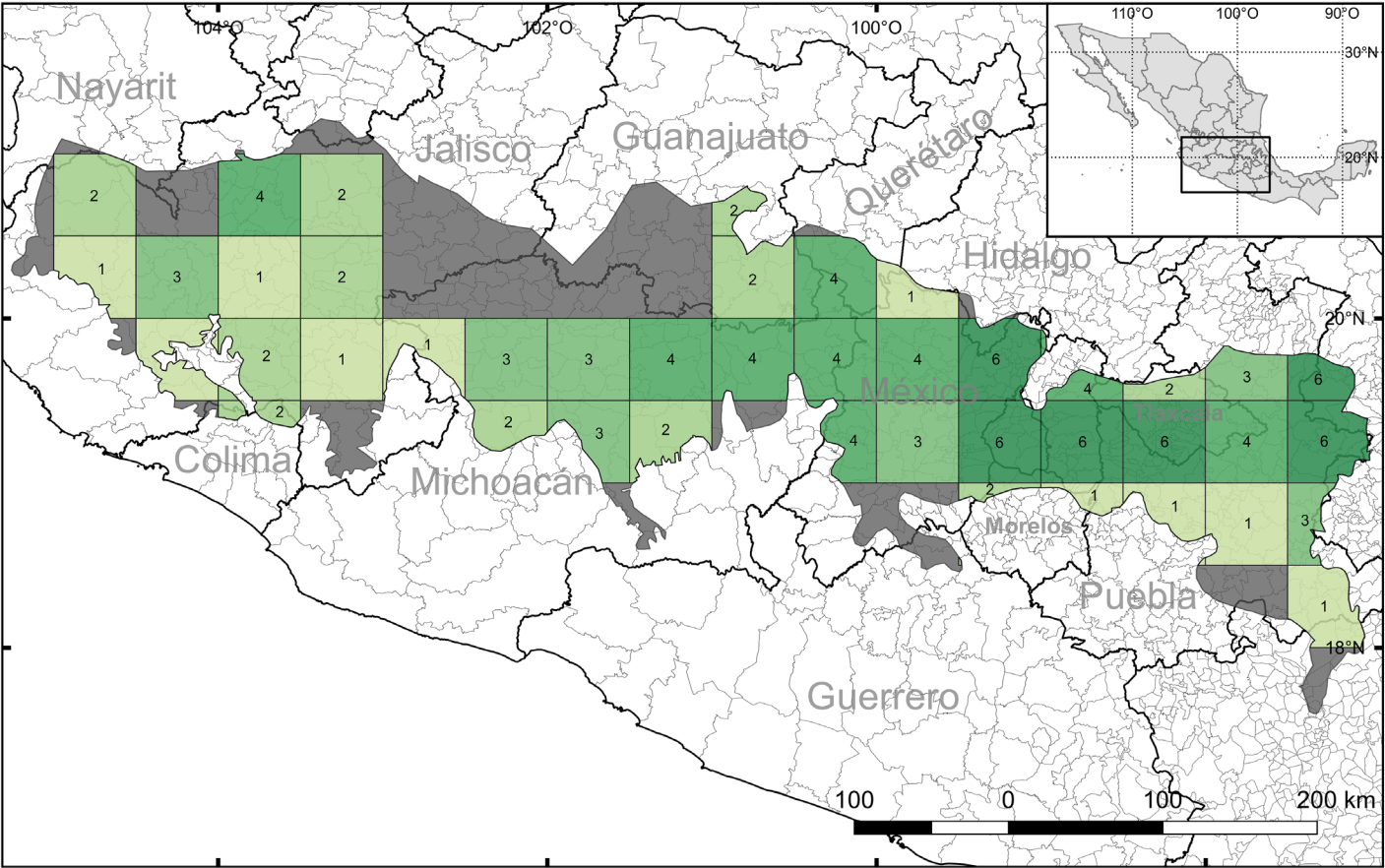
2. Valle de Bravo, Atlacomulco de Fabela, Toluca, Tepeji del Río, CDMX, Texcoco, Iztaccíhuatl, Tlaxcala, Huamantla, Perote, Orizaba y Acultzingo, en las cuales se distribuye *P. gentianoides*; otras especies que se encuentran en 11 de las UGOs mencionadas son *P. barbatus* (ausente en Valle de Bravo) y *P. roseus* (ausente en Acultzingo);
3. Mascota, Talpa, Ameca, Tala, Tapalpa, Chiquilistlán, Guadalajara, Chapala, Zamora, Uruapan, Tancítaro, Pátzcuaro, Morelia, Acámbaro, Los Azufres, Amealco de Bonfil, Angangueo, Cuernavaca, Tetela del Volcán, Emiliano Zapata y Tepeaca, en todas se encuentra *P.*

*roseus*, mientras que *P. miniatus* Lindl. subsp. *apateticus* (Straw) Straw y *P. campanulatus* se encuentran en 14 y 11 UGOs, de este grupo, respectivamente.

4. Juchitán, Zacoalco, Tamazula de Gordiano, Cotija y Villa Madero, las cuales comparten a *P. miniatus* subsp. *apateticus*.
5. San Pablo y Tlaxco, donde se distribuye *P. gentianoides*.

### Distribución geográfica y ecológica

Como resultado de la investigación bibliográfica, de la revisión de cerca de 1500 ejemplares de herbario y de la consulta de bases de datos especializadas, se determinó que en la FVTM ocurren nueve taxa de *Penstemon* pertenecientes a los subgéneros *Penstemon* y *Habroanthus* (Cuadro 2),

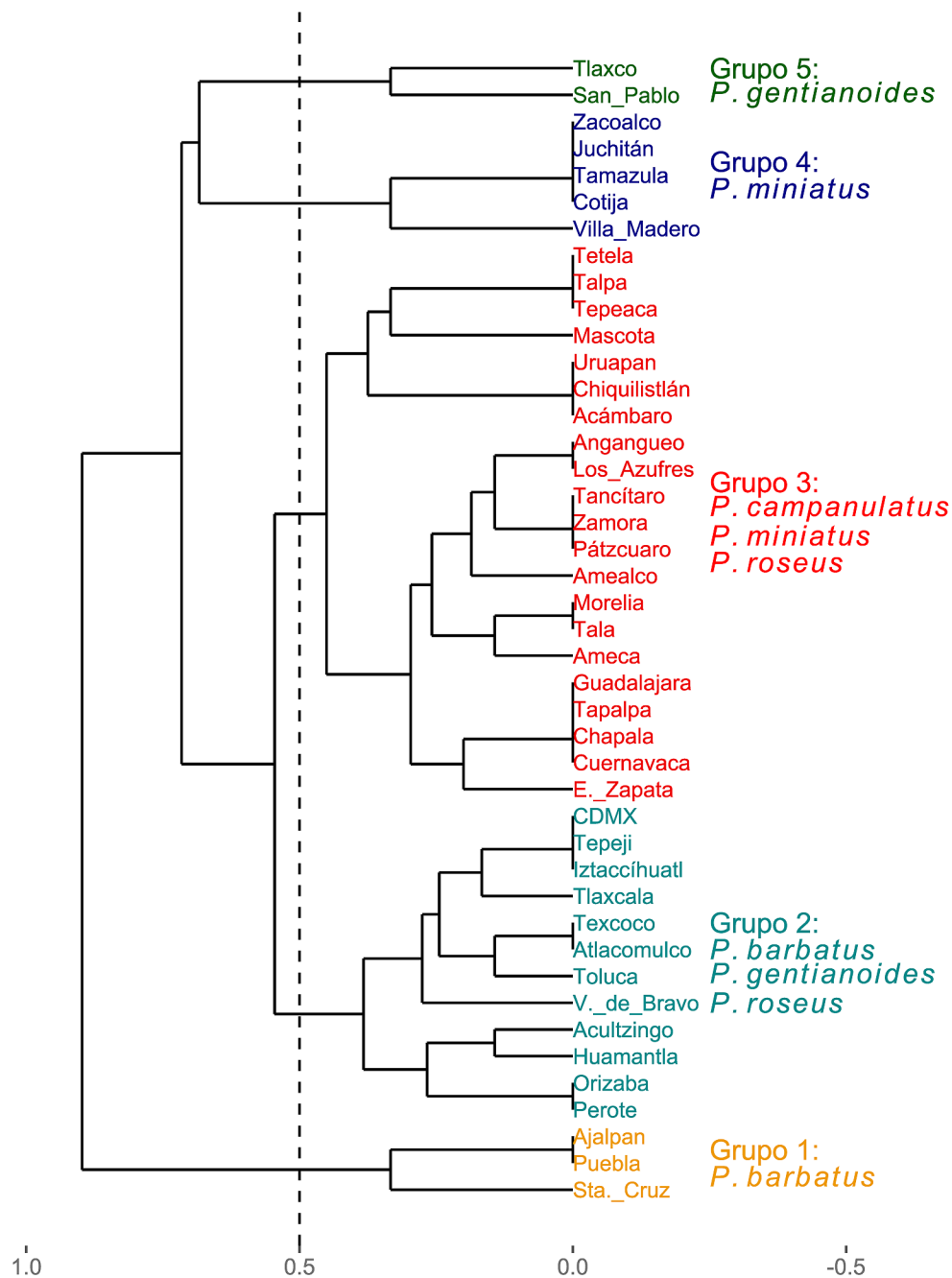


**Figura 2:** Riqueza de especies de *Penstemon* Schmidel por Unidad Geográfica Operativa (UGOs) en la Faja Volcánica Transmexicana. El número de especies contenida se indica con un número al interior de cada UGO.

**Cuadro 2:** Especies de *Penstemon* Schmidel de la Faja Volcánica Transmexicana y su clasificación taxonómica.

Especie	Subgénero	Sección	Subsección
<i>Penstemon amphorellae</i> Crosswh.	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Racemosi</i>
<i>Penstemon barbatus</i> (Cav.) Roth	<i>Habroanthus</i>	<i>Elmigera</i>	
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Campanulati</i>
<i>Penstemon gentianoides</i> (Kunth) Poir.	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Fasciculi</i>
<i>Penstemon hartwegii</i> Benth.	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Fasciculi</i>
<i>Penstemon imberbis</i> (Kunth) Poir.	<i>Habroanthus</i>	<i>Elmigera</i>	
<i>Penstemon isophyllus</i> B.L. Rob.	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Fasciculi</i>
<i>Penstemon miniatus</i> Lindl. subsp. <i>apateticus</i> (Straw) Straw	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Fasciculi</i>
<i>Penstemon roseus</i> (Cerv. ex Sweet) G. Don	<i>Penstemon</i>	<i>Fasciculus</i>	<i>Campanulati</i>

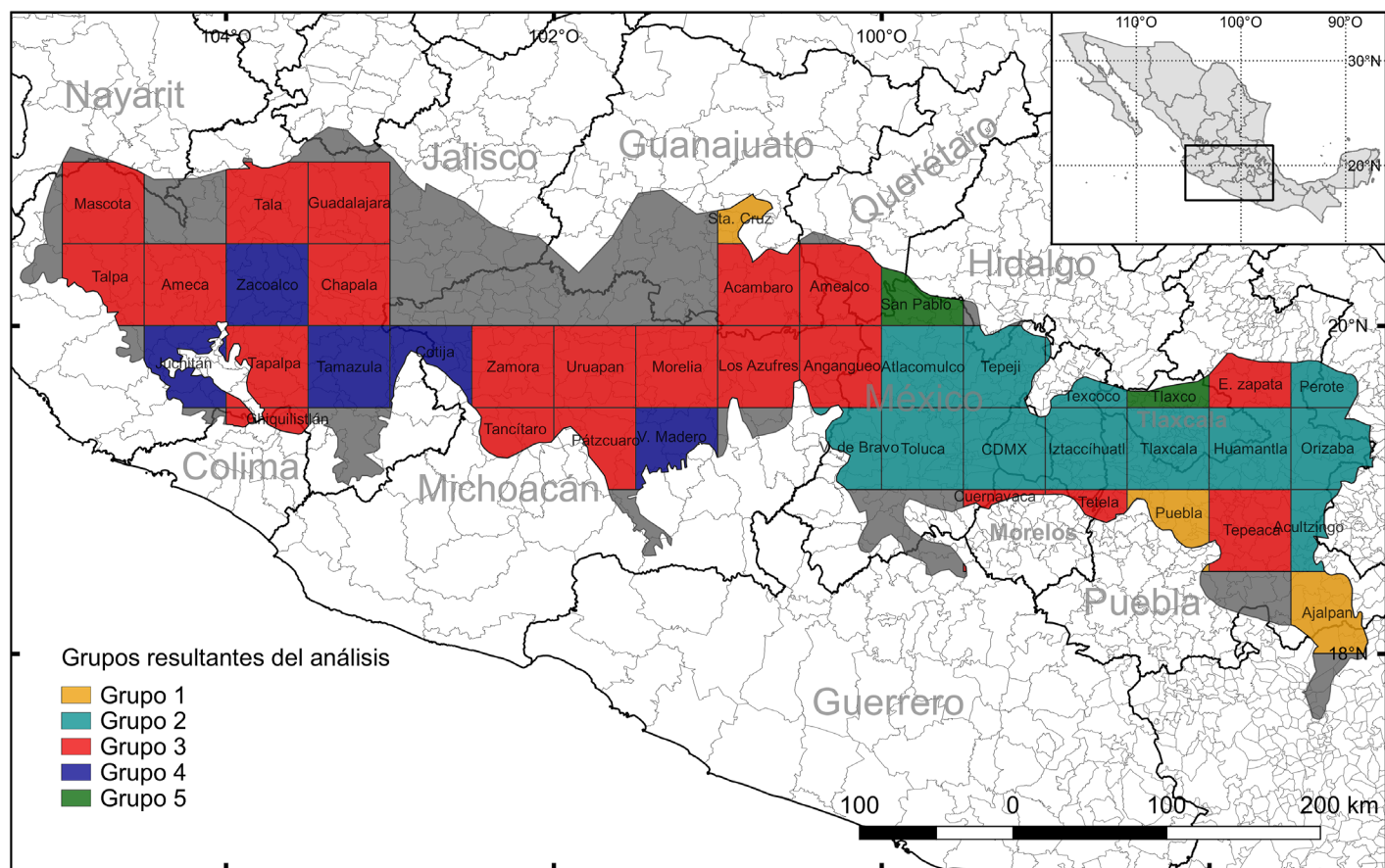




**Figura 3:** Dendrograma resultante del análisis UPGMA. Se muestran las 43 UGOs agrupadas en cinco grupos; cada grupo está identificado por un color diferente. Además, se indican las principales especies compartidas por los miembros de cada grupo.

lo que equivale a cerca de 15% de las especies del género en México. A excepción de *Penstemon barbatus* y *P. gentianoides*, los taxa son endémicos del país. No se registraron taxones endémicos a la FVTM; sin embargo, en ésta ocurre gran parte del área de distribución conocida de *P. gentianoides*, *P. hartwegii*, *P. imberbis* (Kunth) Poir., *P. isophyllus* y *P. miniatus* subsp. *apateticus*.

Las especies con el área de distribución más amplia son *Penstemon barbatus*, *P. campanulatus*, *P. miniatus* subsp. *apateticus* y *P. roseus*. En contraste, *P. amphorellae* Crosswh. y *P. imberbis* presentan áreas pequeñas de distribución; para ambas, la FVTM representa el límite meridional de su distribución ya que no se les ha registrado al sur de esta región. Por su parte, *P. hartwegii* y



**Figura 4:** Distribución geográfica de los cinco grupos resultantes del análisis UPGMA para el género *Penstemon* Schmidel en la Faja Volcánica Transmexicana, cada grupo está identificado por un color diferente. Se indica el nombre de cada UGO.

*P. isophyllus* se localizan sólo en la porción oriental de la FVTM; sin embargo, estas especies no son exclusivas de esta provincia ya que para ambas su área de distribución se extiende hacia el norte de Querétaro e Hidalgo (Sierra Madre Oriental, Altiplano Mexicano) y Oaxaca (Sierra Madre del Sur).

Los datos ecológicos obtenidos revelaron que los taxa de *Penstemon* de la FVTM habitan principalmente en bosques de encino, pino, pino-encino, bosque de coníferas, matorral xerófilo y pastizal. El intervalo altitudinal en el que habitan varía entre 1200 y 4200 m, con la siguiente caracterización: *P. barbatus*, *P. campanulatus*, *P. miniatus* subsp. *apateticus* y *P. roseus* se encuentran entre 1800 y 3500 m; *P. amphorellae* y *P. imberbis* crecen de 1500 a 2800 m; *P. hartwegii* y *P. isophyllus* entre 2000 y 3000 m, y *P. gentianoides* entre 3000 y 4200 m.

## Tratamiento taxonómico

***Penstemon* Schmidel**, Icon. Pl., ed. Keller. 2. 1763. TIPO. ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA, Virginia, localidad desconocida, s.f., *Anónimo s.n.* (lectotipo: K000979675!).

≡ *Penstemon* Mitch., Acta Phys.-Med. Acad. Caes. Leop.-Francisc. Nat. Cur. 8: App. 214. 1748.

Plantas herbáceas perennes o subarborescentes; tallos surgiendo de una base leñosa, erectos, decumbentes o postrados, monopódicos o profusamente ramificados; hojas generalmente opuestas, sésiles, en algunas especies se presentan fascículos de hojas en las axilas de las hojas principales del tallo (caulinas), mientras que en otras las hojas se agrupan formando una roseta en la base del tallo, láminas foliares lineares, filiformes, lan-



ceoladas u ovadas, 3-18 cm de largo, 0.3-3.5 cm de ancho, márgenes enteros o aserrados, ocasionalmente revolutos, glabras a densamente pubérulas; inflorescencia en forma de racimo, tirso, panícula o verticilastro, ramas secundifloras 0.5-4.5 cm de largo, pedicelos 0.5-3.5 cm de largo, glabros, puberulentos o glandular pubescentes; cáliz gamosépalo, segmentos 5, lineares, lanceolados u ovoides 0.5-1.2 cm de largo, 0.2-0.5 cm de ancho, en ocasiones con márgenes escariosos, glabros a glandular pubescentes; corola tubular gradualmente ensanchada a ventricosa, bilabiada, 2-5 cm de largo, de color azul, violeta, púrpura, roja, blanca o combinaciones de estos colores, a menudo glandular pubescente exteriormente, labio superior 2-lobulado, labio inferior 3-lobulado, en ocasiones encorvado y barbado, la garganta a menudo presenta líneas guía, glabra a escasamente pubescente; estaminodio 1, surgiendo de la superficie superior interna del tubo y descendiendo hasta el labio inferior de la corola, proyectándose fuera del tubo o completamente incluido, filiforme o distalmente ensanchado, glabro o barbado hacia su parte distal o, en algunas especies, barbado en toda su longitud; estambres fértiles 4, adheridos a la base interna del tubo, didínamos, el par de filamentos cortos se fija al tubo de la corola a cada lado del ovario, el par de filamentos largos se fija al fondo del tubo debajo del ovario, pueden permanecer incluidos en el tubo de la corola o bien proyectándose hacia el exterior; anteras en forma de herradura antes de la dehiscencia, sacciformes, naviculares o aplanadas después de la dehiscencia; ovario súpero, bicarpelar, bilocular, placentación axilar, estilo filiforme, estigma capitado; fruto una cápsula septicida; semillas numerosas, angulosas, cafés o negras.

En la zona de estudio habita en sitios perturbados, pastizales, bosques de coníferas, de encino y mixtos de pino-encino. Altitud 1200-4200 m. El uso más frecuente es el ornamental, en algunas regiones se le atribuyen propiedades medicinales, además de ser utilizado en la extracción de tintes y como forraje.

### Clave para determinar especies de *Penstemon* en la Faja Volcánica Transmexicana

- 1a. Corolas azules o violetas ..... 2
- 1b. Corolas rojas o magentas ..... 4

- 2a. Hojas con el margen aserrado ..... *P. campanulatus* (Cav.) Willd.
- 2b. Hojas con el margen entero ..... 3
- 3a. Hojas lineares, 2-4.5 cm de largo, 0.1-0.3 cm de ancho ..... *P. amphorellae* Crosswh.
- 3b. Hojas lanceoladas a elípticas, 4-12 cm de largo, 1-3 cm de ancho ..... *P. gentianoides* (Kunth) Poir.
- 4a. Lóbulos del labio inferior de la corola reflexos, viloso-pubescentes ..... *P. barbatus* (Cav.) Roth
- 4b. Lóbulos del labio inferior de la corola no reflexos, vilosos, glandular pubescentes o glabros ..... 5
- 5a. Hojas con el margen aserrado ..... *P. roseus* (Cerv. ex Sweet) G. Don
- 5b. Hojas con el margen entero ..... 6
- 6a. Hojas superiores lineares ..... 7
- 6b. Hojas superiores lanceoladas, elípticas u ovadas ..... 8
- 7a. Lóculos de las anteras transversos y aplanados después de la dehiscencia ..... *P. miniatus* Lindl. subsp. *apateticus* (Straw) Straw
- 7b. Lóculos de las anteras paralelas, no aplanados después de la dehiscencia ..... *P. imberbis* (Kunth) Poir.
- 8a. Tallo puberulento en la inserción de las hojas, hojas lanceoladas a ovadas, 3-10 cm de largo, 1-2.5 cm de ancho; corola tubular, 2.5-5 cm de largo, rojo carmesí o magenta; estaminodio incluso, dilatado distalmente, moderadamente barbado ..... *P. hartwegii* Benth.
- 8b. Tallo completa y densamente puberulento, hojas lanceoladas a elípticas, 4-6 cm de largo, 0.8-1.5 cm de ancho, corola tubular gradualmente ensanchada, 2.5-4.5 cm de largo, rojo brillante; estaminodio incluso, filiforme, glabro ..... *P. isophyllus* B.L. Rob.

***Penstemon amphorellae*** Crosswh., Amer. Midl. Naturalist 84: 241. 1970. TIPO: MÉXICO. Nuevo León, Galeana, Hacienda Ojo de Agua, 21.VIII.1938, R. A. Schneider 1021 (isotipos: F0072652F!, GH00091518!, ILL00006525!, MICH1108034!, NY00130558!, NY00130559!).

Herbácea perenne, hasta 0.6 m de altura; tallos erectos, ramificados desde la base, puberulentos, en ocasiones violáceos; hojas opuestas, lineares, 2-4.5 cm de largo, 0.1-0.3 cm de ancho, base amplexicaule, margen entero, glabras, láminas de los fascículos axilares lineares 1-2 cm de

largo; inflorescencia paniculada, 10-20 cm de largo, ramas secundifloras 1.3-2 cm de largo, flores 1-2, pedicelos 1-1.5 cm de largo, glabros; segmentos del cáliz lanceolados, 0.9 cm de largo, 0.3 cm de ancho, glandular-pubescentes, color violáceo, márgenes enteros; corola ventricosa, 2.6-3.5 cm de largo, color azul-violeta, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores redondeados, erectos, los inferiores redondeados, extendidos, vilosos, el interior de la garganta color púrpura con líneas guía color violeta; estaminodio exserto, dilatado distalmente, barbado; estambres fértiles, inclusos, lóculos de las anteras naviculares después de la dehiscencia, 0.4 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.8-1.2 cm de largo, color café.

Distribución: especie endémica de México; en la Faja Volcánica Transmexicana solo se conoce de una localidad (Fig. 5). Fuera de ésta se encuentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Aguascalientes y San Luis Potosí.

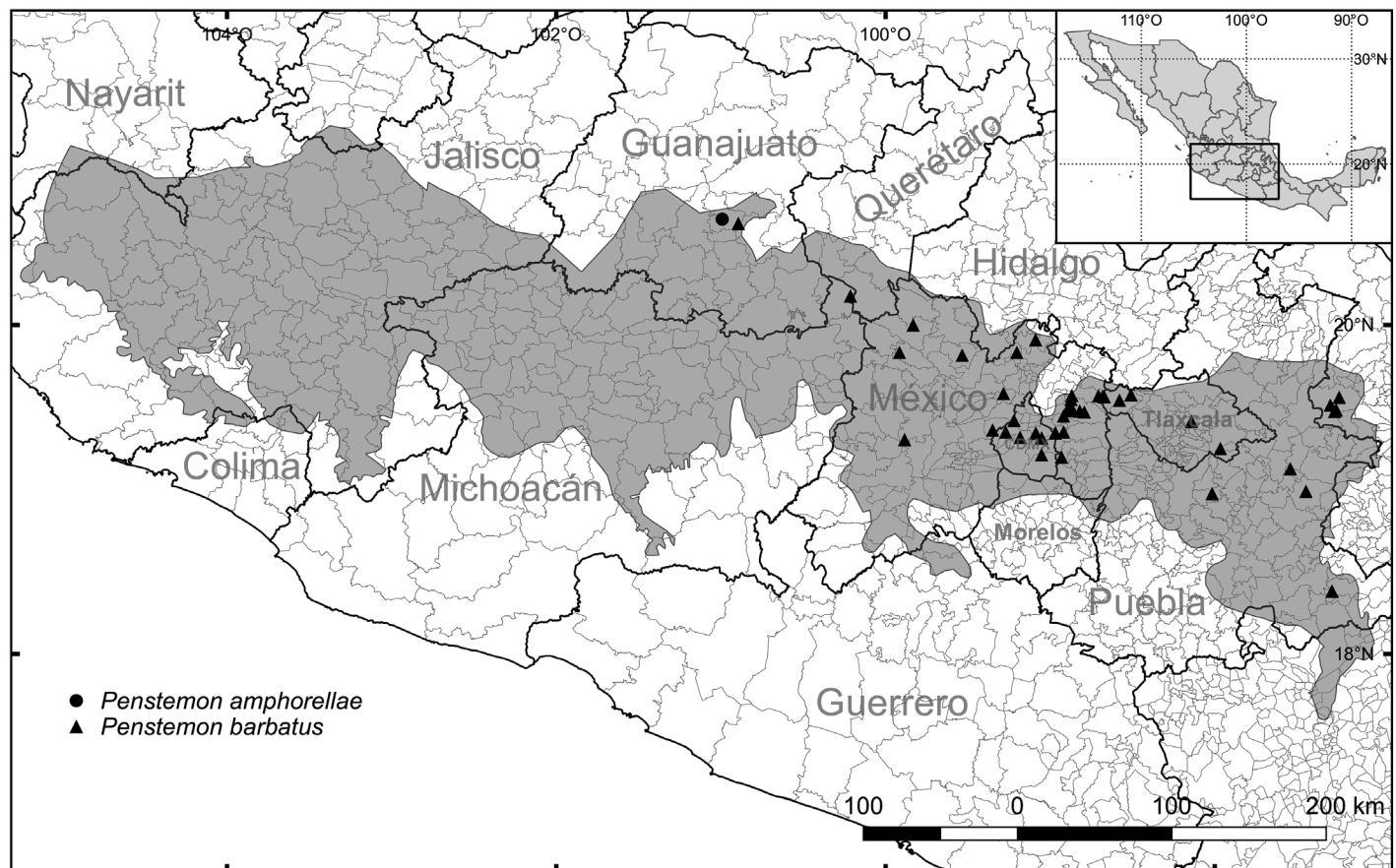
Hábitat: pastizales y matorrales preferentemente. Altitud 2000-2800 m. Crece en zonas con rocas de tipo aluvial y en suelos de tipo vertisol.

Fenología: florece de julio a septiembre y fructifica de septiembre a noviembre.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la IUCN (2012), se considera de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: no se encontraron datos en la literatura, y ejemplares de herbario, que hagan referencia a sus usos y nombres comunes dentro la zona de estudio.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Guanajuato, municipio Santa Cruz de Juventino Rosas, cerca del rancho Loma de Pastores, 26.VIII.1987, A. Mora B. 890 (IEB).



**Figura 5:** Distribución de *Penstemon amphotellae* Crosswh. y *Penstemon barbatus* (Cav.) Roth en la Faja Volcánica Transmexicana.

***Penstemon barbatus*** (Cav.) Roth, Catal. Bot. 3: 49. 1806.

≡ *Chelone barbata* Cav., Icon. 3: 22, pl. 242. 1795. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, Hacienda de Regla, 5 leguas de Real del Monte, s. f., *L. Née s.n.* (holotipo: A475516!).

Herbácea perenne, acaule o cortamente caulescente, 1 m de altura; tallos erectos, ramificados, glabros o puberulentos; hojas basales dispuestas en roseta laxa, espatuladas, 4.5-18 cm de largo, 1-2.5 cm de ancho, base espatulada, margen entero, glabras; inflorescencia paniculada, 12-35 cm de largo, ramas secundifloras 1.5-2 cm de largo, flores 1-2(3), pedicelos 2-3.5 cm de largo, glabros; segmentos del cáliz lanceolados, 0.5-0.7 cm de largo, 0.5 cm de ancho, glabros, color verde, márgenes escariosos; corola tubular gradualmente ensanchada, 2-3.8 cm de largo, color rojo a naranja, externamente glabra, lóbulos superiores lineares, fusionados formando una capucha, los inferiores lineares, reflexos, viloso-pubescentes, interior de la garganta color blanco con líneas guía de color rojo a naranja; estaminodio inclusivo, glabro; estambres fértiles exsertos, lóculos de las anteras naviculares después de la dehiscencia, 0.3 cm de largo, 0.15 cm de ancho; frutos 1-1.8 cm de largo, color verde a café.

Distribución: desde el suroeste de Estados Unidos de América al sur de México; en la Faja Volcánica Transmexicana se encuentra mayormente en la porción central y oriental (Fig. 5). Fuera de la zona de estudio se ha reportado de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sinaloa, Durango, San Luis Potosí y Oaxaca.

Hábitat: bosque de coníferas y mixtos de pino-encino, encontrándose con más frecuencia en pastizales y matorrales. Altitud 1800-2800 m. Crece en climas templados, en lugares con rocas de tipo basáltico y tobas, así como en suelos de tipo phaeozem y vertisol.

Fenología: florece de junio a septiembre y fructifica de octubre a febrero.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la IUCN (2012) se considera de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: en la zona de estudio se le conoce por los nombres de aretillo, jarrito y tarrito. No se encontraron datos en la literatura, y ejemplares de herbario, que hagan referencia a sus usos.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Ciudad de México, delegación Coyoacán, Pedregal de San Ángel, 5.V.1966, *N. Diego 714* (MEXU). Delegación Cuajimalpa de Morelos, Lomas de Santa Fe, X.1927, *E. Lyonnet 187* (MEXU). Delegación Iztapalapa, cerro de La Estrella, cerca de Ixtapaluca, 21.VIII.1966, *J. Rzedowski 22996* (ENCB); parte alta del cerro Santa Catarina, cerca de Santa María Aztahuacan, 8.VII.1963, *J. Rzedowski 30681* (ENCB). Delegación Tlalpan, Barranca de Solís Grande, Lomas Altas de Chapultepec, 28.X.1962, *L. Huerta M. 97* (ENCB). Delegación Xochimilco, Cerro Santa Catarina, ceca de Los Reyes, IX.1953, *L. Paray 164* (ENCB, MEXU). Estado de México, municipio Acambay, 2 miles W of Encinillas, along highway 57, ca. 70 miles NW of México City, 26.VIII.1977, *T. B. Croat 44181* (MEXU). Municipio Aculco, cerca de 2 km al W de Encinillas, 23.VII.2017, *E. Pérez C. 6655* (IEB). Municipio Atlacomulco, the Valley of Toluca 8 km (by road) W of Atlacomulco on road to El Oro, 31.VIII.1965, *K. Roe 1525* (ENCB). Municipio Axapusco, Jaltepec, 28.VII.1986, *A. Ventura A. 48* (ENCB, MEXU, XAL). Municipio Chapa de Mota, along highway 57, 30 miles SE of the tollgate near Querétaro, along the turnpike, 25.VII.1957, *W. Benner 81* (ENCB). Municipio de Chiautla, Tepetitlán, 23.VIII.1983, *E. Ventura V. 1246* (ENCB, IEB); loc. cit., 29.IX.1984, *A. Ventura A. 4927* (IEB). Municipio Huehuetoca, Cerro Sincoque, 17.X.1976 *A. Márquez E. 118* (ENCB); Cerro Ahumada, al N de Huehuetoca, 5.VIII.1981, *J. Rzedowski 37332* (ENCB, MEXU). Municipio Hueypoxtla, lote experimental La Siberia, 1.5 km al oriente de Hueypoxtla, 13.VIII.1972, *E. García 48* (MEXU). Municipio Huixquilucan, Lomas de la Herradura, 29.VIII.1975, *F. J. Magallón 1056* (ENCB, MEXU). Municipio Ixtapaluca, Cerro del Pino, 3 km al NNW de Ixtapaluca, 15.VI.1966, *R. Cruz 1245* (ENCB); Cerro del Pino, 15.VII.1951, *B. Gold 21561* (MEXU); loc. cit., 14.VII.1940, *F. Miranda 480* (MEXU); 1 km al S de Ixtapaluca, 4.VIII.1970, *J. L. Magaña 208* (ENCB); parte SE del cerro del Pino, laderas inferiores, 3.X.1976, *Y. Maya 65* (EBUM, ENCB, GUADA, IBUG, MEXU, XAL); cerro El Pino, cerca de Los Reyes, 26.VIII.1951 *J. Rzedowski 352* (ENCB);

vertiente E del Cerro del Pino, cerca de Ayutla, 13.VII.1967, *J. Rzedowski* 23997 (ENCB); several miles S of Ixtapaluca on hwy 71 near crest of ridge, 21.VII.1957, *R. M. Straw* 994 (MEXU). Municipio Ixtlahuaca, cerca de 38.3 km de Ixtlahuaca por la carretera a Jilotepec, 23.VII.2017, *E. Pérez C.* 6649 (IEB). Municipio Otumba, 3 km al NE de Otumba, 25.VI.1969, *B. Marcks* 676 (ENCB); Cuajimalpa, 12.VII.1963, *J. Rzedowski* 16875 (ENCB, MEXU). Municipio Santo Tomás, Totolapan, 25.X.1980, *A. Ventura A.* 3447 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU). Municipio Texcoco, San Pablo Ixayoc, 14.X.1982, *M. A. Acsencio* 53 (ENCB); Saucingo, 31.VII.1954, *E. Matuda* 31244 (MEXU); km 42 de la carretera Texcoco - Calpulalpan hacia el NE, 13.IX.1985, *G. Ortiz C.* 391 (ENCB); 20 km al NE de Texcoco, km 61.5 carretera México - Veracruz vía Apizaco, 9.VI.1968 *J. Perusquia s.n.* (MEXU); 5 km al E de Coatlichán, 03.VIII.1981, *J. Rzedowski* 37460 (ENCB, IEB, MEXU); San Luis Huexotla, 20.IX.1982, *E. Ventura V.* 80 (ENCB, IEB, MEXU); Tequexquinahuac, 17.VII.1982, *A. Ventura A.* 3976 (ENCB, IEB, MEXU). Guanajuato, municipio Santa Cruz de Juventino Rosas, La Mina Grande, 8 km al E de Pozos, 10.VIII.1989, *E. Ventura V.* 7072 (IEB, XAL). Michoacán, municipio Epitacio Huerta, cerca de La Cima, 7 km al W de Amealco, 3.IX.1987, *J. Rzedowski* 44541 (ENCB, IBUG, IEB). Puebla, municipio Aljojuca, Laguna San Miguel Tecuitlapa, 16.VI.2005, *J. L. Contreras* 8353 (HUAP). Municipio Chalchicomula de Sesma, cerca de 5 km al sureste de Ciudad Serdán, por la carretera a Esperanza, 29.VIII.2018, *S. Guzmán* 169 (IEB); Chalchicomula, 29.V.1940, *F. Miranda* 331 (MEXU). Municipio Oriental, San José Zacatepec, sobre la carretera a Perote, 29.VIII.2018, *S. Guzmán* 170 (IEB). Municipio Tepeyahualco, cerca de 3 km al oeste de Tepeyahualco, sobre la autopista Amozoc - Perote, 31.VIII.2018, *S. Guzmán* 179 (IEB). Tlaxcala, municipio Calpulalpan, 27 km de la carretera Texcoco - Apizaco, 3.VII.1975, *C. Rodríguez J.* 1458 (ENCB, IBUG, MEXU); carretera Texcoco - Apizaco, 15 km antes de Calpulalpan, 6.VI.2001, *H. Vibrans* 7258 (MEXU); 9 miles W of Calpulalpan, 2.VIII.1975, *G. L. Webster* 20012 (MEXU). Municipio San Juan Bautista Ixtenco, 10-14 km al Volcán de La Malinche, 9.VIII.1984, *Y. Ramos s.n.* (CHAPA). Municipio Tlaxco, cerro Las Palomas (El Peñón), 12.VI.1992, *R. Acosta P.* 4795 (XALU). Veracruz, municipio Las Vigas de Ramírez, al este de la carretera Xalapa - Las Vigas siguiendo el malpaís de Ramírez, 30.VIII.1981, *P. Zamora C.* 998 (IEB,

MEXU). Municipio Perote, Tenextepac, 41 km del poblado Guadalupe Victoria, carretera por Vaquería, 4.VI.1981, *J. I. Calzada* 4714 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); Cerro de Tenextepac, 28.IV.1998, *G. Castillo* 17656 (XAL); Cofre de Perote, 10.8 km al SO, camino a la Hacienda San Agustín, 18.VI.2000, *R. Cruz D.* 4743 (MEXU); El Progreso, 8.XII.1977, *F. Ventura A.* 14819 (ENCB, XAL); Cruz Verde, cerca de la caja de agua, 23.VIII.1990, *F. Ventura A.* 17758 (ENCB, IEB, MEXU).

Nota taxonómica: especie descrita a partir de plantas cultivadas en el Real Jardín Botánico de Madrid; se presume que el origen de estas plantas corresponde a semillas enviadas desde México.

***Penstemon campanulatus*** (Cav.) Willd., Sp. Pl. 3: 228. 1800.

≡ *Chelone campanulata* Cav., Icon. 1: 18, t. 29. 1791. TIPO: MÉXICO. Localidad desconocida, s.f., *L. Née s.n.* (MA475517!).

Herbácea perenne, 0.80-1.2 m de altura; tallos erectos, ramificados desde la base, glabros a escasamente puberulentos; hojas opuestas, lanceoladas, 2.5-9 cm de largo, 1-2.5 cm de ancho, base amplexicaule, margen aserrado, glabras a ligeramente puberulentas en las nervaduras principales, fascículos axilares con dos o varios pares de hojas lineares, 1-3.5 cm de largo; inflorescencia paniculada, 10-25 cm de largo, ramas secundifloras 0.5-1.3 cm de largo, flores 1-4, pedicelos 0.7-1.5 cm de largo, glandular pubescentes; segmentos del cáliz lanceolados, 0.6-0.9 cm de largo, 0.25 cm de ancho, glandular pubescentes, color verde, márgenes escariosos; corola ventricosa, 2-2.8 cm de largo, color azul-violeta, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores redondeados, erectos, glabros, los inferiores redondeados, extendidos, ligeramente vilosos, el interior de la garganta color blanco, líneas guía color púrpura, glabra; estaminodio exserto, distalmente ensanchado, barbado; estambres fértiles inclusos, lóculos de las anteras naviculares después de la dehiscencia, 0.3 cm de largo, 0.2 cm de ancho; frutos 1-1.3 cm de largo, color café.

Distribución: especie endémica de México; abundante en la porción central y oriental de la Faja Volcánica



Transmexicana (Fig. 6). Fuera de ésta puede encontrarse en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Aguascalientes y San Luis Potosí.

Hábitat: bosques de coníferas, de encino y encino-pino, esporádicamente en pastizales y matorrales derivados por la actividad humana. Altitud 1200-3500 m. Crece en climas que van del templado subhúmedo al semifrío, principalmente en rocas de tipo basalto y andesita y suelos de tipo andosol.

Fenología: florece de junio a octubre y fructifica de noviembre a marzo.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012) se considera de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: sus usos principales dentro de la región de estudio son como planta de ornato y medicina natural contra la diabetes. Los nombres comunes que se registraron son: jarritos, kpsarutakua taantsari (purépecha), miguelito rojo, perritos, tronadora.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Ciudad de México, delegación Coyoacán, Pedregal del Xitle, 3 km al NE de Santo Tomás Ajusco, 14.XI.1982, L. E. Mateo 203 (MEXU). Delegación Cuajimalpa, SW of La Marquesa, 27.VII.1975, W. Wenderly 17 (MEXU). Delegación Iztapalapa, parte alta del cerro Santa Catarina, cerca de Santa Martha Astahuacán, 8.VII.1963, J. Rzedowski 30857 (ENCB). Delegación Magdalena Contreras, Cerro del Judío, 80 km en línea recta al S de la cima, Cerro Mazaltepec de San R. Ocotepc, 11.IX.2000, J. E. Rivera 2597 (MEXU); Los Dínamos, 13.X.1979, A. Ventura A. 3563 (ENCB, IEB, MEXU). Delegación Tláhuac, parte sur de la Sierra Santa Catarina, 10.

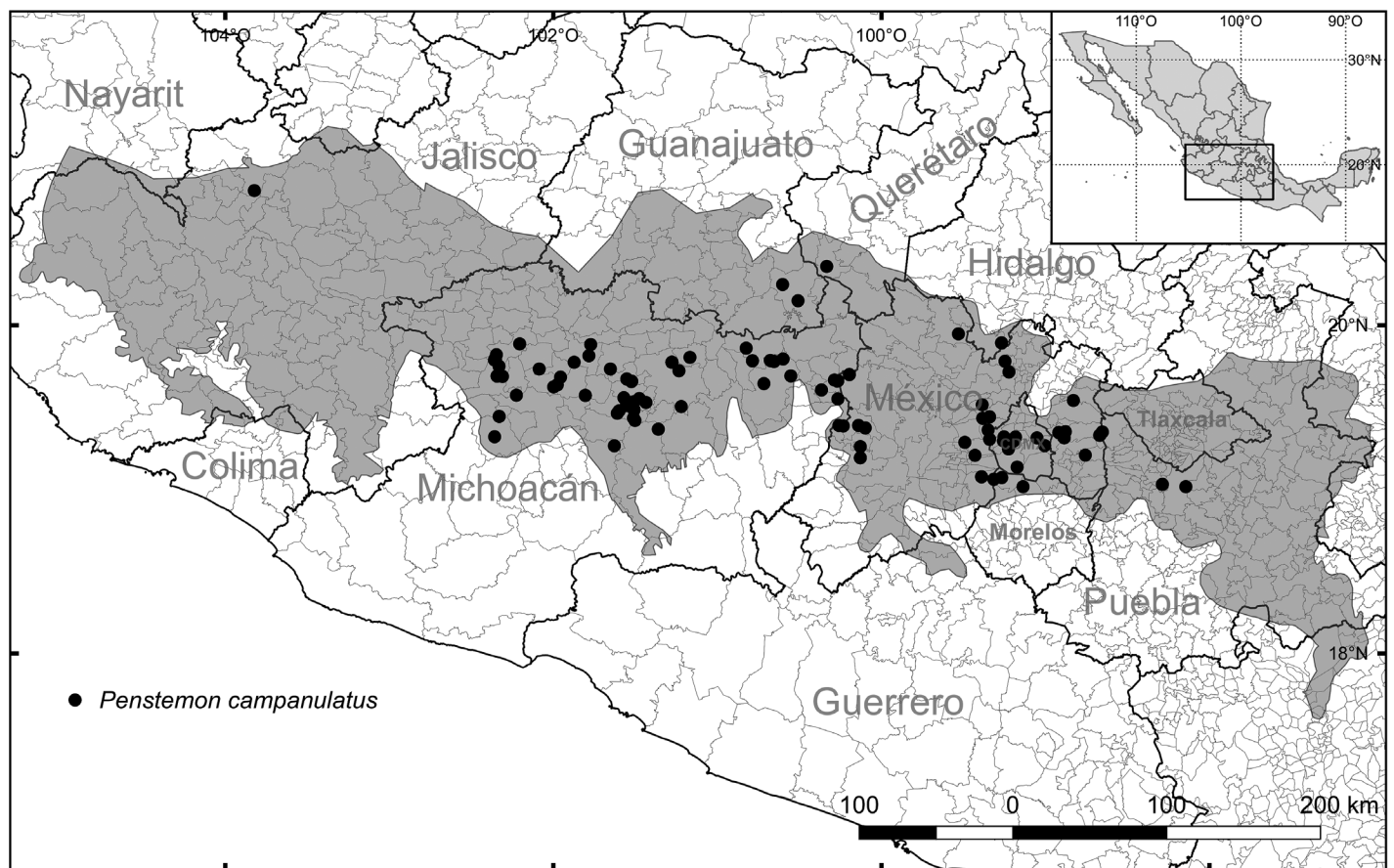


Figura 6: Distribución de *Penstemon campanulatus* (Cav.) Willd. en la Faja Volcánica Transmexicana.

- IX.1978, *J. Rzedowski* 35889 (ENCB, IEB, MEXU). Delegación Tlalpan, Pedregal de San Ángel, 5.V.1966, *N. Diego* 714 (XAL); loc. cit., 15.XI.1980, *A. Valiente B.* 10 (MEXU); carretera México - Cuernavaca, cerca de Topillejo, 24.VI.1951, *J. Rzedowski* 195 (ENCB); Parres, 30.VI.1940, *J. Rzedowski* 496 (MEXU). Delegación Xochimilco, Cerro de Xochitepec, cerca del pueblo de Xochitepec, 20.VIII.1967, *M. L. Bautista s.n.* (ENCB). Estado de México, municipio Coyotepec, 2 km al W de Coyotepec, Sierra La Alcaparrosa, 16.IX.1980, *J. García P.* 1392 (ENCB, MEXU). Municipio Donato Guerra, 3.5 km al este de Donato Guerra, cerca de la Ranchería San Antonio, 26.VIII.2018, *E. Pérez C.* 6803 (IEB). Municipio Ixtapaluca, Parque Nacional Zoquiapan, paraje Lomas de San Diego, Río Frío, 27.IX.1979, *A. Mancera* 21 (ENCB, MEXU); Cerro del Pino, 14.VII.1940, *F. Miranda* 470 (MEXU); Cerro del Pino, cerca de Los Reyes, 26.VIII.1991, *J. Rzedowski* 333 (ENCB); Llano Grande, s.f., *L. Schuls R.* 73 (ENCB); loc. cit., 26.VI.1983, *E. Ventura V.* 1017 (ENCB, IEB, MEXU); loc. cit., 26.VIII.1983, *E. Ventura V.* 1287 (ENCB). Municipio Jilotzingo, Santa María Mazatla, 16.IX.1979, *J. H. Cota S.* 15 (ENCB, IEB). Municipio Lerma, SE de la Sierra de Las Cruces, 25.VIII.1966, *L. Scheinvar* 501 (MEXU). Municipio Naucalpan de Juárez, puerto El Guardia, 6 km al W de San Francisco Chimalpa, 12.X.1969, *R. Cruz C.* 2452 (ENCB); Villa Alpina, 24.XI.1974, *E. Ortiz R.* 91 (ENCB); loc. cit., 4.VIII.1963, *C. Rodríguez J.* 1865 (IBUG, MEXU); 6 km al W de San Francisco Chimalpa, 12.X.1969, *R. Torres B.* 79 (ENCB). Municipio Ocuilan, entrada al poblado de Coyoltepec, 17.VIII.1985, *I. Méndez* 11 (ENCB, MEXU, XAL). Municipio Otumba, Buenavista, 7.IX.1976, *A. Ventura A.* 2068 (ENCB, IBUG, MEXU, XAL). Municipio Temascalapa, cumbre del Cerro Gordo, cerca de San Martín de las Pirámides, 4.X.1964, *J. Rzedowski* 18803 (ENCB). Municipio Tepotzotlán, km 12 carretera Tepotzotlán - Cuautitlán, 13.X.1985, *O. Guillén* 27 (CHAPA); Sierra La Alcaparrosa, 9.X.1955, *L. Paray* 1673 (ENCB); loc. cit., 23.X.1982, *M. Reynoso J.* 518 (MEXU), loc. cit., 28.VIII.1983, *M. Reynoso J.* 1248 (MEXU). Municipio Tlamanalco, San Rafael, 10.XII.1961, *X. Madrigal S.* 879 (ENCB). Municipio Villa de Allende, San Cayetano, al N de Agua Escondida y 20 km al NE de Valle de Bravo, VIII.1974, *M. E. Maury H. s.n.* (ENCB, MEXU). Guanajuato, municipio Jerécuaro, al SW de Piedras de Lumbre, 7.IX.1996, *E. Carranza G.* 2092 (XAL); Cerro del Agustino al N de Cieneguillas, 10.X.1986, *H. Díaz B.* 3013 (EBUM, ENCB, IBUG, IEB). Michoacán, municipio Angangueo, estación Chincua, Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, 5.VIII.2000, *M. G. Cornejo T.* 54 (IEB, MEXU, XAL); 3 km de la carretera a Chincua, 28.IX.2004, *J. Martínez C.* 1325 (IEB, MEXU); alrededores del Llano de Las Papas, 9.X.2008, *J. Rzedowski* 47400 (IEB, MEXU, XAL); 2 km al S del Llano de las Papas, carretera Angangueo - Villa Victoria, 10.XI.1979, *J. C. Soto N.* 1970 (MEXU). Municipio Cherán, cerro La Virgen, 15.X.1990, *E. García* 3317 (IEB); 15 km al S de Rancho Seco, 20.XII.1985, *A. Martínez L.* 521 (ENCB, IEB, MEXU); 5 km al NE de Santa Cruz Tanaca, 1.IX.1987, *M. Pérez R.* 269 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU). Municipio Chilchota, cumbre del Cerro Viejo, 16.X.1990, *J. A. Machuca N.* 6218 (IBUG, IEB). Municipio Coeneo, poblado Constitución 2-3 km al E de la Comanja, orillas de la carretera 15, 19.IX.1988, *I. García R.* 2394 (CIIDIR, GUADA, IBUG, IEB); km 1 carretera Cuanajo - Coeneo, 7.XI.1991, *E. Pérez C.* 2515 (CHAPA, IEB, MEXU). Municipio Hidalgo, ladera N de la cima del Cerro San Andrés, alrededor de las antenas, 6.X.2010, *G. Aguilar* 151 (IEB); cima del Cerro San Andrés, ladera SO, a 40 m de las antenas, 27.VI.2012, *G. Aguilar* 871 (IEB); cima del Cerro San Andrés, ladera W, 27.VI.2012, *G. Aguilar* 872 (IEB), 885 (IEB); Ciudad Hidalgo, 16.IX.1985, *R. J. Almazán* 223 (MEXU); Los Azufres, 5.IX.2017, *E. Pérez C.* 6695 (IEB); loc. cit., 20.XI.1970, *J. Rzedowski* 27962 (ENCB). Municipio Huiramba, base del cerro La Tasa, 22.VIII.1986, *H. Díaz B.* 2640 (ENCB, IEB, MEXU), 2641 (IEB), 2642 (ENCB, IEB, MEXU); parte alta del Cerro del Burro, 18.II.1986, *J. Rzedowski* 39430 (ENCB, IEB); loc. cit., 21.VII.1987, *J. Rzedowski* 43804 (ENCB, IEB). Municipio Los Reyes, Guanatini, Pamatácuaro, 16.X.1984, *J. N. Labat* 1331 (EBUM, IEB, MEXU); Cicuicho al N del pueblo camino a Pamatácuaro, 8.X.1985, *M. T. Martínez* 76 (IEB). Municipio Morelia, Cerro del Águila subiendo por San Nicolás Obispo, 1.III.2007, *M. G. Cornejo T.* 2059 (IEB); loc. cit., 10.X.2007, *E. García* 241 (IEB); lado SE del Cerro del Águila subiendo por Huatzongio, 10.XII.2007, *M. G. Cornejo T.* 2409 (IEB); loc. cit., 10.XI.2007, *E. Sánchez G.* 375 (IEB); presa Loma Caliente, 3.IX.1991, *E. García L.* 3838 (EBUM, IEB); cerro Pico Azul, 21.IX.1989, *C. Medina* 1970 (EBUM, IEB, MEXU); 3 km al W de Chihuerio, 22.IX.2017, *E. Pérez C.* 6704 (IEB); aprox.



500 m al S de Las Tetillas, 10.XI.1985, V. M. Huerta 176 (IEB, MEXU). Municipio Nahuatzen, cerro El Pilón, 15.VIII.1990, E. García 3007 (EBUM, MEXU); loc. cit., 16.X.1990, E. García 3359 (EBUM, IEB, MEXU, XAL). Municipio Ocampo, el Llano del Chivatí, 8 km al SE de Ocampo, 15.XI.1981, J. C. Soto N. 2651 (MEXU). Municipio Pátzcuaro, cerro El Frijol, 15.VIII.1979, J. Caballero 1005 (IEB, MEXU); loc. cit., 3.X.1985, J. M. Escobedo 294 (IEB); lado SW del Cerro El Frijol, 31.X.1985, H. Díaz B. 1678 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); Los Tanques, 11.XI.1985, J. M. Escobedo 625 (ENCB, IEB, MEXU); cerro Los Lobos, 5 km al SE de Tzurumútar, 29.VIII.1985, J. Espinosa G. 1817 (ENCB, IEB, MEXU); cerro El Picacho de la Tinaja, 13.X.1985, R. Olivo 38 (ENCB); 10 miles south of Pátzcuaro toward Tacámbaro, 18.VIII.1957, R. M. Straw 1021 (MEXU). Municipio Quiroga, Buenavista, al NW de Santa Fe de la Laguna, 3.X.1978, J. Caballero 554 (MEXU); ladera sur del cerro El Tzirate, 18.IX.1988, H. Díaz B. 2834 (ENCB, GUADA, IBUG, IEB, MEXU, XAL); cerro El Tzirate, 6.IX.1982, C. López C. 1131 (EBUM, ENCB, IEB, MEXU). Municipio Salvador Escalante, Cerro del Burro, 29.IX.1988, E. Pérez C. 279 (CIIDIR, EBUM, IEB); laguna de San Gregorio, 1.IX.1989, E. Pérez C. 646 (EBUM, GUADA, IBUG, IEB, MEXU, XAL). Municipio Tangancícuaro, extremo NW del Cerro Patamban, 19.XI.1971, J. Rzedowski 579 (ENCB, XAL); Tangancícuaro, 7.XI.1988, L. Torres R. 55 (EBUM); aprox. 3 km al S de Aranza, 9.IX.1989, L. Torres R. 393 (EBUM, IEB, MEXU). Municipio Tingambato, SW de San Francisco Pichátaro, 5.X.1991, J. Caballero 610 (IEB, MEXU); cerro El Chivo, San Francisco, 17.X.1979, J. Caballero 1067 (MEXU). Municipio Tlalpujahua, entre Santa María y Estanzuela, 18.IX.1987, I. García R. 2030 (EBUM). Municipio Uruapan, Cerro Tancítaro, 27 km al W de Uruapan en línea recta, lado E de la base de Piedra del Horno, 17.VII.1997, I. García R. 4775 (CIIDIR); en el rancho Choritiro, 5 km al S de Angahuan, 15.VIII.1990, J. C. Soto N. 13939 (MEXU). Municipio Zacapu, la Curva del Colorado, carretera Zacapu - Zamora, 19.IX.1988, A. G. Núñez 370 (IEB, MEXU, XAL). Municipio Zinapécuaro, mesa El Bosque 0.8 km de Los Ajolotes, 14.IV.1985, R. J. Almazán 415 (MEXU); laguna Los Azufres, 30.VIII.1986, H. Díaz B. 2672 (IEB, XAL); llano de La Bolsa, base del Cerro San Andrés, Los Azufres, 8.VII.1987, H. Díaz B. 3907 (ENCB, IBUG, IEB, XAL); camino viejo hacia la presa La Gachupina, 11.X.1988,

M. J. Jasso 301 (EBUM, IEB); lado SW de la presa La Gachupina, 19.IX.1989, M. J. Jasso 1585 (EBUM, IEB, MEXU, XAL), 1586 (IEB); La Cañada, 1.5 km al E del Rincón, 14.XI.1990, M. J. Jasso 1722 (EBUM, IEB). Morelos, municipio Cuernavaca, La Pera, carretera México - Cuernavaca, 14.X.2002, P. Balderas 207 (IEB, QMEX); Zempoala km 10 carretera Tres Marías, 11.IX.1970, J. Vázquez 2623 (MEXU); carretera Cuernavaca - México, El Mirador, 25.VIII.1968, L. M. Villareal de Puga 1799 (IEB). Municipio Huitzilac, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, 17.VIII.1985, I. Méndez 5 (ENCB), 6 (XAL), 7 (XAL); 8 km al W de Huitzilac, por la carretera a las Lagunas de Zempoala, 12.X.1985, I. Méndez 37 (MEXU, XAL).

Nota taxonómica: especie descrita a partir de plantas cultivadas en el Real Jardín Botánico de Madrid, se presume que el origen de éstas corresponde a semillas enviadas desde México.

***Penstemon gentianoides*** (Kunth) Poir., Dict. Sci. Nat. (ed. 2) 38: 385. 1825.

≡ *Chelone gentianoides* Kunth, Nov. Gen. Sp. (quarto ed.) 2: 363-364. 1818. TIPO: MÉXICO. Estado de México, Toluca, Nevado de Toluca, s.f., A. J. A. Bonpland y F. W. H. A. Humboldt s.n. (holotipo: P00670524!, isotipos: F0BN012326!, HAL0115321!).

≡ *Penstemon gentianoides* (Kunth) G. Don, Gen. Hist. 4: 639. 1838.

Subarbusto, hasta 2 m de altura; tallos ramificados a partir de la base, erectos, glabros a ligeramente puberulentos en las líneas de inserción de las hojas; hojas opuestas, lanceoladas a elípticas, 4-12 cm de largo, 1-3 cm de ancho, base amplexicaule, margen entero, glabras a ligeramente puberulentas en la nervadura principal de ambas superficies, fascículos de hojas lanceoladas, 1.5-4.5 cm de largo; inflorescencia un tirso, 15-30 cm de largo, ramas secundifloras de 0.5-1.5 cm de largo, flores 4-6, pedicelos 0.6-1.8 cm de largo, puberulentos o glandular pubescentes; segmentos del cáliz elípticos, 0.8-1.1 cm de largo, 0.4 cm de ancho, glandular pubescentes, color púrpura, márgenes enteros; corola ventricosa, 2-3.5 cm de largo, color azul-violeta,

externamente glandular pubescente, lóbulos superiores de la corola redondeados, erectos y glabros, los inferiores redondeados, extendidos, glabros o esparcidamente vilosos, interior de la garganta color púrpura, glabra; estaminodio incluso, ensanchado distalmente, glabro; estambres fértiles inclusos, lóculos de las anteras naviculares después de la dehiscencia, 0.3 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.8-1.3 cm de largo, color café.

Distribución: México y Guatemala; abundante en la porción oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 7). Fuera de ésta se encuentra en los estados de Oaxaca y Chiapas.

Hábitat: bosques de coníferas, así como en bosques de encino y de encino-pino. Altitud 2900-4200 m. Crece en climas templados semifríos y fríos, en zonas con rocas de tipo andesita, brechas sedimentarias y tobas, sobre suelos de tipo andosol.

Fenología: florece de mayo a noviembre y fructifica de octubre a febrero.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la IUCN (2012) se considera de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: sus usos principales dentro de la región de estudio son como planta de ornato y medicinal. Los nombres comunes que se registraron son campanita, chichilpa morado, flor de colibrí, jarrito y mirto del monte.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Ciudad de México, delegación Cuajimalpa, El Arenal Grande, 09.V.2003, J. A. Gutiérrez 703 (MEXU). Delegación Magdalena Contreras, 300 m en línea recta al SE de la cima del Cerro Panza, 18.V.2005, A. Espinosa H. 58 (MEXU). Delegación Milpa

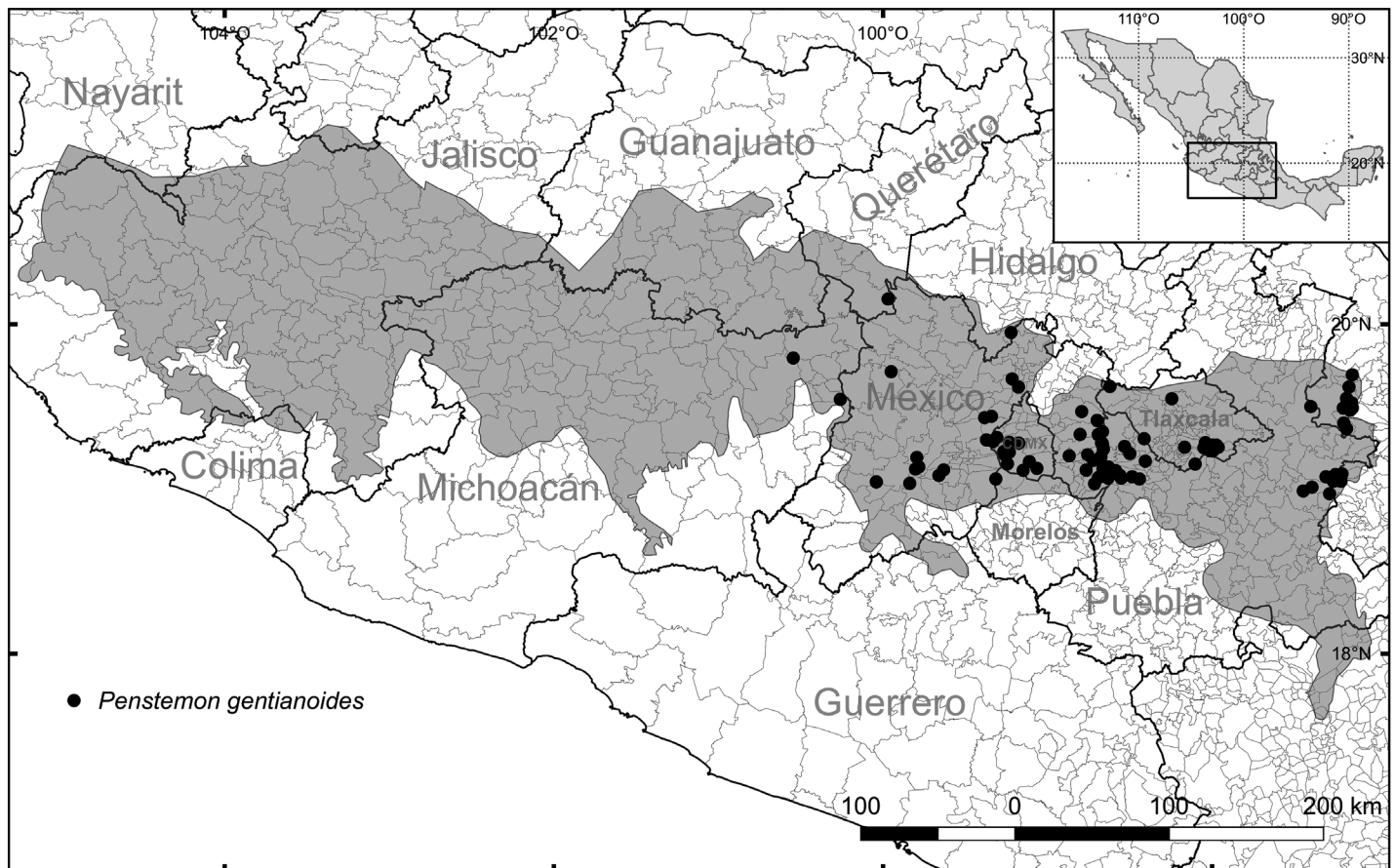


Figura 7: Distribución de *Penstemon gentianoides* (Kunth) Poir. en la Faja Volcánica Transmexicana.

Alta, Cerro Neapanapa por la terracería que va a Cabaña Pelagatos, 02.VIII.2002, *J. E. Rivera* 3251 (MEXU); Volcán Cuautzin ladera S, 22.X.2000, *E. Sandoval Borja* 16 (MEXU); paraje Zempoli, 17.VII.1976, *A. Ventura* A. 1827 (ENCB, MEXU). Delegación Tlalpan, Cerro del Ajusco, 15.IX.1979, *E. Cramer* 43 (MEXU); Rancho Alegre en la Sierra del Ajusco, 29.XI.1981, *J. H. García* 214 (ENCB, IBUG); estación La Cima, serranía del Ajusco, 13.VI.1965, *O. Holguin* s.n. (ENCB); Ajusco, near Pedregal, 16.VII.1950, *E. Matuda* 19181 (MEXU); Cerro Malacatepec, 24.X.1985, *E. Manríquez* 1202 (IEB, MEXU, XAL); carretera Ajusco - Santiago Tianguistenco, 5 km antes del límite con el Estado de México, 17.VIII.1985, *I. Méndez* 16 (ENCB, MEXU, XAL), 17 (ENCB, MEXU, XAL); Desierto de los Leones, X.1952, *L. Paray* 553 (ENCB); loc. cit., 5.IX.1979, *J. Rzedowski* 36360 (ENCB, MEXU); La Marquesa, IX.1975, *M. E. Rodríguez* 126 (EBUM, XAL); ladera E del Cerro Pelado, serranía del Ajusco, 14.VIII.1960, *J. Rzedowski* 12617 (ENCB). Estado de México, municipio Amecameca, orilla de la carretera a Tlamacas y Popo-Ixta, 13.VII.1974, *M. L. Aguilar* 203 (MEXU); La Joya de Alcalican, 14.XI.1976, *F. Arreguín* 142 (IBUG); loc. cit., 23.XI.1975, *F. J. Magallón B.* 1311 (IBUG, IEB, XAL); loc. cit., 14.XI.1976, *A. Martín M.* 171 (EBUM, GUADA, IBUG, IEB); loc. cit., 13.XI.1977, *J. V. del Moral* 619 (EBUM, IBUG); Campamento Tlamacas, 24.X.1982, *S. Cabrera* 59 (CIIDIR); loc. cit., 20.XI.1983, *M. I. Merchán* 86 (IEB); slope below Needle, western slope of Mt. Iztaccíhuatl, 4.IX.1955, *R. T. Clausen* s.n. (MEXU); km 20 carretera Amecameca - Tlamacas, Sierra Nevada, 28.IV.1977, *A. Cortes* s.n. (CHAPA); 1 km al N de la estación retransmisora de televisión, cerca de Paso de Cortés, 10.IX.1966, *R. Cruz* 1175 (ENCB); vertiente W del Iztaccíhuatl, 04.VIII.1958, *J. Espinosa* 33 (MEXU); Tlamacas, 8.VII.1972, *G. Guerrero* 04 (MEXU); loc. cit., 02.XII.1979, *P. Reyes M.* 5 (IEB); loc. cit., 20.X.1983, *L. Rojo* 86 (CHAPA, ENCB, MEXU); loc. cit., s.f., *R. Vázquez B.* 23 (MEXU); Las Lajas, porción S de la colina de Torre de Microondas, cerca de Paso de Cortés, 23.VIII.1973, *M. A. Hernández* 14 (ENCB); alpine zone on SW slope of Volcán Iztaccíhuatl, 5.6 km Paso de Cortes, 16.VIII.1960, *H. H. Iltis* 1026 (MEXU); SW slopes of Volcán Iztaccíhuatl, 3 km W of road at Paso de Cortés on N side of hwy 451, just W entronque to parque Ixtapopo, 16.VII.1978, *D. A. Kolterman* 25 (IBUG); 11 miles east of Amecameca, 31.VII.1975, *D. LeDoux* 2049 (ENCB); carretera al Popo, 28.V.1938, *E. Lyonnet* 2113 (MEXU); falda SO del Iztaccíhuatl, 1.V.1952, *E. Matuda* 26127 (MEXU); Parque Nacional Popocatepetl, 17.VIII.1957, *F. Medellín* 417 (ENCB); Puerto de Tlamacas, Popocatepetl, 26.IX.1940, *H. E. Moore* 37 (MEXU); Paso de Cortés, Sierra Nevada, 20.X.1974, *R. G. de la Mora* s.n. (ENCB); Paso de Cortés, 27.VIII.2018, *E. Pérez C.* 6810 (IEB); Buenavista, 2.XI.1975, *C. Rodríguez J.* 1674 (ENCB); Volcán Popocatepetl, Campamento Tlamacas, 8.VII.1962 *J. Rzedowski* 15748 (ENCB, MEXU); camino a Tlamacas, 8.VII.1962, *R. M. Salgado* 17 (IEB); 10.5 km W of Amecameca on México hwy 115 toward Paso de Cortés, Tlamacas y Volcán Popocatepetl, 26.VII.1975, *D. A. Steingaeber* 184 (MEXU); timberline Popocatepetl, 23.VII.1957, *R. M. Straw* 999 (MEXU); west slope of Mt. Popocatepetl, 24.VII.1957, *R. M. Straw* 1018 (MEXU); 25 km al SE de Amecameca, carretera al albergue Tlamacas, 20.IX.1987, *H. M. Tovar* 30 (CHAPA); Tlamacas, Popocatepetl, 27.XII.1964, *L. M. Villareal de Puga* 2639 (IBUG); Tercer congreso, Iztaccíhuatl, 23.X.1966, *L. M. Villareal de Puga* 6269 (IBUG); Volcán Popocatepetl, 23.X.1963, *L. M. Villareal de Puga* 14945 (IBUG); vertiente NO del Iztaccíhuatl, aprox. 2 km al O de Paso de Cortés, por la carretera a Amecameca, 14.XI.1985, *J. L. Villaseñor* 905 (MEXU); alpine prairie on Popocatepetl, east of Amecameca, 13.VII.1969, *R. E. Weber* 2133 (MEXU); on the side of Volcán Popocatepetl, 16.VII.1947, *G. L. Webster* 2366 (MEXU); 1.5 mi S of Paso de Cortés toward Popocatepetl, 16.VI.1962, *G. L. Webster* 12411 (MEXU); Paso de Cortés, Volcán Popocatepetl, 24.VII.1984, *J. L. Zauda Aguirre* 14543 (IBUG); Cerro Popocatepetl, circuito Tlamacas rumbo a Paso de Cortés, 21.XI.1981, *G. Zúñiga B.* 104 (IEB, MEXU). Municipio Isidro Fabela, alrededores de la Presa Iturbide, 18.VII.1967, *J. Rzedowski* 25495 (ENCB). Municipio Ixtapaluca, faldas del Telapón, cerca de Llano Grande, 26.VII.1964, *E. Arrington* s.n. (ENCB); 8 km al SE de Río Frío, 4.5 km de la autopista México - Puebla, camino que va del Campo Experimental de Zoquiapan, 27.IV.1979, *C. Azurdia* 66 (IBUG); Telapón (north of Iztaccíhuatl), south side of mountain, 4.IX.1958, *J. H. Beaman* 2434 (MEXU); Cerro del Telapón, 2.VIII.1970, *J. Chávelas P.* 3979 (MEXU); loc. cit., 12.VII.1953, *E. Matuda* 28711 (MEXU); Parque Nacional Llano Grande, VIII.1980, *M. Cházaro B.* 1324 (ENCB, MEXU, XAL); Parque Nacional Zoquiapan, XI.1980, *M. Cházaro B.* 1527 (ENCB,



MEXU, XAL); Campo Experimental de Zoquiapan, 8 km al SE de Río Frío, 26.VIII.1994, *E. Estrada s.n.* (MEXU); loc. cit., 8.VII.1978, *J. García P. s.n.* (CHAPA, ENCB, MEXU); loc. cit., 5.X.1980, *E. Guizar s.n.* (MEXU); loc. cit., 6.VI.1975, *S. D. Koch 75157* (ENCB, MEXU); loc. cit., 20.VI.1975, *S. D. Koch 75187* (GUADA); loc. cit., 27.VI.1975, *S. D. Koch 75216* (CHAPA), 75239 (IBUG); loc. cit., XI.1976, *C. Obieta 37*, (MEXU); loc. cit., 17.VII.1981, *O. Téllez 4519* (MEXU); loc. cit., 28.VIII.1979, *R. Vega A. 442* (CHAPA, IEB, MEXU); Cerro Tláloc, 31.VII.1978, *J. D. Flores M. 292* (ENCB, MEXU, XAL); lado S del Cerro Telapón, 3 km de la cumbre, 9.VIII.1978, *J. D. Flores M. 319* (ENCB); área semillera del campo experimental Zoquiapan, 13.IX.1981, *Y. Gómez Carvajal 6* (MEXU); ladera de San Francisco, 1.5 km al SW de la estación forestal experimental Zoquiapan, 25.VIII.2000, *E. Guizar 5099* (MEXU); Río Frío, field station at Zoquiapan, 22.VI.1981, *W. Hahn 564* (MEXU); 15 km de Río Frío, estación forestal Zoquiapan, 16.VIII.1974, *C. Rodríguez J. 1273* (ENCB); Cerro de las Tres Cruces, Campo Experimental Zoquiapan, 4.X.1980, *S. M. Romero 1* (XAL); 1 km al N de Llano Grande, en las faldas del Cerro Telapón, 26.VII.1964, *J. Rzedowski 18419* (ENCB); Llano Grande, s.f., *Schulz R. 73* (ENCB); Río frío, 3.VIII.1958, *F. Takak s.n.* (IEB); faldas del cerro El Papayo, Campo Experimental Zoquiapan, 1.IX.1979, *F. Zavala C. 241* (ENCB, GUADA, MEXU, XAL). Municipio Lerma, Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa), 2.VII.1967, *S. León 30* (ENCB). Municipio Naucalpan de Juárez, puerto El Guarda, 6 km al W de San Francisco Chimalpa, 12.X.1969, *M. Cruz 51* (ENCB); Villa Alpina, 24.XI.1974, *G. Velázquez 359* (ENCB, IBUG, XALU). Municipio San Felipe del Progreso, San Felipe del Progreso, 19.XI.1993, *A. Bolaños s.n.* (MEXU). Municipio Temamatla, Temamatla, Volcán Loma Larga, 12.X.1990, *E. Ibarra M. 51* (MEXU); Temamatla, Volcán Cilcuayo, 15.X.1990, *E. Ibarra M. 86* (MEXU). Municipio Tlamanalco, San Rafael, 02.XII.1952 *E. Matuda 27784* (MEXU); loc. cit., 18.VI.1951 *J. Rzedowski 143* (ENCB). Municipio Toluca, on the side of Volcán Zinacatl, near Toluca, 23.VIII.1947, *F. A. Barkley 76* (MEXU); 1 km al N de Llano Grande, sobre la ladera S del Telapón, 26.VII.1964, *J. Espinosa 532* (ENCB); Nevado de Toluca, 19.X.1952, *E. Matuda 26478* (ENCB); loc. cit., 8.VII.1971, *R. L. Oliver 551* (MEXU); loc. cit., 9.IX.1967, *E. L. Oliver 954* (MEXU); loc. cit., 26.VIII.2018, *E. Pérez Calix 6804* (IEB); loc. cit., 4.VIII.1962, *J. Rzedowski 15873* (ENCB); camino de Toluca al Nevado de Toluca, 4.VIII.1962, *J. Rzedowski 15819* (MEXU). Municipio Zinacantepec, Parque Nacional Nevado de Toluca, 2.XI.1984, *A. J. Sandoval 5* (MEXU); loc. cit., 13.VII.1985, *A. J. Sandoval 10* (MEXU). Michoacán, municipio Hidalgo, ladera N de la cima del Cerro San Andrés, alrededores de las antenas, 6.X.2010, *G. Aguilar 145* (IEB); cima del Cerro San Andrés, ladera W, 27.VI.2012, *G. Aguilar 890* (IEB). Municipio Ocampo, camino a Tintanueras, ejido El Rosario, 20.IX.2001, *M. G. Cornejo T. 317* (IEB); santuario El Rosario, Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, 6.VII.2005, *G. Ibarra M. 4796* (IEB). Municipio Zinapécuaro, Cerro San Andrés, lado SE, 9.XII.1988, *M. J. Jasso 671* (IEB); parte alta del Cerro San Andrés, 29.VIII.1987, *S. Zamudio R. 5571* (IEB, MEXU, XAL). Morelos, municipio Huitzilac, volcán Las Palomas, norponiente de México, corredor biológico Ajusco - Chichinaután, 22.XI.2007, *T. Amezcua J. 16* (MEXU); cerro del Tezoyo, s.f., *A. Sotelo s.n.* (MEXU); cerro Tres Marías, 31.IX.1968, *J. Vázquez 2008* (MEXU). Puebla, municipio Atzitzintla, al N de Texmalaquilla, camino al telescopio milimétrico, 25.V.2005, *J. L. Contreras 8313* (HUAP). Municipio Chalchicomula de Sesma, Pico de Orizaba, ca. 9 km east of Ciudad Serdán, 9.IX.1958, *J. H. Beaman 2497* (MEXU); Pico de Orizaba lado NE, entrada por Tlanchichuca para el poblado de Hidalgo, 26.IV.1982, *J. I. Calzada 3662* (XAL); 4. 4 km E San Martín Ojo de Agua, 28.VII.2000, *E. G. Martínez 88* (MEXU); arroyo Paso Buey, NW side of Volcano Pico de Orizaba and 1 km NW of the summit, 0.5 km SE of Miguel Hidalgo, 7.IX.1986, *M. Née s.n.* (XAL); carretera de terracería a El Cajón, Puebla, 7 km al SW del ejido Nuevo Jacal, Veracruz, en las faldas del Volcán Pico de Orizaba, 6.X.2001, *A. Rincón G. 2656* (XAL). Municipio San Nicolás de los Ranchos, camino a Paso de Cortés, lado poniente de Santiago Xalitzintla, 1.IX.1987, *M. Tlapa 308* (HUAP); villa turística Buena Vista, NE de Santiago Xalitzintla, 8.IX.1987, *M. Tlapa 352* (HUAP); camino cañada Huiloclatenco lado poniente de Santiago Xalitzintla, 22.IX.1987, *M. Tlapa 532* (HUAP, MEXU). Municipio San Salvador El Verde, vertiente N del Iztaccíhuatl, Campo Forestal Experimental San Juan Tetla, 16.VIII.1965, *A. M. Nah 868* (ENCB). Municipio Tlanchichuca, 19.9 km from Tlanchichuca on dirt road to summit of Orizaba, near Miguel Hidalgo, 7.VI.1983, *C. P. Cowan 3884* (IEB). Tlaxcala, municipio Chiau-tempan, ladera N del Cerro La Malinche, 8.X.1986, *A. Ro-*

mero S. 6 (MEXU). Municipio Huamantla, cima del volcán La Malinche, 6 km al SE del centro vacacional La Malintzin, 25.XI.1989, *C. Castillejos* 168 (MEXU); volcán La Malintzin, 19.II.1978, *M. Cházaro B.* 823 (MEXU, XAL); loc. cit., 21.VII.1990, *P. Rodríguez A.* 3693 (XALU); ladera NE de La Malinche, entre Apizaco y Huamantla, 10.IX.1968, *H. Ern* 64 (ENCB); 4 km al SE del poblado de Altamira, de la carretera del albergue Malintzin, Malintzin - Altamira, 16.IX.2004, *G. Flores* 5391 (MEXU); 2 km al SE de la entrada del poblado de Altamira, de la carretera del albergue Malintzin - Altamira, 16.IX.2004, *G. Flores* 5417 (MEXU); loc. cit., s.f., *S. Valencia* 2066 (MEXU); 1.5 km al SE de la entrada del poblado de Altamira, de la carretera del albergue Malintzin - Altamira, brecha 63, 16.IX.2004, *G. Flores* 5446 (MEXU); 11 km al W del poblado de Javier Mina, 14.XI.2004, *G. Flores* 5677 (MEXU); 6 km al W de la caseta, 5 km al SE del Albergue Malintzin, 15.IX.2004, *M. A. Mora* 339 (MEXU); rumbo a la Malinche por el albergue Tlaxcala y por San Francisco, 1.V.1986, *P. Rodríguez A.* 112 (HUAP); sobre el volcán La Malinche, aproximadamente 500 m arriba del centro vacacional del IMSS, 28.VIII.1988, *H. Vibrans* 2296 (CHAPA, ENCB). Municipio San Francisco Tetlanohcan, Parque Nacional La Malinche, 31.VIII.2018, *A. G. Zacarías* 181 (IEB). Municipio Teolocholco, camino a la Malinche por San Luis Teolocholco, 6.V.1986, *R. Acosta* 220 (HUAP). Municipio Tlaxco, 15 km al W del poblado de Tlaxco, 24.III.1998, *L. Aguilar* 375 (MEXU); 2 km al NE de las antenas de microondas, límite Tlaxcala - Puebla, 29.IX.1989, *R. Ramírez* 1870 (ENCB, MEXU). Municipio Zitlaltepec de Trinidad Sánchez Santos, ladera de exposición W del volcán La Malinche, 9.IX.1989, *C. Castillejos* 40 (MEXU). Veracruz, municipio Perote, al lado del camino a la cumbre del Cofre, 27.IV.1984, *B. Allkin* 84015 (IEB, XAL); cima del Cofre de Perote, 29.X.1998, *G. Castillo* 18676 (IEB, MEXU, XAL); loc. cit., 14.IX.1986, *G. Ortiz C.* 411 (ENCB, MEXU); Conejos, Cofre de Perote, 1.X.1979, *M. Cházaro B.* 1087 (IBUG, IEB, XAL); 11.3 km (7 mi) on the road to Cofre de Perote from hwy 140 and Perote, 8.VI.1983, *C. P. Cowan* 3905 (MEXU); Cofre de Perote, 20.VIII.1972, *J. Dorantes* 1563 (ENCB, MEXU); loc. cit., 5.V.1975, *W. Márquez* 334 (MEXU, XAL); Cofre de Perote, falda W, 25.XI.1975, *J. Dorantes* 5286 (ENCB, MEXU, XAL, XALU); Parque Nacional Cofre de Perote, alrededores del poblado El Conejo, 29.VIII.2018, *S. Guzmán* 171 (IEB); 35 km antes del Conejo,

carretera Perote - Cofre de Perote, s.f., *C. Horvitz* 128 (MEXU, XAL); north slopes of Perote, along road to summit from 8 to 14 km S of the village of Perote, 6.I.1982, *E. Judziewicz* 3152 (XAL, XALU); 1 km al S del Conejo, Parque Nacional Cofre de Perote, 4.VII.1983, *H. Narave F.* 695 (MEXU, XAL); 5 km al NO del Cofre de Perote, Parque Nacional Cofre de Perote, 5.VII.1983, *H. Narave F.* 735 (ENCB, IEB, MEXU, XAL); por la vereda de los Altos de la Laguna Tilapia, Parque Nacional Cofre de Perote, 6.VII.1983, *H. Narave* 755 (ENCB, IEB, MEXU, XAL); Cerro de Perote, 3 km al SW del poblado de Perote, 14.VIII.1986, *G. Ortiz C.* 406 (ENCB, MEXU); ejido El Conejo camino a Cofre de Perote, 30.VII.1975, *P. E. Valdivia* 2233 (CHAPA, ENCB, IEB, XAL).

***Penstemon hartwegii*** Benth., Pl. Hartw. 48. 1840. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, near to Real del Monte, *K. T. Hartweg* 362 (holotipo: K000528836!, isotipos: LD1213090!, NY00130571!).

Subarbusto, hasta 1.5 m de altura; tallos erectos, ramificados desde la base, puberulentos en las líneas de inserción de las hojas; hojas opuestas, lanceoladas a ovadas, 3-10 cm de largo, 1-2.5 cm de ancho, base amplexicaule, margen entero, ligeramente puberulentas en la nervadura central de ambas superficies, hojas de los fascículos linear-lanceoladas, 1.5-3.5 cm de largo; inflorescencia paniculada, 18-25 cm de largo, ramas secundifloras 2-3.5 cm de largo, flores 1-2, pedicelos 0.8-1.5 cm de largo, glandular pubescentes; segmentos del cáliz ovados, 0.6-1.2 cm de largo, 0.5 cm de ancho, glandular pubescentes, color rojizo, márgenes escariosos; corola tubular, 2.5-5 cm de largo, color rojo carmesí o magenta, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores rómbicos, erectos y glandulares, los inferiores redondeados, extendidos, glandular pubescentes, interior de la garganta color blanco con líneas guía de color rojo, glandular pubescente; estaminodio incluso, dilatado distalmente, moderadamente barbado; estambres fértiles, inclusos, lóculos de las anteras transversos y aplanados después de la dehiscencia, 0.25 cm de largo, 0.15 cm de ancho; frutos 0.8-1.5 cm de largo, color café.

Distribución: especie endémica de México; se presenta casi exclusivamente en la porción oriental de la Faja

Volcánica Transmexicana (Fig. 8). Fuera de ésta se le encuentra en el norte de los estados de Querétaro e Hidalgo (Sierra Madre Oriental) y Oaxaca.

Hábitat: bosque de coníferas, encino y encino-pino, así como en bosque mesófilo de montaña. Altitud 1900-3000 m. Crece en climas templados y semifríos, en zonas con rocas volcánicas como basaltos y andesitas y suelos de tipo andosol.

Fenología: florece de mayo a octubre y fructifica en noviembre.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la IUCN (2012) se considera como de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: no se encontraron datos en la literatura y ejemplares revisados que hagan referencia

a los usos de esta planta. Los nombres comunes con que se le conoce en la zona de estudio son cantarillo de monte, mirto fino y tarrito.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Puebla, municipio Chignahuapan, cerro Filo blanco, al S de Cuatnapalan, 29.IX.2001, *P. Tenorio L. 21027* (IEB). Municipio Tepeyahualco, 13-15 km de Tepeyahualco, 17.VIII.1978, *J. I. Calzada 4670* (XAL). Veracruz, municipio Acultzingo, cerro Teozintle, 18 km al NE de San Nicolás Bravo, 17.X.1986, *P. Tenorio L. 12004* (IEB, XAL). Municipio Calchahualco, Rincón de Atotonilco, 29.XI.1985, *J. L. Martínez 1117* (XAL). Municipio Huayacocotla, en el altar de la virgen, 2 km antes de llegar a Huayacocotla, 19.VII.1979 *J. I. Calzada 5453* (XAL). Municipio Las Minas, cerro La Tolva entrada por Casa Blanca, 19.VII.1989, *C. Durán E. 901* (MEXU, XAL). Municipio Tonayán, parte más alta cerros de la Sierra La Magdalena, VI.1981, *M. Cházaro B. 1558* (XAL).

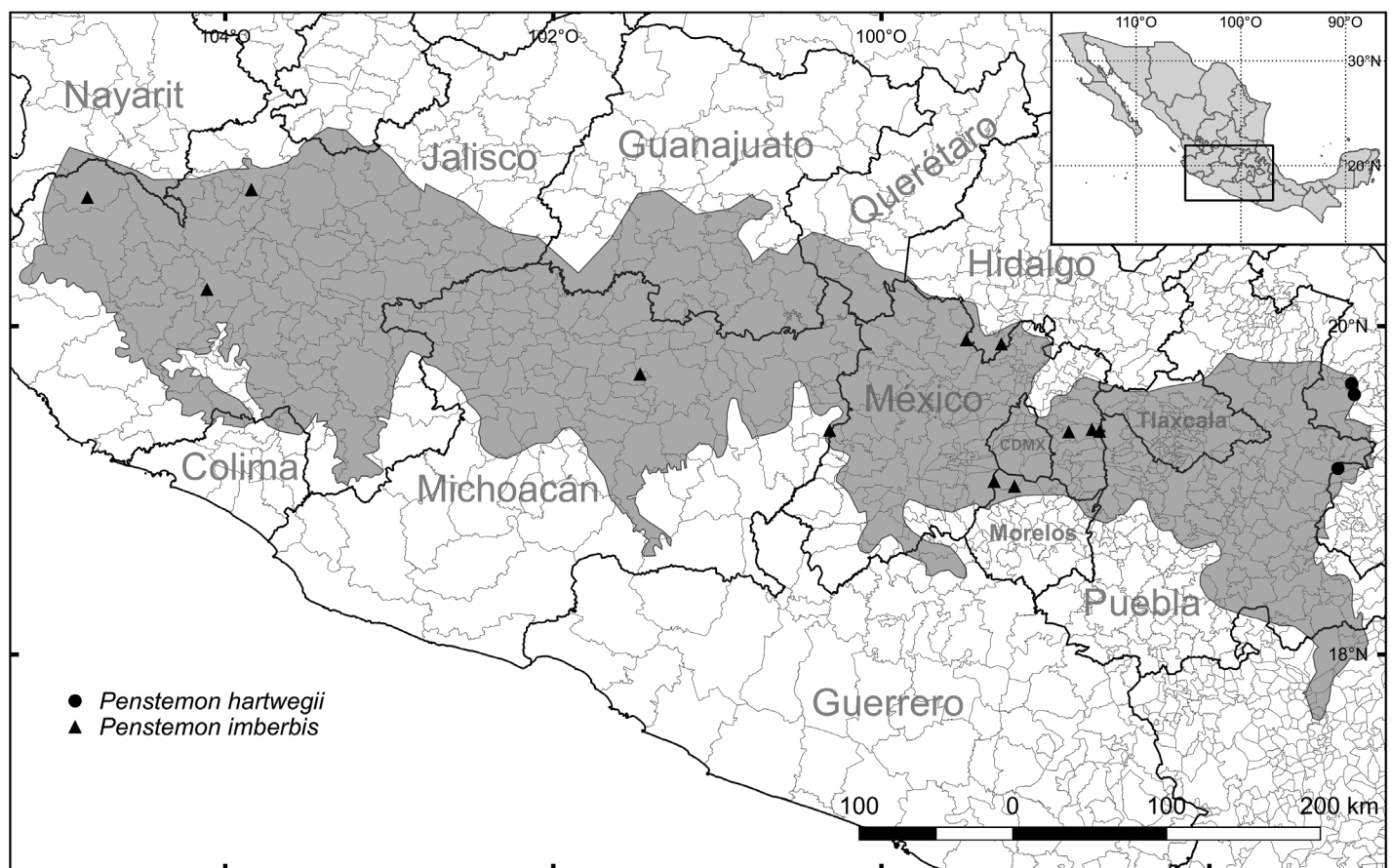


Figura 8: Distribución de *Penstemon hartwegii* Benth. y *Penstemon imberbis* (Kunth) Poir. en la Faja Volcánica Transmexicana.



***Penstemon imberbis*** (Kunth) Poir., Dict. Sci. Nat. 385. 1825.

≡ *Chelone imberbis* Kunth, Nov. Gen. Sp. 2: 363. 1817. TIPO: MÉXICO. Guanajuato, regiones montañosas de Nueva España, entre el Puerto de Barrientos y el pueblo de Santa Rosa, s.f., A. J. A. Bonpland y F. W. H. A. Humboldt 4232 (holotipo: P00670523!, isotipo: F0BN012430!).

≡ *Penstemon imberbis* (Kunth) Trautv., Bull. Sc. Acad. Petersb. 5: 345. 1839.

Herbácea perenne, 0.6 m de altura; tallos erectos, monopódicos, densa y finamente puberulentos; hojas basales lanceoladas, las superiores lineares, 8-10 cm de largo, 0.5 cm de ancho, base atenuada, margen entero, glabras; inflorescencia racemosa, 12-20 cm de largo, ramas secundifloras 2-4 cm de largo, flores 1-2, pedicelos, 1.5-3 cm de largo, glabros; segmentos del cáliz lanceolados a elípticos, 0.4-0.7 cm de largo, 0.15 cm de ancho, glandular pubescentes, color rojizo, márgenes escariosos; corola tubular gradualmente ensanchada, 1.5-2.5 cm de largo, color rojo carmesí, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores lanceolados hacia el ápice, erectos, glabros, los inferiores elípticos, extendidos, glabros, garganta color rojo pálido con líneas guía de color guinda, glabra; estaminodio exserto, ensanchado en el ápice, glabro; estambres fértiles, exsertos, lóculos de las anteras paralelas, no aplanados después de la dehiscencia, 0.3 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.7-1.2 cm de largo, color café.

Distribución: especie endémica de México; abundante en la porción occidental de la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 8), fuera de ésta se encuentra en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí y norte de Querétaro (Meseta Central y Sierra Madre Oriental).

Hábitat: bosque de coníferas y pino-encino. Altitud 1500-2800 m. Crece en clima templado subhúmedo en zonas con rocas de tipo andesita y suelos de tipo andosol.

Fenología: florece de agosto a principio de octubre y fructifica a partir de octubre.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012) se considera como de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: no se encontraron datos en la literatura, y ejemplares de herbario, que hagan referencia a sus usos y nombres comunes dentro la zona de estudio.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Estado de México, municipio Ixtapaluca, Cerro Telapón, Río Frío, 12.VII.1953, E. Matuda 28717 (ENCB, MEXU); below Llano Grande Gap, near Río Frío, 28.VII.1944, A. J. Sharp 4474 (MEXU). Municipio Jilotepec, Cerro de Jilotepec, 27.IX.1953, E. Matuda 29110 (MEXU). Municipio Tepotzotlán, Sierra de La Alcaparrosa, cerca de Tepotzotlán, X.1975, L. Paray 1667 (MEXU); parte alta de la Sierra de La Alcaparrosa, 10 km al NW de Tepotzotlán, 07.VIII.1977, J. Rzedowski 36265 (MEXU). Guanajuato, municipio Santa Cruz de Juventino Rosas, 28 km al NNW de Juventino Rosas, sobre la carretera a Guanajuato, 19.X.1986, J. Rzedowski 41179 (IEB); 24 km al NNW de Juventino Rosas, 22.IX.1987, S. Zamudio R. 5691 (XAL). Jalisco, municipio San Sebastián del Oeste, camino de San Sebastián del Oeste hacia la Hacienda del Cura, 16.V.1997, J. J. Reynoso 359 (IBUG). Municipio Tenamaxtlán, cerro El Picacho, al E de Tenamaxtlán, 3.XII.1986, L. M. González V. 2815 (IBUG). Municipio Tequila, 12 km al NE de la estación de tren Tequila, camino a la estación de Microondas, cerro de Tequila, 7.XI.1993, G. Flores 3093 (MEXU). Michoacán, municipio Zitácuaro, zona 23, Rincón del Ahorcado, ladera del Cerro del Cacique, 4.XI.1978, G. Ibarra M. 234 (MEXU). Morelos, municipio Cuernavaca, Sierra de Morelos, 20.IX.1969, G. B. Hinton 17418 (IEB). Municipio Huitzilac, Zempoala, IX.1932, E. Lyonnet 1014 (MEXU).

***Penstemon isophyllus*** B.L. Rob., Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 31(6): 267-268. 1904. TIPO: MÉXICO. Puebla, Hills above Chalchicomula, 13.VIII.1901, C. G. Pringle 8568 (holotipo: GH00091537!, isotipos: BKL00004314!, CM2027!, E00394551!, ENCB003604!, F0072660F!, GOET011058!, HBG512059!, JE00000355!, K000528835!, LL00372963!, M0175586!, MSC0092571!, PH00018489!, RSA0006164!, S-G-4682!, US00122302!).

Subarbusto, hasta 1 m de altura; tallos erectos, ramificados desde la base, completa y densamente puberulentos; hojas opuestas, lanceoladas a elípticas, 4-6 cm de largo, 0.8-1.5 cm de ancho, base amplexicaule, margen entero a revoluto, glabras a ligeramente puberulentas en los márgenes; inflorescencia racemosa, 12-30 cm de largo, ramas secundifloras 1.5-4.5 cm de largo, flores 1-5, pedicelos 1.5-2 cm de largo, glandular pubescentes; segmentos del cáliz elípticos, 0.8-1 cm de largo, 0.4 cm de ancho, glandular pubescentes, color rojizo, márgenes escariosos; corola tubular gradualmente ensanchada, 2.5-4.5 cm de largo, color rojo brillante, externamente pilosa, lóbulos superiores rombicos, glabros, los inferiores redondeados, expandidos, ligeramente pubescentes, el interior de la garganta color blanco con líneas guía color guinda, escasamente glandular; estaminodio incluso, filiforme, glabro; estambres fértiles inclusos, lóculos de las anteras transversos y

aplanados después de la dehiscencia, 0.25 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.9-1.5 cm de largo, color café.

Distribución: especie endémica de México; abundante en la porción oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 9). Fuera de ésta se ha reportado en el estado de Oaxaca.

Hábitat: bosque de coníferas, encino y encino-pino. Altitud 2000-3000 m. Crece en climas templados subhúmedos, en zonas con rocas de tipo basáltico y tobas y suelos de tipo andosol y regosol.

Fenología: florece de julio a octubre y fructifica de noviembre a mayo.

Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación

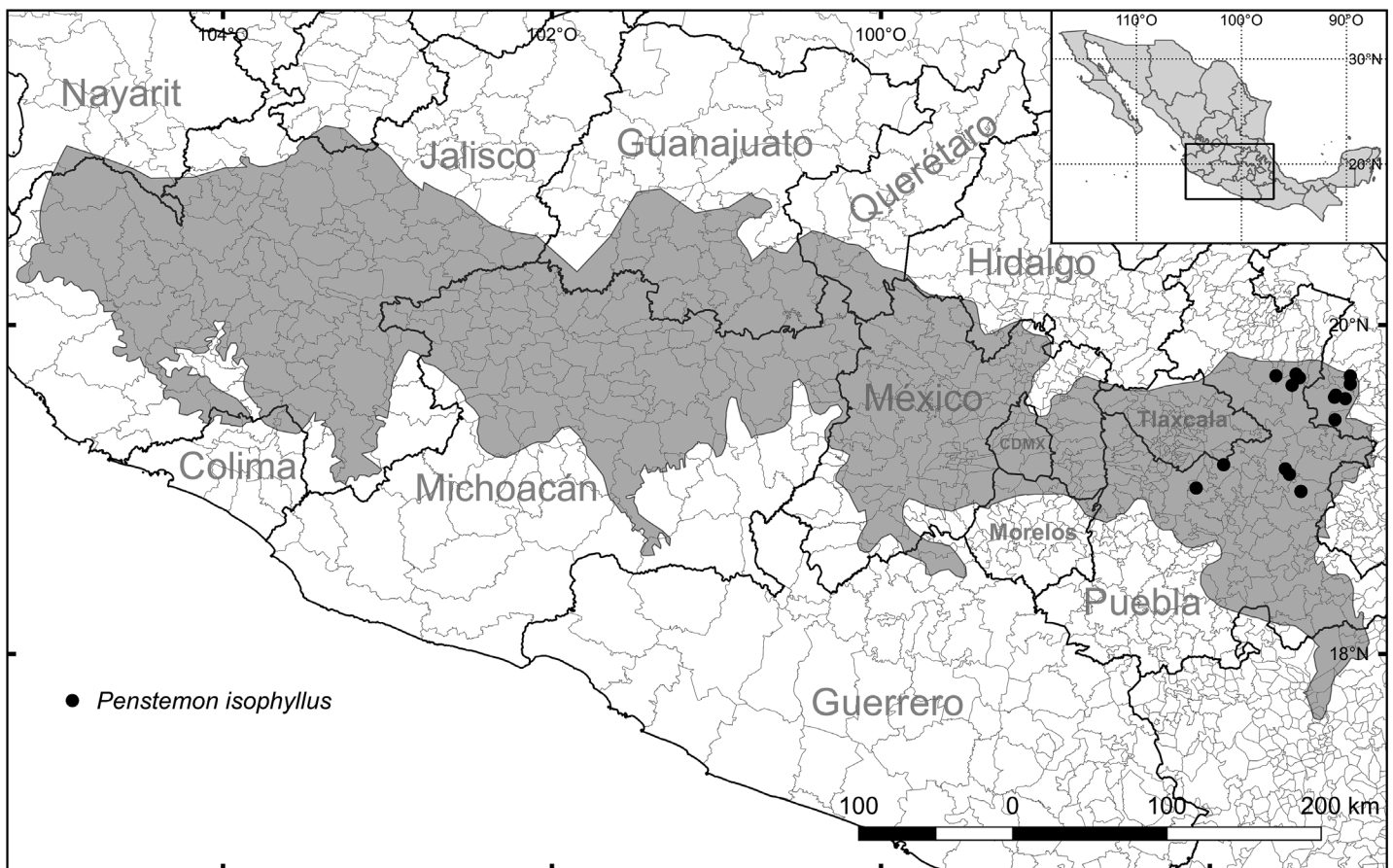


Figura 9: Distribución de *Penstemon isophyllus* B.L. Rob. en la Faja Volcánica Transmexicana.

ción de la Naturaleza (IUCN, 2012) se considera como de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: no se encontraron datos en la literatura y ejemplares revisados que hagan referencia de los usos de esta planta. Los nombres comunes con que se le conoce en la zona de estudio son aretillo, cimarrón, perrito.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Puebla, municipio Acajete, Cerro del Pinal, cerca de Acajete, VIII.1951, *L. Paray 165* (ENCB); El Pinal a 10 km al E de Acajete, 16.IX.1968, *P. Tenorio L. 15168* (MEXU). Municipio Aljojuca, laguna de San Miguel Tecuitlapa, 16.VI.2005, *J. L. Contreras 8355* (HUAP); Cerro Piedra Verde al E de Aljojuca, 8.VIII.2006, *J. L. Contreras 8440* (HUAP). Municipio Amozoc, Rejaya de la India a 2 km al S de San Mateo Mendizabal, 9.X.1988, *A. Muños 313* (HUAP). Municipio Chalchicomula de Sesma, cerca de 5 km al sur de Ciudad Serdán, 28.VIII.2018, *E. Pérez C. 6816* (IEB); base of pyramid above waterwork at San Andrés, above Serdán cabecera, 25.IX.1944, *A. J. Sharp 441035* (MEXU); Ciudad Serdán, 15.VIII.1970, *F. Ventura A. 2111* (ENCB). Municipio Chignautla, 3 km al NO de Los Humeros, 25.X.2008, *P. Carrillo R. 5401* (XAL). Municipio Tlatlauquitepec, Sierra de Mastaloyan, cerca de la rancharía de los Humeros, *M. Cházaro B. 6089* (IEB, MEXU, XAL); camino a Mastaloyan, camino Oyameles - Oriental, 13.VI.1982, *M. Sandoval 122* (XALU); camino Mastaloyan - Tezuitlán, *M. Sandoval 266* (XAL). Veracruz, municipio Huayacocotla, 12 km al W de Agua Blanca carretera a Huayacocotla, 26.VI.2001, *R. Torres C. 16009* (MEXU). Municipio Las Vigas de Ramírez, al E de la carretera Xalapa - Vigas siguiendo el malpaís, 30.VII.1989, *P. Zamora C. 998* (MEXU, XAL). Municipio Perote, en el malpaís, carretera para Tepeyahualco, 22.VI.1976, *J. I. Calzada 2485* (ENCB, IEB, MEXU, XAL); al sur de Totalco, 9.XII.1997, *G. Castillo 16881* (IEB, MEXU, XAL); cerca de 15 km al oeste de Perote, sobre la autopista Amozoc - Perote, 31.VIII.2018, *S. Guzmán 176* (IEB); El Progreso, 8.XII.1977, *F. Ventura A. 14824* (ENCB, XAL); Cruz Verde cerca de la caja de Agua, 23.VIII.1980, *F. Ventura A. 17759* (ENCB, IEB, MEXU, XAL). Municipio Tatatila, San Martín, 13.XII.1977, *F. Ventura A. 14838* (MEXU, XAL); camino a Tatatila, 14.VIII.1980, *F. Ventura A. 17718* (ENCB, IEB, MEXU). Municipio Xico, barranca

del Pixquiac, 1 km al E de la presa Alto Pixquiac, 12.XII.1983, *H. Narave 1130* (MEXU, XAL). Municipio Zacualpan, arroyo de Aguas Zarcas, ejido Canalejas, 28.VI.1984, *S. Avendaño R. 1773* (ENCB).

***Penstemon miniatus*** Lindl., Bot. Reg. 33: t. 14. 1847. TIPO: MÉXICO. Durango, sur de Durango, s.f., *Anónimo s.n.* (CGE).

= *Penstemon apateticus* subsp. *durangensis* Straw, Bol. Soc. Bot. Méx. 24: 39-52. 1959. TIPO: MÉXICO. Durango, Otina-pa, 25.VI.1906, *E. Palmer 559* (holotipo: US571583!, isotipos: GH00091521!, NY00772433!).

Herbácea perenne, 0.5-1.3 m de altura; tallos erectos, monopódicos o ramificados desde la base, puberulentos a velutinos; hojas lineares, lanceoladas o elípticas, 3.5-13 cm de largo, 1-3 cm de ancho, base atenuada a amplexicaule, margen entero, glabras a pubérulo-velutinas en las venas medias de la lámina; inflorescencia tirsoide, 10-30 cm de largo, ramas secundifloras 3-5 cm de largo, flores 1-2, pedicelos 0.5-3 cm de largo, glandular pubescentes; segmentos del cáliz lanceolados, 0.5-0.8 cm de largo, esparcidamente glandular pubescentes, color verde, márgenes escariosos; corola tubular gradualmente ensanchada, 2.8-4 cm de largo, color rojo brillante o guinda, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores rómbicos, erectos, glandular pubescentes, los inferiores rómbicos, extendidos, glandular pubescentes, el interior de la garganta blanca con líneas guía color rojo, glabra; estaminodio incluso, glabro; estambres fértiles, exsertos, lóculos de las anteras transversos y aplanados después de la dehiscencia, 0.25-0.35 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.5-1.2 cm de largo, color café.

Especie polimorfa, en la Faja Volcánica Transmexicana solamente se encuentra representada por la siguiente subespecie:

***Penstemon miniatus*** Lindl. subsp. ***apateticus*** (Straw) Straw, Britt. 36: 67. 1984.

≡ *Penstemon apateticus* subsp. *apateticus* Straw, Bol. Soc. Bot. Méx. 24: 39-52. 1959. TIPO: MÉXICO. Distrito Federal, VIII-



IX.1896, Serranía del Ajusco, C. G. Pringle 6463 (holotipo: CAS 152339!, isotipos: F0072654!, GH00091520!, US287704!).

Herbácea perenne, 0.6-1.2 m de altura; tallos erectos, monopódicos, puberulentos; hojas por debajo de la inflorescencia lanceoladas, 3.5-14 cm de largo, 0.8-1.5 cm de ancho, hojas superiores lineares, 4-12 cm de largo, 0.8 cm de ancho, base atenuada, margen entero, glabras; inflorescencia tirsoide 12-29 cm de largo, ramas secundifloras 3-5 cm de largo, flores 1-2, pedicelos 0.6-2.5 cm de largo, glandular pubescentes; segmentos del cáliz lanceolados, 0.8 cm de largo, 0.4 cm de ancho, esparcidamente glandular pubescentes, color verde, márgenes escariosos; corola tubular gradualmente ensanchada, 2.8-3.5 cm de largo, color rojo brillante, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores rómbicos, erectos, glandular pubescentes, los inferiores rómbicos, extendidos, glandular pubescentes, el interior

de la garganta color blanco con líneas guía color rojo, glabra; estaminodio inclusivo, glabro; estambres fértiles, exsertos, lóculos de las anteras transversos y aplanados después de la dehiscencia, 0.3 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.5-1 cm de largo, color café.

Distribución: especie endémica de México; abundante en la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 10). Fuera de ésta se ha reportado en los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Aguascalientes y Oaxaca.

Hábitat: bosque de coníferas, encino y encino-pino. Altitud 1800-3200 m. Crece en climas que van del templado subhúmedo al semifrío, principalmente en zonas con rocas de tipo basalto y suelos de tipo andosol.

Fenología: florece de julio a octubre y fructifica de octubre a enero.

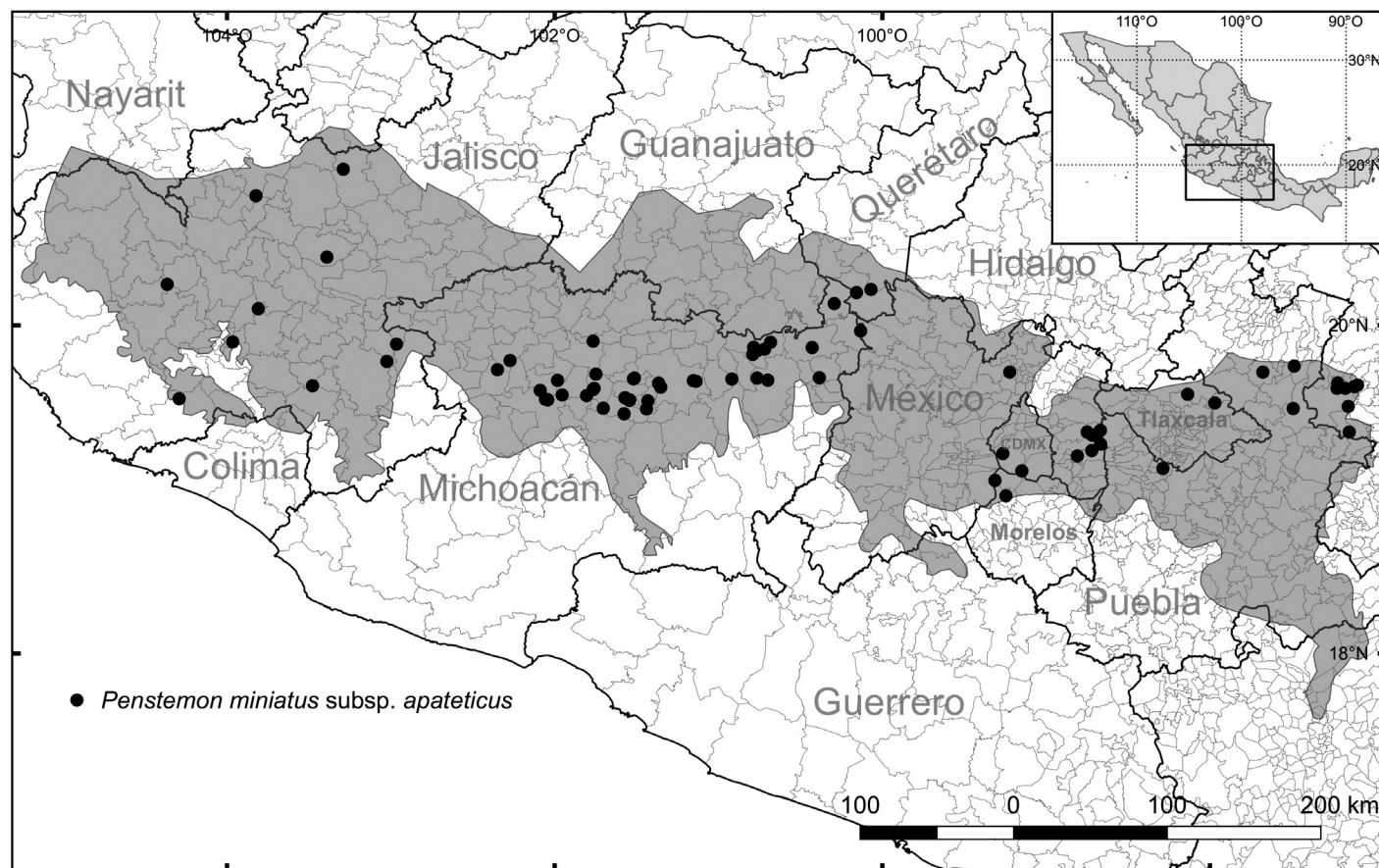


Figura 10: Distribución de *Penstemon miniatus* Lind. subsp. *apateticus* (Straw) Straw en la Faja Volcánica Transmexicana.



Estado de conservación: de acuerdo con las categorías y criterios de la IUCN (2012) se considera como de preocupación menor (LC).

Usos y nombres comunes: no se encontraron registros en la literatura y ejemplares revisados sobre usos y nombres comunes para esta planta en la zona de estudio.

Ejemplares examinados: MÉXICO. Ciudad de México, delegación Gustavo A. Madero, La Armería, 1800 m en línea recta en dirección SO del picacho El Fraile, 14.IX.2005, A. Espinosa H. 192 (MEXU). Delegación Tlalpan, alrededores de la estación La Cima, serranía del Ajusco, 14.VIII.1960, J. Rzedowski 12611 (ENCB); estación La Cima, serranía del Ajusco, 22.VIII.1965, J. Rzedowski 20453 (MEXU). Estado de México, municipio Ixtapaluca, Estación Experimental Zoquiapan, carretera México - Puebla, 8 km al SE de Río Frío, 8.VII.1978, J. García P. s.n. (CHAPA, ENCB, MEXU); loc. cit., 18.VII.1975, S. D. Koch 75364 (CHAPA, ENCB); loc. cit., 25.VII.1978, R. Vega A. 161 (ENCB, MEXU); 1 km al N de Llano Grande, en las faldas del Cerro Telapón, 26.VII.1964, J. Rzedowski 18458 (ENCB); Llano Pinahua, 10 km al S del Llano Grande, 12.VIII.1980, J. Rzedowski 36791 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU, XAL); Llano Grande, 19.VII.1983, E. Ventura V. 1115 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU). Municipio Tepotzotlán, Sierra de La Alcaparrosa, cerca de Tepotzotlán, 9.X.1955, L. Paray 1667 (ENCB); parte alta de la Sierra de La Alcaparrosa, 10 km al NW de Tepotzotlán, 21.IX.1973, J. Rzedowski 31295 (ENCB); loc. cit., 07.VIII.1979, J. Rzedowski 36265 (ENCB, IEB). Municipio Tlalmanalco, 80 km al E del Llano Chico y WNW de las instalaciones del Campo Experimental Zoquiapan, 15.VII.1981, F. Zavala C. 487 (EBUM). Jalisco, municipio Chiquilistlán, El Agostadero 5-6 km al NE de Chiquilistlán, 22.X.1993, P. Sáenz 39 (IBUG). Municipio Mascota, El Alambique, 17.IX.2000, R. Ramírez D. 6223 (IBUG). Municipio Mazamitla, brecha Mazamitla - El Tigre, 21.IX.1986, R. Ramírez D. 551 (IBUG); 15 km al S de Mazamitla, sobre la brecha a Manuel M. Diéguez, 27.X.1989, J. Villa C. 174 (IBUG). Municipio Tequila, Volcán de Tequila, 8.5 km al S de Tequila por el camino que sube a las antenas, 5.IX.2001, P. Carrillo R. 2626 (IBUG); Cerro de Tequila, km 17, 06.IX.1988, S. González C. 89 (MEXU); km 10 del camino Tequila - estación de microondas, Cerro

de Tequila, 3.XI.1984, A. Rodríguez C. s.n. (IBUG); loc. cit., 10.X.1982, L. M. Villareal de Puga 2050 (IBUG); Cerro de Tequila, 14.XII.1967, L. M. Villareal de Puga 2769 (IBUG). Municipio Tlajomulco de Zúñiga, Cerro Viejo, ladera de exposición N enfrente de San Miguel Cuyutlán, 30.VII.1986, J. A. Machuca 3826 (GUADA). Municipio Zapopan, brecha a San Isidro Mazatepec, por la prolongación a Mariano Otero, 9.X.1988, O. Reyna B. 732 (IBUG, IEB, MEXU). Municipio Zapotitlán de Vadillo, El Floripondio, 12.X.1980, R. Soltero 810 (IBUG). Michoacán, municipio Áporo, Cerro Seco, 2 km al NE de Áporo, 18.X.1986, J. Santos M. 1791 (CHAPA, ENCB, IBUG, IEB). Municipio Contepec, Cerro Altamirano, 2 km de Contepec, 15.IX.2005, M. G. Cornejo T. 1559 (IBUG, IEB, MEXU). Municipio Epitacio Huerta, 6-7 km sobre el camino a Polvillas, carretera Epitacio Huerta - Contepec, s.f., H. Díaz B. 7414 (IEB, MEXU). Municipio Erongarícuaro, 1 km al N de la Zarzamora, 2.X.1985, H. Díaz B. 1242 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); Zarzamora, 1 km al N de Zarzamora, 24.IX.1994, J. N. Labat 2514 (IBUG, IEB, MEXU, XAL). Municipio Hidalgo, La Venta, 17 km al W de Ciudad Hidalgo, carretera Morelia por Mil Cumbres, 2.X.1983, E. M. Martínez 4692 (IEB, MEXU); Los Azufres, 5.IX.2017, E. Pérez C. 6696 (IEB); 11 km al N de Indaparapeo, sobre el camino a Las Peras, 8.XI.1987, J. Rzedowski 45683 (ENCB, IEB, MEXU). Municipio Huiramba, 1 km al S de Las Tablas, 16.X.1991, E. García 3992 (IEB, MEXU). Municipio Lagunillas, La Caja, 16.VIII.1991, J. M. Escobedo 2063 (IBUG, IEB, MEXU). Municipio Morelia, parte alta del Pico Azul, 22.X.1991, E. García 4057 (IBUG, IEB, MEXU, XAL); Loma Larga NE de Santa María, 24.VIII.1990, C. Medina G. 2051 (EBUM, IEB); 3 km al W de Chihuerio, 22.IX.2017, E. Pérez C. 6703 (IEB); parte alta del Pico Azul, cerca de San José de las Torres, 25.XI.1987, J. Rzedowski 45959 (ENCB, IEB, MEXU). Municipio Nahuatzen, 3 km al S de Arantepacua, 3.VIII.1990, E. García 2947 (EBUM, XAL). Municipio Paracho, malpaís, 6 km al SW de Paracho, 7.IX.1990, E. García 3270 (EBUM, IEB, MEXU, XAL); km 46.5 carretera Carapan - Uruapan, al S de Paracho, 9.XI.1989, I. García R. 3012 (CII- DIR, IEB). Municipio Pátzcuaro, Cerro el Frijol, 03.X.1985, J. M. Escobedo 289 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU); 2.5 km al SE de Ajuno, carretera Pátzcuaro - Uruapan, 3.XI.1986, J. Espinoza G. 2378 (CHAPA, ENCB, IEB, MEXU); cerro El Picacho de la Tinaja, 13.X.1985, E. Mayo 202 (ENCB, IEB).

Municipio Queréndaro, 19 km al E de Queréndaro, sobre la carretera a Maravatío, 13.X.1986, *J. Rzedowski* 40962 (CHAPA, ENCB, IEB, MEXU). Municipio Quiroga, camino al Cerro del Tzirate, 27.IX.1986, *J. M. Escobedo* 1292 (ENCB, IEB, MEXU); cerro de Las Rosas, camino al Cerro del Tzirate, 4.X.1985, *C. López C.* 644 (EBUM, ENCB, IEB, MEXU). Municipio Tangancicuaro, aprox. 1 km al E de Barranca Onda, Cerro de Patamban, 15.XI.1988, *L. Torres R.* 149 (EBUM, IEB). Municipio Tingambato, Pichátaro, 10.X.1985, *J. M. Escobedo* 386 (ENCB, IEB). Municipio Uruapan, pedregal al E de Capácuaro, 6.IX.1990, *E. García* 3180 (IEB); malpaís de Capácuaro, 13.XI.1991, *E. García* 4112 (IEB, MEXU). Municipio Zinapécuaro, sobre el camino real, lado E del cerrito, 27.IX.1988, *M. J. Jasso* 224 (ENCB, IEB); ladera E del Cerro de la Cruz, Ucareo, 16.IX.1983, *S. Zamudio R.* 4563 (IEB, MEXU, XAL); ladera W del Cerro del Mozo, Ucareo, 17.IX.1986, *S. Zamudio R.* 4583 (IEB, MEXU, XAL). Puebla, municipio Chignautla, 5 km al NO de Los Humeros, Sierra de Mastoloyan, 25.X.2008, *P. Carrillo R.* 5394 (XAL). Municipio Tepeyehualco, delante de Mastoloyan y cerca de la Geotérmica de Los Humeros, 26.VI.1986, *M. Cházaro* 3904 (XAL). Municipio Zaragoza, desviación carretera Zaragoza Puebla - Zacapoaxtla, 1.VIII.1986, *F. Ventura A.* 22245 (CHAPA, MEXU). Municipio Zautla, Santa Cruz, 7.VIII.1986, *F. Ventura A.* 227 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU, XAL). Tlaxcala, municipio Terrenate, ladera S del Tlacoxolo, al NE del rancho Atotonilco, 25.X.1989, *E. Ángeles* 134 (ENCB, MEXU); ladera N del cerro Tlacoxolo, al W del rancho Atotonilco, 24.X.1989, *C. Castillejos* 118 (MEXU). Veracruz, municipio Ayahualulco, Ayahualulco, Tlalnepantla, entre Laureles y Ayahualulco, 29.IX.1995, *G. Castillo C.* 14440 (XAL). Municipio Las Vigas de Ramírez, San Juan del Monte, predio San Juan del Monte, 13.V.1985, *A. Marín C.* 43 (XAL); plan de las Escobas, 8.VI.1980, *F. Ventura A.* 17244 (ENCB, IEB, MEXU, XAL). Municipio Perote, NW slopes of Cofre de Perote, 8 km (by road) SE of town of Perote on road to television towers on summit of Cofre de Perote, 27.VI.1982, *G. Diggs* 2653 (XAL); Veinte de Noviembre, 25.VII.1980, *F. Ventura A.* 17636 (ENCB, IEB, MEXU, XAL). Municipio Villa Aldama, El Quemado, 22.XI.1977, *F. Ventura A.* 14751 (ENCB, XAL).

Nota taxonómica: *Penstemon miniatus* fue descrito por **Lindley (1847)** con base en una lámina realizada de es-

pecímenes del Jardín Botánico de la Real Sociedad de Agricultura de Londres. De acuerdo con Lindley, dichas plantas se originaron a partir de semillas enviadas desde el Norte de México (Sur de Durango) al botánico alemán Frederick Scheer. De acuerdo con Straw (1984), el holotipo de *Penstemon miniatus* de Lindley se encuentra depositado en el herbario de la Universidad de Cambridge, Inglaterra; una fotografía de dicho ejemplar fue enviada por personal del herbario CGE para esta revisión.

***Penstemon roseus*** (Cerv. ex Sweet) G. Don, Loud. Hort. Brit. 243. 1830.

≡ *Chelone rosea* Cerv. ex Sweet, Brit. Fl. Gard. 1: 230. 1827-1829. TIPO: MÉXICO. Hidalgo, entre Morán (Mina de Morán, actualmente municipio Mineral del Monte) y Omitlán (municipio Omitlán de Juárez), s.f., *A. J. A. Bonpland y F. W. H. A. Humboldt s.n.* (neotipo: K000979581!).

= *Penstemon kunthii* G. Don, Loud. Hort. Brit. 243. 1830.

≡ *Penstemon roseus* (Cerv. ex Sweet) G. Don, Gen. Hist. Dichlam. Pl. 4: 636. 1838.

Herbácea perenne, 0.5-1.5 m de alto; tallos erectos, ramificados desde la base, glabros a ligeramente puberulentos; hojas opuestas lanceoladas, 3-10 cm de largo, 0.5-1.3 cm de ancho, base atenuada en ocasiones amplexicaule, margen aserrado, fascículos a menudo bien desarrollados con dos o más pares de hojas lanceoladas, 1-3.5 cm de largo; inflorescencia paniculada, 10-20(25) cm de largo, ramas secundifloras 1-2.5 cm de largo, flores 1-4, pedicelos 0.8-1.5 cm de largo, ligeramente glandular pubescentes; segmentos del cáliz linear-lanceolados, 0.5-1 cm de largo, 0.5 cm de ancho, glandular pubescentes color verde, márgenes enteros; corola tubular gradualmente ensanchada, 2-3.5 cm de largo, color rojo, externamente glandular pubescente, lóbulos superiores rómbicos, erectos, glabros, los inferiores redondeados, expandidos, esparcidamente vilosos, el interior de la garganta color rojo pálido con líneas guía de color rojo, glabra; estaminodio incluso, ensanchado distalmente, cortamente barbado; estambres fértiles, exsertos, anteras naviculares, 0.2 cm de largo, 0.1 cm de ancho; frutos 0.8-1.2 cm de largo, color café.

**Distribución:** especie endémica de México; abundante en la Faja Volcánica Transmexicana (Fig. 11). Fuera de ésta se encuentra en los estados de Sinaloa, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guerrero y Oaxaca.

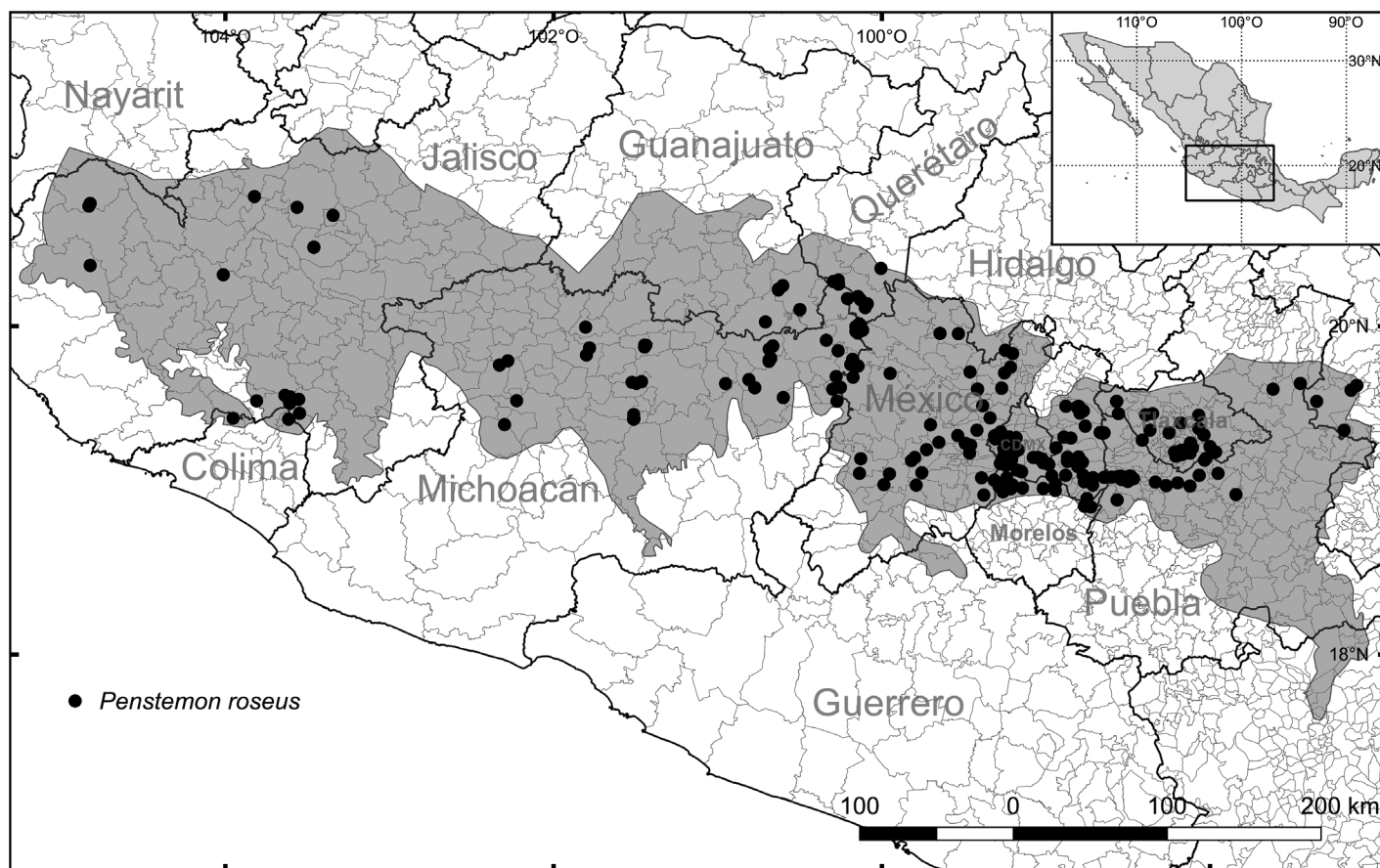
**Hábitat:** bosque de coníferas, encino y encino-pino. Altitud 2000-3500 m. Crece en climas templados subhúmedos y semifríos, en zonas con rocas de tipo basalto y tobas y suelos de tipo andosol, phaeozem luvisol y leptosol.

**Fenología:** florece de junio a diciembre y fructifica de octubre a abril.

**Estado de conservación:** de acuerdo con las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012) se considera de preocupación menor (LC).

**Usos y nombres comunes:** sus usos principales dentro de la región de estudio son el medicinal (picadura de víbora, dolores, baños de parto, baño temascal, reumas, riñones), ornamental, su extracción para tintes y forraje. Los nombres comunes que se registraron son agracejo, aretillo, campanita, chichilpa rojo, chulpa, cuachilpa, chulparrosa, jarrito, juanita, miguelito rojo, tarrito, tlascal, tlaxcal, tlaxcoxochitl, trompetillo.

**Ejemplares examinados:** MÉXICO. Ciudad de México, delegación Coyoacán, Reserva Biológica del Pedregal de San Ángel, 29.VII.1993, B. González H. 339 (IEB). Delegación Cuajimalpa de Morelos, La Venta, 13.IX.1965, C. Cervantes G. 121 (ENCB). Delegación Gustavo A. Madero, Sierra de Guadalupe, Cerro Moctezuma, al NE de Cuauhtémoc, 3. XII.1980, J. Rzedowski 37138 (ENCB). Delegación Magdalena Contreras, cerca del primer Dínamo, cañada de Contreras, 3.X.1971, R. Galván 103 (ENCB); loc. cit., 3.X.1971, L.



**Figura 11:** Distribución de *Penstemon roseus* (Cerv. ex Sweet) G. Don en la Faja Volcánica Transmexicana.



- Ramos R. 10 (ENCB); Los Dínamos, 8.IX.1979, A. Ventura A. 3526 (ENCB). Delegación Milpa Alta, 16 km del poblado de San Gregorio, 6.XII.1976, R. Burgos P. 10 (ENCB); Santa Ana, 17.V.1952, D. B. Gold 209 (ENCB, MEXU); loc. cit., 30. III.1976, A. Ventura A. 1240 (ENCB, MEXU); loc. cit., 12. VI.1976, A. Ventura A. 1571 (ENCB, MEXU); Cerro Nepanapa 200 m de la caseta Pelagatos, camino a Quinta Nepanapa, 15.VII.2003, J. Rivera H. 3293 (MEXU); carretera Xochimilco - Milpa Alta 1 km de la desviación de San Andrés Tlalnepantla delante de Xalpan, 4.IX.1977, R. Pérez G. s.n. (MEXU); San Lorenzo, 26.VI.1976, A. Ventura A. 1665 (ENCB, MEXU, XAL); San Pedro Atocpan, 10.VIII.1986, M. A. Zavaleta 29 (CHAPA). Delegación Tláhuac, vertiente S del cerro de La Caldera, 2.X.1977, M. E. Cárdenas 58 (ENCB). Delegación Tlalpan, Cerro del Ajusco, 15.IX.1975, E. Cramer 42 (MEXU); loc. cit., 20.VII.1996, K. Gómez s.n. (MEXU); loc. cit., 18. VI.1977, A. Ventura A. 2851 (CHAPA, ENCB, MEXU, XAL); autopista México - Cuernavaca km 43 aproximadamente, 21.VIII.1966, E. Díaz P. s.n. (GUADA); autopista a Cuernavaca km 53, 21.VIII.1958, J. Espinosa 05 (MEXU); loc. cit., 24.VIII.1958, J. Espinosa 20 (ENCB, MEXU); Desierto de los Leones, 16.IX.1975, J. Flores P. 61 (ENCB); loc. cit., 28. VIII.1966, L. M. Villareal de Puga 722 (IBUG); Pedregal de San Ángel, 27.IX.1989, A. García M. 4341 (MEXU); loc. cit., 29.X.1977, H. Hernández M. 22 (MEXU); Lomas del Seminario Ajusco, 20.VIII.1993, B. González H. 292 (IEB); loc. cit., 27.VIII.1993, B. González H. 672 (IBUG); monte San Andrés Totoltepec, km 23.5 antigua carretera a Cuernavaca, 12. VII.1984, F. Guzmán 61 (MEXU); 15 km de la carretera nueva al Ajusco, VII.1983, M. Jiménez E. s.n. (MEXU); 4 km al W del Ajusco, 23.VII.1967, E. Lagunas s.n. (ENCB); Parque Nacional Desierto de los Leones, 28.XI.1971, B. E. Martínez 09 (ENCB); La Cima, aprox. 5 km al SE de Parres, por la carretera a Cuernavaca, 12. X.1985, I. Méndez 42 (ENCB, MEXU, XAL); 3 km al W del pueblo del Ajusco, 21.XI.1976, A. Ortega R. 253 (ENCB); bosque de Tlalpan, 30.X.2000, A. Ramos L. 723 (MEXU); Volcán del Ajusco, 17.IX.1982, Y. Reyes s.n. (MEXU); Volcán Xitle, 25.XII.1951, J. Rzedowski 504 (ENCB); Pedregal de San Ángel, al S de CU, 1.XI.1965, M. Ulloa Sosa s.n. (MEXU); loc. cit., 14.XI.1981, A. Valiente B. 31 (MEXU); loc. cit., 27.XI.1981, R. Vera 56 (MEXU); Cerro de Topillejo, 08.II.1976 A. Ventura A. 969 (ENCB, GUADA, XAL); loc. cit., 27.XI.1976, A. Ventura A. 2432 (EBUM, ENCB, MEXU). Delegación Xochimilco, San Gregorio Atlapulco, 16.IX.1972, E. F. Páez s.n. (ENCB); Santa Cecilia, 21.V.1977, A. Ventura A. 2794 (ENCB, IBUG, MEXU, XAL). Estado de México, municipio Amecameca, near km 17 on Amecameca Popocatepetl road, 02.VIII.1958, J. H. Beaman 2092 (MEXU); carretera Amecameca - Tlamacas, s.f., G. Calderón I. 8 (CIIDIR); 1 km al E de San Antonio, 30.IX.1979, M. Cervantes C. 57 (CIIDIR, ENCB, GUADA, IBUG, MEXU); loc. cit., 1.X.1978, J. A. Colmenero 78-017 (CIIDIR, ENCB, IBUG, MEXU); aprox. 1 km al E de San Antonio, 27.IX.1981, L. Guzmán D. 1047 (IBUG, IEB, MEXU, XAL); 3 km al SW de Zoyatingo, cerca de Amecameca, 9.IX.1968, A. Pineda R. 527 (ENCB); 5 km al N de Amecameca, sobre la carretera a Chalco, 5.X.1969, A. Pineda R. 958 (ENCB); 1 km al NE de San Antonio, falda del Iztaccíhuatl, 28.IX.1980, M. E. Sánchez 431 (CHAPA, ENCB, IEB, MEXU); a 1 km de San Antonio, 2.X.1977, M. R. Velázquez s.n. (IBUG, XAL). Municipio Atlautla, 3 km al N de San Juan Tehuixtítlán, 24.IX.1972, J. Elías 335 (ENCB). Municipio Calimaya, Parque Nacional Nevado de Toluca, ladera W del volcán con dirección hacia Zaragoza de Guadalupe, 2.VIII.1985, A. J. Sandoval 7 (ENCB, MEXU). Municipio Calpuhuac, km 50 de la carretera México - Tenango, 8.I.1984, E. López L. 10 (ENCB). Municipio Chalco, cerca de la colonia agrícola Miguel Ávila Camacho, 11.XI.1966, C. Guerra M. 47 (EBUM, IBUG); carretera Chalco - Amecameca, 14.IX.1964, A. C. Mendoza G. 224 (ENCB). Municipio Ecatzingo, Ecatzingo de Hidalgo, 14.VII.1993, E. Linares 587 (MEXU). Municipio Huehuetoca, ladera N del Cerro Cincoque, 16.X.1977, M. Cruz s.n. (ENCB); Cerro Ahumado al N de Huehuetoca, 5.VII.1981, J. Rzedowski 37332 (XAL). Municipio Huixquilucan, 26 km NE of Toluca, 30.VI.1966, D. Ryesky 46 (ENCB). Municipio Ixtapaluca, cañada Xaltomatla, SE of Chapingo, Sierra Nevada, 11.VIII.1984, D. Randolph 282 (MEXU); Estación Experimental Zoquiapan, 8 km al S de Río Frío, 26. VIII.1979, R. Vega A. 679 (ENCB, MEXU); Llano Grande, 28. VIII.1983, E. Ventura V. 1286 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU). Municipio Ixtlahuaca, cerca de 37.5 km de Ixtlahuaca por la carretera a Jilotepec, 23.VII.2017, E. Pérez C. 6651 (IEB). Municipio Jilotepec, Jilotepec, 21.IX.1952, E. Matuda 26681 (MEXU); cerca de 6 km de Jilotepec carretera a Dexcaní Alto, 23.VII.2017, E. Pérez C. 6654 (IEB). Municipio Jilotzingo, Santa María Mazatla, 16.IX.1979, J. H. Cota S. 11 (ENCB, IEB, MEXU). Municipio Juchitepec, Los Cerros, 10 km al SE



- de Milpa Alta, 17.VII.1982, *F. G. Lorea H. 2069* (MEXU). Municipio Lerma, Parque Nacional Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa), 2.VII.1967, *S. León 32* (ENCB). Municipio Nahuatlán, puerto El Guarda, 6 km al E de Francisco Chimalpa, 12.X.1969, *R. M. Aguirre 142* (ENCB). Municipio Nicolás Romero, 5 km al N de Progreso Industrial, 18.IX.1977, *R. Archundúa R. 43* (ENCB, GUADA, IBUG, MEXU, XAL); 1 km al NW de Cahuacán, 21.VII.1968, *F. Brizuela V. 350* (ENCB); loc. cit., 4.XII.1983, *A. García M. 94* (CHAPA, MEXU, XAL); 4 km al E de Santiago Tlalaz, sobre la carretera a Villa Nicolás Romero, 12.IX.1971, *F. Jiménez 144* (ENCB); 3 km al NW de Cahuacán, 18.VII.1976, *J. Rzedowski 34250* (ENCB). Municipio Ocoyoacac, vía férrea al lado N del pueblo, sobre cerro, cerca de la carretera panorámica, 7.VIII.2001, *H. Vibrans 7523* (CHAPA, MEXU). Municipio Ocuilán, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, 31.VII.1988, *L. Barrón s.n.* (XAL); loc. cit., 11.VIII.1986, *V. L. Cardoso 1235* (MEXU); loc. cit., 30.VII.1985, *M. Gutiérrez P.* (MEXU); loc. cit., 10.XII.1984, *D. H. Lorence 4551* (ENCB, MEXU); loc. cit., 17.VIII.1985, *I. Méndez 8* (ENCB, MEXU); Lagunas de Zempoala, s.f., *J. Bonilla B. 390* (MEXU); loc. cit., 29.VII.1957, *R. M. Straw 1053* (MEXU); loc. cit., 14.VI.1964, *A. Villamar C. s.n.* (MEXU); loc. cit., 15.VIII.1967, *W. Vitastein 222* (ENCB); ladera oeste del Lago Hueyapan, Parque Nacional Lagunas de Zempoala, s.f., *J. Bonilla B. 578* (MEXU); entrada al poblado de Coyoltepec, 17.VIII.1985, *I. Méndez 13* (XAL); Parque Nacional Lagunas de Zempoala al NE de Huitzilac, 3.XII.1986, *R. Ramírez D. 906* (IBUG). Municipio Ozumba, Cerro Huilotepec, cerca de Ozumba, 2.X.1953, *L. Paray 1653* (ENCB). Municipio San Felipe del Progreso, San Felipe del Progreso, 19.XI.1993, *A. Bolaños s.n.* (MEXU). Municipio Temamatla, 3 km al S de Temamatla, 15.X.1980, *S. Becerra M. 129* (ENCB, IEB). Municipio Temascaltepec, Ocoatepec, 12.VIII.1932, *G. B. Hinton 2902* (MEXU). Municipio Tepetlaxpa, Cerro San Nicolás 3 km hacia Cuautla, 2.XI.1977, *P. Navarro M. 120* (ENCB, XAL). Municipio Tepetzotlán, presa de La Concepción, 13.XI.1975, *M. C. Mora 97* (ENCB). Municipio Texcaltitlán, alrededores de la rancharía El Capulín, 6.VII.1968, *D. García S. 238* (ENCB). Municipio Texcoco, 28 km E de Texcoco, sobre la brecha maderera hacia Tláloc, 13.IX.1974, *E. García M. 48* (ENCB); 18.5 km de Chapingo, sobre la brecha a la cima del Cerro Tláloc, 3.VII.1980, *E. J. Lott 281* (ENCB, IBUG, MEXU); Santa Catarina del Monte, 2.VI.1983, *E. Ventura V. 963* (CIIDIR); San Miguel Tlaixpan, 21.X.1983, *E. Ventura V. 1523* (IEB, MEXU). Municipio Tlamanalco, San Rafael, 11.X.1976, *J. F. Arreola 532* (ENCB, IBUG); loc. cit., 19.XI.1950, *E. Matuda 18737* (MEXU); loc. cit., 1.X.1967, *C. Rodríguez R. 191* (ENCB); 3 km al E de San Rafael, 12.X.1975, *J. L. Campos D. s.n.* (ENCB, GUADA, MEXU); loc. cit., 3.X.1982, *J. J. Morales Cruz s.n.* (MEXU, XAL); loc. cit., 10.VIII.1969, *H. Montellano 08* (ENCB, GUADA, IBUG); 5 km al SW de San Rafael, 29.IX.1974, *M. Medina G. 6* (ENCB, IBUG, MEXU, XALU); 3 km al SO de las instalaciones del Campo Experimental Zoquiapan, 16.VII.1981, *F. Zavala 510* (EBUM). Municipio Toluca, relieve W del Nevado de Toluca, cerca de las juntas, 7.XI.1972, *J. Boyás D. 27* (MEXU); 3 km al S de Las Rojas, San Martín, s.f., *H. N. Jiménez 102* (ENCB); camino de Toluca al Nevado de Toluca, 4.VIII.1962, *J. Rzedowski 15808* (ENCB, IEB, MEXU); 18.9 mi N of Temascaltepec on hwy Toluca - Bejucos, 2.I.1987, *J. Saunders 1821* (MEXU). Municipio Valle de Bravo, 7.6 km S of hwy 15 along hwy to Valle de Bravo, 27.X.2000, *L. Kelly s.n.* (MEXU); Valle de Bravo - Ixtapatongo, X.1984, *F. Miranda 4796* (MEXU). Municipio Villa de Allende, criadero San Cayetano, 4 km al N de Agua Escondida, *M. J. Díaz P. 227* (IBUG); cerca de 3 km al suroeste de El Puerto Lengua de Vaca, 26.VIII.2018, *E. Pérez C. 6802* (IEB). Municipio Villa del Carbón, San Gerónimo, Villa del Carbón, 31.VII.1982, *E. Matuda 29233* (MEXU). Municipio Zinacantepec, 2 km al S de Raíces, Nevado de Toluca, 16.VII.2002, *J. Martínez 452* (XAL); loc. cit., 26.VIII.2018, *E. Pérez C. 6805* (IEB). Guanajuato, municipio Acámbaro, parte alta La Mojonera, vértice El Moro, 21.VII.1987, *A. Rubio C. 671* (EBUM, ENCB, XAL). Municipio Jerécuaro, al SW de Piedras de Lumbre, 7.IX.1996, *E. Carranza G. 5092* (IEB, MEXU); cerro El Moro, 4.VIII.1985, *A. Rubio C. 3* (IEB); Cerro del Agustino al N de Cieneguilla, 10.X.1986, *A. Rubio C. 377* (EBUM). Jalisco, municipio Jocotepec, Cerro Viejo, 18.IX.1985, *J. A. Machuca 7447* (IBUG, MEXU); camino de ascenso al Cerro Viejo, por las Trojes, 9.IX.1987, *A. Rodríguez C. 1010* (ENCB, IBUG, IEB, MEXU). Municipio San Gabriel, Parque Nacional Nevado de Colima, cerca de la estación Las Joyas, 17.IX.2018, *E. Pérez C. 6830* (IEB). Municipio San Sebastián del Oeste, camino entre las torres de microondas y el Llanito de los Hielitos, 26.III.1996, *R. Ramírez-Delgadillo 3497* (IBUG); cerro La Bufa, 18.VIII.1984, *J. J. Reynoso 1379* (IBUG); loc. cit., 23.

- XI.1996, L. M. Villareal de Puga 17301 (IBUG, IEB). Municipio Tequila, Volcán de Tequila, 5.IX.2001, P. Carrillo R. 2628 (MEXU); loc. cit., 1.XII.1985, L. M. Villareal de Puga 12951 (IBUG, IEB); loc. cit., 24.X.1970, G. L. Webster 15913 (MEXU); ladera de exposición N del Cerro de Tequila, 03. XI.1977, S. Carvajal H. 389 (ENCB, IBUG), 547 (IBUG); loc. cit., 7.VII.1977, L. M. Villareal de Puga 10523 (ENCB, IBUG, MEXU); Cerro de Tequila, s.f., C. L. Díaz L. 402 (ENCB, GUADA); loc. cit., 21.IX.1981, R. Guzmán G. 796 (IBUG); loc. cit., 26.VIII.1986, R. Ornelas U. 474, (ENCB, IEB, MEXU), 496 (IBUG, IEB); loc. cit., XI.1985, M. O. Vergara 04 (IBUG); loc. cit., 14.XII.1967, L. M. Villareal de Puga 2769 (IBUG, XAL); Cerro Tequila, km 10, 6.IX.1988, S. González C. 79 (IBUG, IEB, XAL); km 12 del camino Tequila - Estación de Microondas, Cerro de Tequila, 8.I.1987, A. Rodríguez C. 391 (IBUG, IEB). Municipio Tlajomulco de Zúñiga, Cerro Viejo, ladera exposición N, enfrente a San Miguel Cuyutlán, 30.VII.1986, J. A. Machuca 3798 (IEB). Municipio Zapotitlán de Vadillo, Nevado de Colima, 28.VI.1975, C. L. Díaz L. 5884 (GUADA, XAL); loc. cit., 1.VII.1956, D. P. Gregory 287 (MEXU); loc. cit., 22.IV.2003, H. J. Nava 11 (IBUG); loc. cit., 12.IX.1986 R. Ornelas U. 508 (IBUG, IEB); loc. cit., 25.VIII.1957, R. M. Straw 1234 (MEXU); Nevado de Colima, 34 km al SO de la Joya, 13.VII.1988, A. S. Garza 372 (IEB); La Joya, 1 km al S del puerto Las Cruces, Parque Nacional Nevado de Colima, 9. VI.1987, M. Ramírez s.n. (IBUG); camino de Atentique al Nevado de Colima, 10.I.1965, J. Rzedowski 19374 (ENCB, MEXU); microondas Víboras, aproximadamente 8 km al S del Floripondio, 9.VII.1985, P. Tenorio L. 9231 (ENCB, MEXU, XAL); loc. cit., 7.IX.1986, L. M. Villareal de Puga 3317 (IBUG); Volcán de Fuego y Nevado de Colima, 14.VI.1966, L. M. Villareal de Puga 2509 (IBUG); La Membrillera, Volcán de Fuego, 08.II.1969, L. M. Villareal de Puga 2547 (IBUG); albergue La Joya, Volcán Nevado de Colima, 9.VIII.1986, S. Zamudio R. 4264 (IBUG, IEB, MEXU). Michoacán, municipio Angangueo, camino del vivero Chincua a Chincua, 21. VIII.2001, G. Ibarra M. 4188 (EBUM, IEB, MEXU, XAL); llano de Los Toros, aprox. 12 km al NE de Angangueo, 14.III.1981, J. C. Soto N. 2644 (IEB, MEXU, XAL). Municipio Contepec, Cerro Altamirano, 29.XII.2001, M. G. Cornejo T. 470 (IEB, MEXU); loc. cit., 26.VII.2005, M. G. Cornejo T. 1196 (IEB); loc. cit., 15.IX.2005, M. G. Cornejo T. 1560 (IEB); loc. cit., 26.VI.2005, M. A. Salinas M. 339 (IEB); loc. cit., 29.X.2005, M. A. Salinas M. 485 (IEB, MEXU), 504 (IEB); cerca de la cima del Cerro Altamirano (llano), 30.VIII.2003 M. G. Cornejo T. 506 (IEB); loc. cit., 20.I.2004 M. G. Cornejo T. 520 (IEB); loc. cit., 22.XI.2004, G. Ibarra M. 4514 (IEB); loc. cit., 26. IX.2005, G. Ibarra M. 5015 (IEB); Cerro Altamirano, camino al Llano, 29.IV.2004, M. G. Cornejo T. 602 (IEB, MEXU); loc. cit., 21.VIII.2005, M. G. Cornejo T. 659 (IEB); loc. cit., 22. VIII.2004, M. G. Cornejo T. 722 (IEB), 747 (IEB), 793 (IEB), 799 (IEB); loc. cit., 24.IX.2005, M. G. Cornejo T. 977 (IEB); loc. cit., 20.X.2004, G. Ibarra M. 4264 (IEB), 4279 (IEB), 4324 (IEB); Cerro Altamirano 2 km de Contepec, 15.IX.2005, M. G. Cornejo T. 1548 (IBUG, IEB); loc. cit., 22.XI.2004, G. Ibarra M. 4443 (IEB); camino a Santa María los Ángeles a Santa María la Ahogada, 26.IX.2004, J. M. Cruz 1210, (IEB); loc. cit., 21.XI.2004 G. Ibarra M. 4371 (IEB), 4394 (IEB); ladera del Cerro Altamirano, 29.X.1991, E. Pérez C. 2544 (IEB, MEXU, XAL). Municipio Epitacio Huerta, San Cristóbal, 27. IX.1996, E. Pérez C. 3439 (IEB, MEXU, XAL); cerca de La Cima, 7 km al W de Amealco, 3.IX.1987, J. Rzedowski 44606 (ENCB, IEB). Municipio Hidalgo, Puerto Garnica, 6.X.1992, P. Silva S. 240 (IEB); loc. cit., 27.XI.1997, S. Zamudio R. 10264 (IEB, MEXU). Municipio Huaniqueo, norte del pedregal grande, 3.2 km al NE de Jesús María, 28.IX.1992, P. Silva S. 265 (EBUM, IEB, MEXU); oeste del pedregal pequeño, 1.7 km al SW de Tendeparacua, 6.X.1992, P. Silva S. 323 (EBUM, IEB, MEXU). Municipio Morelia, Cerro del Águila, 11. VIII.1991, E. García 3783 (EBUM, IEB, MEXU). Municipio Pátzcuaro, parte alta del Cerro del Burro, lado E, 12.XI.1986, H. Díaz B. 3374 (ENCB, IEB); parte alta del Cerro del Burro, cerca de Cuanajo, 24.V.1985, H. Díaz B. 1023 (ENCB, IEB); Cerro del Burro, 30.X.1985, J. M. Escobedo 511 (ENCB, IEB, MEXU). Municipio Queréndaro, 4 km al E de San José de la Cumbre, 24.VIII.1986, J. Rzedowski 40442 (ENCB, IBUG, IEB, MEXU). Municipio Quiroga, parte alta del Cerro del Tzirate, 18.IX.1986, H. Díaz B. 2835 (CHAPA, ENCB, IBUG, IEB, MEXU, XAL); ladera E del Cerro del Tzirate, camino a La Cumbre, 9.XI.1985, C. López C. (EBUM, ENCB, IEB). Municipio Salvador Escalante, Cerro del Burro, 26.XI.1990, E. Pérez C. 1993 (IEB). Municipio Tangancicuaro, aprox. 2 km al N de la cima del Cerro Patamban, 11.XI.1988, L. Torres R. 110 (EBUM); loc. cit., 2.I.1989 L. Torres R. 191 (EBUM). Municipio Tlalpujahua, Cerro 2 Estrellas 1 km al SW de Tlalpujahua, 29. IX.1986, J. Santos M. 1715 (CHAPA, ENCB, IBUG, IEB, XAL);

ladera norte del cerro El Cedral, al S de la presa Brockman, 2.IX.1986, S. Zamudio R. 4465 (IBUG, IEB, MEXU, XAL). Municipio Zacapu, El Pinal, cerca de Santa Gertrudis, 6.XI.1987, H. Díaz B. 4461 (IBU, IEB, MEXU). Municipio Zinapécuaro, aprox. 2 km al NW de la presa Llano Grande, Campo Geotérmico Los Azufres, 19.IX.1985, E. Carranza G. 289 (EBUM); Los Azufres, 10.XI.1989, I. García R. 2938 (CIIDIR, IEB); loc. cit., 8.IX.1989, I. Godoy 17081 (GUADA). Municipio Zitácuaro, en La Dieta, 25 km al NE de Zitácuaro, carretera México - Morelia, 4.X.1978, J. C. Soto N. 1108 (MEXU); loc. cit., 1.IX.1982, J. C. Soto N. 4239 (MEXU). Morelos, municipio Cuernavaca, La Pera, carretera México - Cuernavaca km 645, 14.X.2002, P. Balderas 207 (IEB); 2 km al NE de la UAEM, 12.IX.1990, J. Bonilla B. 1101 (MEXU); Celomita del Bosque, 27.IX.1967, M. Chávez 13 (MEXU); 1 km después de la desviación a Cuajomulco, a partir de la carretera federal México - Cuernavaca, 23.IX.1984, A. Espejo 1194 (CHAPA, ENCB); salto de San Antonio, 5.VIII.1951, E. Matuda 21598 (MEXU); km 43 de la autopista Cuernavaca - México, 100m al S del mirador La Pera, 15.X.1988, R. Ramírez R. 289 (MEXU). Municipio Huitzilac, volcán Las Palomas, norponiente de México, corredor biológico Ajusco - Chichinautzin, 22.XI.2007, T. Amezcua J. 14 (MEXU); barranca de Atzompá, cerca de Huitzilac, 31.V.1968, J. Flores C. 314 (ENCB); NW de Huitzilac, 10.VIII.1982, R. Monroy M. 215 (XAL); Parque Nacional Lagunas de Zempoala, 27.VIII.2018, E. Pérez C. 6806 (IEB); km 63.5 de la carretera federal a Cuernavaca, 10.XII.1983, A. Ramírez E. 14 (ENCB); km 10 camino a Lagunas de Zempoala, 2.X.1970, J. Vázquez 2674 (MEXU). Municipio Tepoztlán, 6 km al NO de Tepoztlán, sobre la carretera Cuernavaca - México, 3.XI.1987, E. Cabrera C. 14684 (MEXU); cerro El Tepozteco, 27.VIII. 2018, E. Pérez C. 6809 (IEB); Sierra de Tepoztlán, 4.XI.1900, C. G. Pringle 9119 (ENCB, MEXU). Municipio Tetela del Volcán, alrededores de Tetela del Volcán, 30.VII.1968, J. Flores C. 176 (ENCB). Municipio Tlalnepantla, 2 km al W de Tlalnepantla, 2.II.1979, S. S. Colon 1090 (ENCB, MEXU); Felipe Neri, 25.VIII.1989, R. Monroy 4522 (CHAPA). Municipio Totolapan, Nepapualco, 2.X.1984, R. Matosic P. 4822 (MEXU). Puebla, municipio Acajete, Acajete, 6.IX.1910, C. R. Orcutt 3492 (MEXU). Municipio Chignautla, 3 km al S de Los Humeros (Sierra de Mastaloyan), 25.X.2008, P. Carrillo R. 5419 (XAL). Municipio Puebla, Puebla, 9.IX.1906, G. Arsène 85 (MEXU). Municipio San Nicolás de Los Ranchos, 8 km al oeste de Santiago Xalitintla, 27.VIII.2018, E. Pérez C. 6811 (IEB); camino a Cuauhenco lado N San Pedro Yancuictlalpan, 5.VIII.1987, M. Tlapa 52 (HUAP, MEXU); camino a San Nicolás de los Ranchos, por el lado oriente, 21.VIII.1987, M. Tlapa 268 (HUAP, XAL); villa turística Buenavista, por el lado Noroeste de Santiago Xalitintla, 24.VIII.1987, M. Tlapa 366 (HUAP, XAL); camino a Paso de Cortés, por el lado poniente de Santiago Xalitintla, 15.IX.1987, M. Tlapa 452 (HUAP, XAL); camino cañada Huiloclatenco, 22.IX.1987, M. Tlapa 530 (HUAP, XAL); camino a Cotopilco, lado SE de Santiago Xalitintla, 24.IX.1987, M. Tlapa 578 (HUAP, XAL); cañada Chica lado poniente de San Pedro Yancuictlalpan, 26.IX.1987, M. Tlapa 606 (HUAP, XAL); camino a Tepetzingo lado N de Santiago Xalitintla, 8.X.1987, M. Tlapa 778 (HUAP, MEXU). Municipio Tlahuapán, carretera libre México - Puebla, km 63, 1.5 km al E de Río Frío, 26.VII.1970, R. Weber 469 (ENCB). Municipio Xicotepéc, Xicotepéc, 18.X.1970, L. Wolfgang B. 1526 (MEXU). Tlaxcala, municipio Apizaco, 19 km de la desviación Apizaco - Calpulalpan, 15.IX.1985, G. Ortiz C. 402 (ENCB, MEXU); 4 km al W de Apizaco, 9.VII.1967, E. Ruiz B. 87 (ENCB); near Apizaco, about 8 miles south toward Mt. Malinche, 6.VIII.1957, R. M. Straw 1122 (MEXU). Municipio Calpulalpan, Calpulalpan, 24.VII.1955, D. B. Gold 299 (MEXU); 6 mi N of Calpulalpan, 20.VIII.1975, G. L. Webster 20009 (MEXU); cerca de 9 km al este de Calpulalpan, 31.VIII.2018, A. G. Zacarias 183 (IEB); 2.5 km al sureste de Santiago Cuautla, carretera Calpulalpan - Texcoco, 31.VIII.2018, A. G. Zacarias 184 (IEB). Municipio Chiautempan, 25.VII.1978, San Rafael Tepatlaxco, A. Aguilar C. 39 (MEXU). Municipio Españita, aproximadamente 3 km al E de Españita, cerca de Las Pilas, 26.VIII.1989, R. Balderas 06 (MEXU). Municipio Huamantla, 1.5 km al SE de la entrada del poblado de Altamira, de la carretera del albergue Malintzin - Altamira, brecha 63, 16.IX.2004, G. Flores 5439 (MEXU). Municipio Hueyotlipán, cañada a 500 m del poblado de Hueyotlipán, 6.VII.1992, A. Ruiz T. 311 (MEXU). Municipio Ixtenco, 1.5 km al W del albergue CREA, San Juan Ixtenco, 15.VII.1990, C. Castillejos 397 (MEXU); fractura central, ladera E del volcán La Malintzin, 19.IX.1990, L. Hernández 1281 (XALU); sobre la ladera este de La Malinche a 1 km de San Juan Ixtenco, 10.VIII.1992, A. Ruiz T. 264 (MEXU). Municipio Ixtlacuixtla de Mariano Matamoros, San Marcos Jilotepec, 29.VIII.1989, M. S. Cruz

G. 836 (XALU). Municipio Nanacamilpa de Mariano Arista, San Felipe, 3.XI.1985, M. P. Galindo s.n. (CHAPA). Municipio Panotla, Texantla, 30.VIII.1990, R. Acosta P. 3291 (XALU). Municipio Teolocholco, San Luis Teolocholco, 9.VIII.1986, F. Domínguez 115 (HUAP); El Carmen Aztama, 27.VIII.1986, F. Domínguez 182 (HUAP); Axotla del Monte, 10.VIII.1986, F. Domínguez 256 (HUAP); Malinche, 21.I.1940, F. Miranda 48 (MEXU); al pie de La Malinche, en el camino, 20.XII.1976, M. T. Vargas s.n. (IBUG). Municipio Tzompantepec. San Juan Quetzalcoapan, 19.VI.1981, H. Vibrans 188 (ENCB, MEXU). Municipio Xaloztoc, San Pedro Tlacotepec, 1 km al oeste de Xaloztoc sobre la carretera Apizaco - Huamantla, 31.VIII.2018, S. Guzmán 180 (IEB). Municipio Zitlaltepec de Trinidad Sánchez, 4 km al NW de la caseta, 6 o 9 km al NW del poblado Javier Mina, 17.X.2004, G. Flores 5606 (MEXU). Veracruz, municipio Ayahualulco, 8 km (by road) E of Los Altos Veracruz and 12 km (by road) W of Ayahualulco, 7. XI.1981, M. Née 22878 (XAL). Municipio Las Vigas de Ramírez, Toxtlacuaya, 1.VII.1981, M. Cházaro B. 1659 (IEB); loc. cit., IX.1982, M. Cházaro B. 2647 (ENCB); 3 km al noroeste de La Joya por la carretera libre a Perote, 30.VIII.2018, S. Guzmán 175 (IEB); El Volcancillo, 4.VI.1976, R. Ortega 262 (IBUG, MEXU, XAL, XALU); Encino Gacho, 19.IX.1977, F. Ventura A. 14473 (ENCB, MEXU); loc. cit., 18.VII.1981, F. Ventura A. 18837 (ENCB, MEXU, XAL); 100 m antes de llegar al poblado de Toxtlacuaya a un costado de la carretera Xalapa - Las Vigas, 1.IX.1989, P. Zamora C. 1080 (CHAPA, IEB, MEXU, XAL).

Nota taxonómica: *Chelone rosea* fue descrita por Robert Sweet a partir de plantas cultivadas en el vivero de Mr. Tate, dichas plantas se originaron de semillas llevadas desde México y donadas a Mr. Tate por Don G. Ackerman.

## Discusión y conclusiones

En la FVTM ocurren nueve taxa de *Penstemon*, lo cual equivale a cerca de 15% de la diversidad de sus especies reportada en México. Si tomamos en consideración que la FVTM corresponde a cerca de 8% del territorio del país, se puede concluir que la riqueza de especies en esta región es relativamente alta. Los datos de distribución aquí presentados se basan en la información reportada en los datos de colecta

de los ejemplares de herbario consultados. Es importante considerar que, aunque muchas de las especies de *Penstemon* son morfológicamente llamativas debido a la vistosidad de sus corolas, la colecta de sus ejemplares depende de la accesibilidad a sus poblaciones. Dado que algunos de sus individuos habitan en zonas de difícil acceso (barrancas y paredes de cañadas), es muy probable que existan especies que aún no hayan sido colectadas, aumentando la probabilidad de que la riqueza de especies sea mayor a la que se reporta en este trabajo.

Respecto al endemismo de los taxa enlistados, todos excepto *P. gentianoides* son endémicos de México. No obstante, si en lugar de considerar los límites políticos de México se toman los de Megaméxico 2 (Rzedowski, 1991), que incluyen el territorio de Guatemala, las ocho especies son endémicas de Megaméxico 2. Autores como Clausen (1959), González (1991), Contreras-Medina et al. (2007), Valencia (2007) y Guzmán (2017) han señalado el alto grado de endemismo que alberga la flora de la FVTM. En este trabajo no se logró identificar ningún taxón de *Penstemon* como endémico de la FVTM; sin embargo, es importante señalar que en esta región ocurre gran parte del área de distribución de al menos cinco de los taxa reportados. La mayoría de éstos habita climas templados, bosque de encino, pino y pino-encino; estos resultados concuerdan con Straw (1966) quien afirmó que *Penstemon* se distribuye en regiones templadas y comunidades boscosas y con algún grado de perturbación tales como pastizales y matorrales.

De acuerdo con el análisis de los patrones de distribución de *Penstemon* en la FVTM se pudo determinar que hay una mayor riqueza de especies por UGOs en la región oriental de la FVTM que comprende la Ciudad de México, el oriente del estado de México, Tlaxcala, Puebla central en sus límites con el estado de México y Tlaxcala, y Veracruz. Los factores que pueden explicar esta diversidad son: (1) que la porción oriental de la FVTM es la más antigua desde el punto de vista geológico, con una edad estimada de 19 millones de años (Gómez-Tuena et al., 2005), (2) es la zona más amplia desde el punto de vista territorial, (3) en esta región se encuentran los volcanes más altos de la provincia (altitudes iguales o superiores a 2000 m) con los cuales se asocian las especies de alta y media montaña de *Penstemon*, y (4) en esta zona del país se han realizado una gran



proporción de estudios florísticos a nivel estatal o regional, entre los cuales destacan el Listado Florístico Preliminar del Estado de Querétaro (Argüelles et al., 1991), la Flora de Veracruz (Sosa y Gómez-Pompa, 1994) y la Flora del Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

En contraste con lo mencionado, el análisis detectó una franja para la cual no existen registros de colectas del género. En esta zona se incluye la ciénega del Lago Chapala (Poncitlán, Zapotlán, Ocotlán, Jamay y municipios al norte del lago) en Jalisco, el suroeste de Guanajuato (Pénjamo, Abasolo, Huanímaro, Irapuato, Pueblo Nuevo, Valle de Santiago, Salamanca, Jaral del Progreso, Yuriria, Moroleón y Uriangato) y el nor-occidente de Michoacán (Cojumatlán, Sahuayo, Venustiano Carranza, Briseñas, Vista Hermosa, Tanhuato, Yurécuaro, La Piedad, Ixtlán, Chavinda, Zamora, Ecuandureo, Churintzio, Zináparo, Penjamillo, Angamacuati, José Sixtos Verduzco y Puruándiro). Al sobreponer el mapa de uso de suelo y vegetación de INEGI (2013b) sobre esta zona particular de nuestra área de estudio, observamos que en ella el principal tipo de vegetación es bosque tropical caducifolio, dicho tipo de vegetación no se considera como hábitat propicio para *Penstemon*, por lo que esta podría ser una de las explicaciones de su aparente ausencia en esta porción de la FVTM. Otro factor a considerar es que, de acuerdo con Villaseñor (2004; 2016), los estados de Nayarit, Colima y Jalisco son una de las regiones de México de donde se tiene conocimiento de escasos trabajos florísticos estatales y/o regionales, lo que podría ser motivo de que hasta la fecha no se hayan registrado taxa de *Penstemon* en esta zona.

Los principales grupos observados en el análisis corresponden a las secciones oriental y centro-occidental de la FVTM. Otros autores han encontrado patrones similares utilizando diferentes grupos taxonómicos de animales (Escalante et al., 2007; Navarro-Sigüenza et al., 2007) y plantas (Suárez-Mota et al., 2013); sin embargo, en el caso del género *Penstemon* la delimitación de estos patrones es distinta a las previamente reportadas. Esto puede deberse a la relación que tienen sus especies con la altitud y a las diferencias en la altitud entre las diferentes partes de la FVTM. La baja riqueza existente en algunas unidades dificultó el análisis de agrupamiento y originó grupos de UGOs con especies compartidas pero separadas geográficamente. Los

grupos mejor definidos en el análisis corresponden a los grupos 2 y 3; estos identifican dos patrones de distribución en las especies de *Penstemon*, uno corresponde con la sección oriental y el otro con la centro-occidental. Los límites entre estas secciones concuerdan con los encontrados por Torres y Luna (2007) entre los distritos orientales y los occidentales de la FVTM.

## Contribución de autores

EPC concibió, dirigió el estudio y guió el análisis de los resultados. AGZC revisó y determinó los ejemplares de herbario, elaboró la clave para la determinación de las especies y redactó sus descripciones. SGD llevó a cabo el análisis biogeográfico y ecológico además de elaborar los mapas de distribución. Todos los autores contribuyeron en la redacción, revisión y aprobación del manuscrito final.

## Financiamiento

La investigación se generó con financiamiento del Instituto de Ecología, A.C. a través del proyecto 20006-10496.

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen a los curadores de los herbarios CHAPA, CIMI, EBUM, ENCB, GUADA, HUAP, IBUG, IEB, MEXU, QMEX, XAL y XALU por las facilidades otorgadas para el estudio de los ejemplares resguardados en las colecciones a su cargo. Los autores agradecen también a Patricia Y. Mayoral Loera por las observaciones realizadas al manuscrito, mismas que contribuyeron a la mejora de la versión final de este trabajo. AGZC agradece a Ma. Alma Chávez Carbajal, Alfredo Amador García y Sabina I. Lara Cabrera, sus comentarios para el enriquecimiento de este trabajo. AGZC agradece al Instituto de Ecología, A. C. por la beca de titulación 4000-43901.

## Literatura citada

Almeida-Leñero, L., M. Escamilla, J. Giménez de Azcarate, A. González y A. M. Cleef. 2007. Vegetación alpina de los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza e Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. Pp. 174-198.

- APS. 2017. American *Penstemon* Society. <http://apsdev.org/> (consultado agosto 2016).
- Argüelles, E., R. Fernández y S. Zamudio. 1991. Listado florístico preliminar del Estado de Querétaro. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo Complementario II: 1-155.
- Bentham, G. 1846. Scrophulariaceae. In: DeCandolle, A. P. (ed.). *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis Pars X*. Treuttel y Wurtz. Paris, France. Pp. 320-331.
- Clausen, T. R. 1959. "*Sedum* of the Trans-Mexican Volcanic Belt": An exposition of taxonomic methods. Cornell University Press, Comstock Publishing Associates. Ithaca, USA. 380 pp.
- CONABIO. 1997. Mapa de provincias biogeográficas de México, escala 1:4,000,000. México, D.F., México.
- Contreras-Medina, R. D., A. Castañeda-Aguado y Z. González. 2007. Gimnospermas. In: Luna I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 129-138.
- Cornejo Tenorio, M. G. 2002. Fitogeografía de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 123 pp.
- Crosswhite, F. S. 1966. Revision of *Penstemon* section *Chamaeleon* (Scrophulariaceae). *Sida* 2(4): 339-340.
- Crosswhite, F. S. 1967. Revision of *Penstemon* section *Haemianthus* (Scrophulariaceae) I: Conspectus. *American Midland Naturalist* 77: 1-11.
- Crosswhite, F. S. 1970. Revision of *Penstemon* (Section *Leptostemon*) Series *Racemosi*. *American Midland Naturalist* 84(1): 237-243.
- Domínguez, M., J. C. Marín, B. Esquivel y C. L. Céspedes. 2007. Pensteminoside, an unusual catalpol-type iridoid from *Penstemon gentianoides* HBK (Plantaginaceae). *Phytochemistry* 68: 1762-1766. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.03.035>
- Domínguez, M., A. Nieto, J. C. Marín, A. S. Keck, E. Jeffery y C. L. Céspedes. 2005. Antioxidant activities of extracts from *Barkleyanthus salicifolius* (Asteraceae) and *Penstemon gentianoides* (Scrophulariaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 5889-5895. <https://doi.org/10.1021/jf0504972>
- Don, G. 1830. Orden Scrophularinae. In: Loudon, J. C. (ed.). *Loudon's Hortus Britannicus a catalogue of all the Plants Indigenous, cultivated in, or introduced to Britain*. Logman, Rees, Orme, Brown, and Green (printed). London, UK. 576 pp.
- Escalante, T., G. Rodríguez, N. Gámez, L. León-Paniagua, O. Barrera y V. Sánchez Cordero. 2007. Biogeografía y conservación de los mamíferos. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 485-502.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 2007. Caracterización y significación biológica. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 7-23.
- García-Rodríguez, R. V., M. A. Zavala-Sánchez, A. C. Susunaga N. y S. Pérez-Gutiérrez. 2011. Anti-inflammatory evaluation and antioxidant potential of *Senna crotalarioides* and *Penstemon roseus*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 10(1): 23-29.
- García R., I., J. Velázquez N., R. E., Flores, M. Cházaro, J. A. Machuca y E. Río. 2002. Flora del Parque Nacional Pico de Tanicitaro, Michoacán. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Jiquilpan, Michoacán, México. 87 pp.
- Gómez-Tuena, A., M. T. Orozco-Esquivel y L. Ferrari. 2005. Petrogénesis Ígnea de la Faja Volcánica Transmexicana. *Boletín de la Sociedad Geológica de México* 57(3): 227-283. DOI: <https://doi.org/10.18268/BSGM2005v57n3a2>
- González, L. M. 1991. Revisión del género *Festuca* L. (Gramineae) en el Eje Volcánico Transversal. Tesis de maestría (botánica). Colegio de Postgraduados, Centro de Botánica. Chapingo, Texcoco, México. 145 pp.
- Guzmán, D. S. 2017. Distribución geográfica y ecológica de la familia Crassulaceae en el Eje Volcánico Transmexicano. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 91 pp.
- Huerta B., V. M. 1990. Estudio florístico del Cerro del Quinceo, Municipio de Morelia, Michoacán, Tesis de licenciatura, Fa-

- cultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 79 pp.
- INEGI. 1983. Conjunto de datos geológicos vectoriales, Escala 1:250,000. México, D.F., México.
- INEGI. 2008. Conjunto de datos vectoriales, Escala 1:1,000,000. Unidades climáticas. México, D.F., México.
- INEGI. 2013a. Conjunto de datos vectorial edafológicos, Escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional). Aguascalientes, México.
- INEGI. 2013b. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, Escala 1:250,000, serie V (capa unión). México, D.F., México.
- INEGI. 2013c. Continuo de elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). México, D.F., México.
- IPNI. 2018. The International Plant Names Index. <http://www.ipni.org/> (consultado octubre de 2017).
- IUCN. 2012. The IUCN Red List Categories and Criteria, versión 3.1. <http://www.iucnredlist.org/> (consultado octubre de 2017).
- Kreft, H. y W. Jetz. 2010. A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions. *Journal of Biogeography* (37)11: 2029-2053. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02375.x>
- Lindley, J. 1847. Edwards' botanical register. James Ridgway. London, UK. 211 pp.
- Lodewick, K. y R. Lodewick. 1999. Key to the genus *Penstemon* and its related genera in the tribe Cheloneae (Scrophulariaceae). K. Lodewick, Eugene. Oregon, USA. 136 pp.
- López C., M. C. 1989. Estudio florístico del cerro del Tzirate, Municipio de Quiroga, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 90 pp.
- Martínez, C. J. y O. Téllez. 2004. Listado florístico de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Boletín Sociedad Botánica de México* 74: 31-49.
- Martínez, M., R. Cruz y C. A. Cruz-Duran. 2007. Flora vascular de la Sierra de Taxco. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp.149-172.
- Martínez, R. M. A. 1997. Contribución al conocimiento de las plantas vasculares de los bosques de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 71 pp.
- Medina, G. C. 1992. Contribución al conocimiento florístico de la microcuenca del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 104 pp.
- Medina, G. C., F. Guevara-Féfer, M. A. Martínez, P. Silva-Sáenz, M. A. Chávez e I. García R. 2000. Estudio florístico en el área de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. *Acta Botanica Mexicana*. 52: 5-41. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm52.2000.853>
- Méndez-Larios, I. y J. L. Villaseñor. 2001. La familia Scrophulariaceae en México: Diversidad y Distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 101-121.
- Meyer, S. E. 2008. *Penstemon* Schmidel: *Penstemon*, beardtongue. In: Bonner, F. T. y R. P. Karrfalt (eds.). *The woody plant seed manual*. Agriculture Handbook 727. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC. USA. Pp. 774-777.
- Morrone, J. J., D. Espinosa O. y J. Llorente B. 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83-108. DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2002.85851814>
- Murguía, M. y F. Rojas. 2001. Biogeografía cuantitativa. In: Llorente, B. J. y J. J. Morrone (eds.). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 277 pp.
- Navarro-Sigüenza, A. G., A. Lira-Noriega, A. T. Peterson, A. Oliveras de Ita y A. Gordillo-Martínez. 2007. Diversidad, endemismos y conservación de las aves. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 461-483.
- Pérez Calix, E. 1991. Flora y Vegetación del lago de Zirahuén, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Escuela de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 152 pp.

- QGIS. 2016. Quantum GIS Geographic Information System. Versión 2.18.12 QGIS Development Team. Open Source Geospatial Foundation Project. Vienna, Austria.
- R Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Rivera, J. E. y A. Espinosa. 2007. Flora y Vegetación del Distrito Federal. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 231-254.
- Rodríguez, C. 2005. Scrophulariaceae. In: Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski (eds.). Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª ed. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, México. Pp. 674-699.
- Rubio, C. A. 1993. Contribución al estudio florístico de la Sierra de los Agustinos, Guanajuato, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 87 pp.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F., México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botanica Mexicana 14: 3-21. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm14.1991.611>
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2a ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, México. 1406 pp.
- Sánchez-González, A. y L. López-Mata. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Anales del Instituto de Biología, Serie Botánica 74: 47-71.
- Silva, S. P. 1996. Inventario de la flora vascular y de plantas útiles de los pedregales del Municipio de Huaniqueo, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 138 pp.
- Sosa, V. y A. Gómez-Pompa. 1994. Lista Florística. Flora de Veracruz 82: 1-245.
- Sprague, T. A. y A. A. Bullock. 1938. *Penstemon campanulatus* and *P. kunthii*. Bulletin of Miscellaneous Information (Royal Gardens Kew) 1: 1-8.
- Stevens, P. F. 2001 (onwards). Angiosperm Phylogeny Website, version 2017. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/> (consultado marzo de 2017).
- Straw, R. M. 1959. Los *Penstemon* de México I. Sobre la confusión entre *Penstemon lanceolatus* y *Penstemon imberbis*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 24: 39-52. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1060>
- Straw, R. M. 1962. The *Penstemon* of Mexico II. *Penstemon hartwegii*, *Penstemon gentianoides* and their allies. Boletín de la Sociedad Botánica de México 27: 1-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1073>
- Straw, R. M. 1963. The *Penstemon* of Mexico III. Two subsection in the section Fasciculus. Brittonia 15(1): 49-64.
- Straw, R. M. 1966. A redefinition of *Penstemon* (Scrophulariaceae). Brittonia 8(1): 80-95.
- Straw, R. M. 1984. *Penstemon miniatus* (Scrophulariaceae): New Combinations. Brittonia 36(1): 67.
- Suárez-Mota, M. E., O. Téllez-Valdés, R. Lira-Saade y J. L. Villaseñor. 2013. Una regionalización de la Faja Volcánica Transmexicana con base en su riqueza florística. Botanical Sciences 91(1): 93-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.405>
- Thiers, B. 2017. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (consultado marzo de 2017).
- Torres, R. L. 1994. Contribución al conocimiento de las plantas vasculares del Cerro Patamban, Municipios de Tangancicuaro y Los Reyes, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 88 pp.
- Torres, M., A. e I. Luna. 2007. Hacia una síntesis panbiogeográfica. In: Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 503-514.
- TROPICOS. 2018. Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/> (consultado octubre de 2017).
- Turner, B. L. 2010. Taxonomy of the *Penstemon campanulatus* complex (Scrophulariaceae) and description of a new species from its midst. Phytoneuron 31: 1-5.
- Valencia, A. S. 2007. Encinos. In: Luna I., J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana



- na. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Pp. 139-148.
- Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 75: 105-135.
- Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87(3): 559-902. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Wolfe, A. D., S. L. Datwler y C. P. Randle. 2002. A phylogenetic and biogeographic analysis of the *Cheloneae* (Scrophulariaceae) based on ITS and matK sequence data. Systematic Botany 27(1): 138-148.
- Wolfe, A. D., C. P. Randle, S. L. Datwyler, J. J. Morrone, N. Arguedas y J. Díaz. 2006. Phylogeny, taxonomic affinities, and biogeography of *Penstemon* (Plantaginaceae) based on ITS and  $cp$  DNA sequence data. American Journal of Botany 93(11): 1699-1713. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.93.11.1699>
- Xie, J., J. Deng, F. Tan y J. Su. 2010. Separation and purification of echinacoside from *Penstemon barbatus* (Cav.) Roth by recycling high-speed counter-current chromatography. Journal of Chromatography B878: 2665-2668. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2010.07.023>
- Xie, J., F. Tan, J. Zhu, C. Yue y Q. Li. 2012. Separation, purification and quantification of verbascoside from *Penstemon barbatus* (Cav.) Roth. Food Chemistry 135: 2536-2541. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.021>
- Zepeda, G. C. 1994. Contribución al conocimiento de la flora del bosque tropical caducifolio de la vertiente sur de la Sierra de Nanchititla, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México. 60 pp.
- Zepeda, G. C. y E. Velázquez. 1999. El Bosque tropical caducifolio de la vertiente sur de la Sierra Nanchititla, Estado de México: La composición y afinidad geográfica de su flora. Acta Botanica Mexicana 46: 29-55. <https://doi.org/10.21829/abm46.1999.815>