



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Descripción y distribución de los Nopales Silvestres
Opuntia y *Nopalea* (Cactaceae) del Valle de
Tehuacán-Cuicatlán**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

DULCE ESPERANZA ORDÓÑEZ BARRIOS

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. LÉIA AKCELRAD LERNER DE SCHEINVAR

2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del Alumno

Ordóñez
Barrios
Dulce Esperanza
58 55 07 37
Universidad Nacional Autónoma de
México
Facultad de Ciencias
Biología
302207424

2. Datos del tutor

Dra.
Léia
Akcelrad
Lerner

3. Datos del sinodal 1

Dr.
Ángel Salvador
Arias
Montes

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
María Berenit
Mendoza
Garfias

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
Daniel
Sánchez
Carbajal

6. Datos del sinodal 4

Biól.
César Ramiro
Martínez
González

7. Datos del trabajo escrito

Descripción y distribución de los Nopales Silvestres *Opuntia* y *Nopalea* (Cactaceae) del Valle de Tehuacán-Cuicatlán
95 p
2013



Para mi buena estrella

Agradecimientos

A la UNAM, por hacerme crecer profesional y personalmente, por todo lo aprendido y vivido, por ser la alma mater y porque en ella es donde he pasado y encontrado muchas de las mejores cosas de mi vida.

A la Dra. Léia Scheinvar, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo, por su enseñanza sobre cactáceas y por demostrar cada día su fuerza para seguir a pesar de todo.

A mis sinodales:

Al Dr. Salvador Arias, por la ayuda en la identificación de las especies, por el material facilitado, por sus acertados consejos y correcciones que ayudaron a enriquecer este trabajo.

A la M. en C. Berenit Mendoza, por sus aportes en la revisión de este trabajo y por la toma de fotografías en el Microscopio Electrónico de Barrido. Gracias por estos años de fotos, pláticas, risas y consejos.

Al M. en C. Daniel Sánchez, por la revisión de este trabajo, por todo su apoyo durante la realización del mismo, por sus aportes de información. Gracias Dan por escucharme, por tus consejos, por ser mi amigo y mi confidente.

Al Biólogo César Martínez, por todo el apoyo que sin pedirlo me ofreció, por sus observaciones y revisiones. Gracias por tu amistad y por convidarme cada día tus ganas de seguir adelante.

Al Biólogo Gabriel Olalde por su apoyo en campo y su contagioso gusto por las cactáceas.

A mis amigos y compañeros del Laboratorio de Cactología, a Elia por ser el inicio de este trabajo y por su incomparable amistad; a Daniel Sule por su ayuda en el campo y por su valiosa amistad; a Marlenne por su amistad, sus consejos y por ayudarme a encontrar ecuanimidad en mi vida; a Isaura por su amistad y por las interminables conversaciones que no me dejaban trabajar; a Daniel San, Cesar, Violeta, Melba, Abril, Ángel, Alejandro, Gigi, Ernesto, Silvi, Marianita y todos los demás.

A Rode por ser tan pequeña y por su apoyo en campo, gracias amiga.

Muy especialmente al Dr. Humberto Arce (tú sabes que las gracias ya no me son suficientes) y a la Dra. Hortensia González, muchas gracias a los dos por todo el apoyo que me han dado.

A la maestra Pilar Torres, por la maravillosa visión de las tortugas...

A Gerardo Cervantes, por vivirme y sobrevivirme, por su apoyo, cariño y por enseñarme que la mejor compañía y el mayor apoyo sólo lo puedo encontrar en mi misma. A la familia Cervantes-Jiménez, por el apoyo y recibimiento.

A mis amigos de la Facultad, Bere, Rafa, Erika, Emmanuel, Efraín y todos los demás :3, gracias por tantos momentos.

A Yadira, a su mamá y a Topiltzin, por ser tan buenos amigos y querer toda vía compartir momentos tan especiales y divertidos.

A los profesores de Biología Leticia Alonso y Emilio Román, por contagiarme su gusto por la biología y por ser el inicio de esta decisión, hace ya casi 10 años en CCH Oriente.

A mis amigos del basurero CCH Oriente, Sandra, Toño, Liliana, Jessyca, y Marcos gracias por el cariño y el apoyo en su momento.

A Amarylis, mi mejor amiga, por ser iguales pero terriblemente diferentes, por crecer conmigo y estar allí cada momento que la he necesitado.

A Rubi, mi otra mejor amiga, por estar juntas desde niñas. Espero que tú, Amarylis y yo sigamos creciendo juntas.

A Andrés Ordóñez por dar tiempo y vida para que yo y ellos estemos aquí... infinitas gracias papá. A mis hermanos Julio, Mónica, Liliana y Ángel... por ser parte de mi vida, por su apoyo, las risas, los golpes, el llanto, y la alegría.

A Lilia Barrios, sé que estarías muy feliz por este momento, gracias mamá por todo lo que hiciste por mí, siempre estarás en mí.

A mi tía y mis primas por su compañía, apoyo y amistad.

A todas las mascotas por su alegre compañía.

A la "maestra" y a ellos por darle un giro a mi vida...

ÍNDICE

<i>Resumen</i>	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Las cactáceas	2
1.2 La subfamilia Opuntioideae	2
1.2.1 <i>Género Opuntia</i>	3
1.2.2 <i>Género Nopalea</i>	3
1.3 Los nopales en México	4
1.3.1 <i>Usos de los Nopales</i>	4
1.3.2 <i>Importancia ecológica</i>	4
2. ANTECEDENTES	5
2.1 Diversidad cultural y biológica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán	5
2.2 Estudios florísticos en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán	5
2.3 Estudios sobre cactáceas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán	6
2.4 Estudios sobre el uso de los nopales en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán	6
3. OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general	7
3.2 Objetivos particulares	7
4. ÁREA DE ESTUDIO	8
4.1 Localización	8
4.2 Relieve	9
4.3 Geología	9
4.4 Suelos	10
4.5 Ríos	10
4.6 Clima	10
4.7 Vegetación	11
5. MÉTODOS	12
5.1 Trabajo de campo	12
5.2 Trabajo de gabinete	12
6. RESULTADOS	15
6.1 Identificación de especies	15

6.2 Mapas de distribución geográfica	19
6.3 Estatus de conservación	19
6.4 Clave dicotómica de las especies de <i>Opuntia</i> y <i>Nopalea</i> presentes en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán	19
6.5 Fichas descriptivas de las especies encontradas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán	21
6.6 Ejemplares de herbario	85
6.7 Conservación <i>ex situ</i>	85
7. DISCUSIÓN	86
8. CONCLUSIÓN	90
9. LITERATURA CITADA	91

Resumen

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán es una región con una notable diversidad, abundancia y endemismos de la familia Cactaceae, contando con el 20% del total de especies de nopales silvestres descritos para México, pertenecientes a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*. Los nopales son uno de los recursos más importantes en zonas semiáridas de México, por su variedad de usos y su importancia ecológica. Este trabajo se registró 18 diferentes especies de nopales silvestres para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Se realizaron fichas descriptivas y mapas de distribución geográfica conocida para cada una de las especies. También se hizo una clave dicotómica para facilitar la identificación y se generó nueva información y material científico para incrementar con 78 ejemplares de 12 diferentes especies las colecciones de cuatro diferentes herbarios y con 21 individuos de 11 diferentes especies la Colección Nacional de Nopales Silvestres del Jardín Botánico del IB-UNAM. Estudios taxonómicos y de distribución geográfica, como el presente, son necesarios e importantes porque generan conocimiento básico para estudios posteriores, como los biogeográficos, ecológicos, evolutivos, entre otros, también pueden ser usados para la implementación de planes de manejo que permitan la conservación de estas especies.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Las cactáceas

Las cactáceas son plantas dicotiledóneas, de la división Magnoliophyta, subclase Caryophyllidae, orden Caryophyllales, familia Cactaceae (Cronquist, 1981). Se caracterizan principalmente por la presencia de aréolas que son estructuras meristemáticas donde surgen hojas, flores, tallos, espinas, glóquidas, cerdas, pelos, y algunas veces raíces adventicias (Bravo-Hollis, 1978). Presentan tallos suculentos, metabolismo ácido crasuláceo, espinas y otras modificaciones anatómicas que cumplen la función de absorber y retener agua, que surgieron como adaptación a los climas áridos en que la mayoría habitan (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999).

La familia Cactaceae se divide en cuatro subfamilias: Pereskioideae, Maihuenioideae, Opuntioideae y Cactoideae, (Hunt, 1999). Es endémica del continente americano, distribuyéndose desde Canadá hasta Argentina, principalmente en zonas áridas y semiáridas y comprende entre 1500 a 2000 especies (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999).

México es considerado un centro importante de concentración y diversificación de cactáceas con alto nivel de endemismos, debido a sus condiciones de latitud, topografía y clima (Bravo-Hollis, 1978). Para nuestro país, Bravo-Hollis (1978) reconoció 66 géneros, 894 especies y 283 variedades; Hunt (1999) reconoce 48 géneros, 563 especies y 259 subespecies y Guzmán *et al.* (2007) reconocen 63 géneros, 669 especies y 244 subespecies.

1.2 La subfamilia Opuntioideae

Las características distintivas que definen a esta subfamilia son las semillas cubiertas completamente por un arilo duro derivado del funículo (Stuppy, 2002), granos de polen poliporados, foveolados o reticulados (Leuenberger, 1976), presencia de glóquidas y presencia de drusas de oxalato en la epidermis y la hipodermis a lo largo de los tallos y las hojas (Gibson y Nobel, 1986).

Los miembros de este grupo se distribuye desde Canadá, en la mayor parte de América del Norte, el Caribe, América Central, y casi hasta el extremo sur de América del Sur (Anderson, 2001). Hunt (2006) reconoce con 17 géneros para esta subfamilia.

1.2.1 *Género Opuntia* Mill. (1754). **Plantas** arborescentes, arbustivas o rastreras. **Tronco** a veces definido. **Artículos** cilíndricos o aplanados (cladodios), carnosos o leñosos. **Aréolas** axilares con espinas, glóquidas y a veces cerdas. **Flores** generalmente hermafroditas, ovario ínfero, con muchos óvulos, pericarpelo más o menos tuberculado y espinas numerosas o ausentes; perianto rotáceo, segmentos exteriores verdes o coloridos, segmentos interiores extendidos y de colores amarillo, anaranjado, rojo hasta purpúreo; estambres insertos, mucho más cortos que el perianto; estilo único, grueso, inserto; lóbulos del estigma cortos. Polinización por insectos. **Granos de polen** exina reticulada, poliporados. **Frutos** en baya, secos o jugosos, espinosos o desnudos, globosos, ovoides hasta elípticos, dulces, ácidos o agridulces. **Semillas** lenticulares, provistas de un arilo, duro, que rodea la semilla.

El género *Opuntia* se distribuye en todo el continente Americano, desde los litorales hasta los altiplanos. En México principalmente en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país donde forma extensas asociaciones (Bravo-Hollis, 1978). Según Scheinvar *et al.* (en prensa), hay 90 especies de *Opuntia* más 15 subespecies o variedades, considerando como especies cultivadas a *Opuntia albicarpa* Scheinvar, *O. amarilla* Griffiths, *O. undulata* Griffiths y *O. ficus-indica* (L.) Mill.

1.2.2 *Género Nopalea Salm-Dyck* (1850). **Plantas** arborescentes. **Tronco** definido. **Artículos** en cladodios, generalmente largos y angostos. **Aréolas** con lana, glóquidas y espinas. **Flores** pericarpelo más o menos tuberculado, con o sin espinas; segmentos del perianto rectos, casi no se abren, de color rosa rojizo; estambres exertos, más largos que el perianto; estilo exerto, más largo que los estambres. Polinización por colibrís. **Frutos** en baya, con o sin numerosas glóquidas y espinas. **Granos de polen** exina lisa, transición entre poros y colpos. **Semillas** numerosas, aplanadas, con arilo grueso y duro.

El género *Nopalea* es nativo de México y Guatemala donde crece en selvas bajas caducifolias, y se encuentra hasta Nicaragua. En México tienen una distribución muy amplia, principalmente en la costa del Pacífico y del Golfo (Bravo-Hollis, 1978). Según Scheinvar *et al.* (en prensa), hay 8 especies de *Nopalea* en México y consideran a *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck como domesticada.

En este trabajo, se consideran como distintos los géneros *Opuntia* y *Nopalea* basándose únicamente en características morfológicas, principalmente se distinguen por el

tipo de polen y la morfología floral, misma que sirvió de base a Salm-Dyck para establecer el género *Nopalea*. Sin embargo, estudios moleculares en Opuntioideae (Griffith y Porter, 2009) y (Majure *et al.*, 2012) proponen la inclusión del género *Nopalea* dentro de *Opuntia*, apoyándose en evidencias filogenéticas. Los resultados de dichos estudios generaron hipótesis muy interesantes que ayudan a esclarecer las interrogantes que se han generado en relación a la subfamilia Opuntioideae, esto sin duda debe ser considerado en los futuros estudios enfocados a la identificación de especies de esta subfamilia.

1.3 Los nopales en México

En México, los nopales son las cactáceas más representativas, porque tienen una amplia distribución geográfica y están bien representados en la vegetación de las extensas zonas semiáridas del país (Bravo-Hollis, 1978).

1.3.1 Usos de los Nopales. Los nopales tuvieron gran importancia desde la época prehispánica, tanto por los productos alimenticios que se obtenían de ellos como por sus propiedades medicinales (Bravo-Hollis, 1978). En la actualidad el nopal se cultiva ampliamente para la producción de nopalitos, tunas y xoconostles, recursos económicos importantes en las zonas semiáridas de México. Además se usa como forraje, medicina, sustrato para la producción de la grana cochinilla, y para convertir terrenos marginales en productivos (Pimienta, 1997; Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999).

1.3.2 Importancia ecológica. Los nopales tienen la capacidad de adaptarse a suelos infértiles, a terrenos abruptos y a lugares con lluvias escasas y erráticas. Debido a la eficiencia que tienen para establecerse en suelos erosionados, son las plantas más indicadas para los programas de restauración ecológica y reforestación en zonas áridas y semiáridas (Pimienta, 1997). Las nopaleras silvestres son comunidades biológicas con gran diversidad de microambientes que proveen de alimento y refugio a animales silvestres (COMENTUNA, 2008). Se ha comprobado que en las adversas condiciones de los ecosistemas semidesérticos, los nopales participan junto con una gran variedad de microorganismos en la fijación de nitrógeno atmosférico (Llovera-Lozano, 1985).

2. ANTECEDENTES

2.1 Diversidad cultural y biológica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán (T-C) es reconocido por su riqueza cultural y biológica, por lo que resulta una de las zonas áridas-semiáridas más importantes en México, de excepcional belleza escénica. El Valle de T-C está dentro de las regiones que se reconocen como las más ricas en diversidad de cactáceas (Hernández y Godínez, 1994).

Culturalmente el Valle de T-C tiene una gran importancia histórica, que se dio a conocer gracias a los trabajos arqueológicos realizados por Byers y MacNeish en 1967, que revelaron la presencia de prácticas agrícolas y la domesticación del maíz y el frijol hace aproximadamente 14 000 años (Valiente-Banuet *et al.*, 2000). En la actualidad existen siete grupos étnicos que habitan en esta región (Casas *et al.*, 2001).

La gran diversidad biológica del Valle de T-C es resultado de múltiples factores como su compleja fisiografía, posición geográfica y climas. Presenta un elevado número de endemismos, el cual aparentemente es resultado de la alta disponibilidad de hábitats con factores bióticos y abióticos específicos (Dávila *et al.*, 2002).

Debido a su diversidad biológica y cultural fue decretada por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca como *Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán*, localizada dentro de los límites del Valle de T-C (SEMARNAP, 1998). También fue declarada patrimonio natural por su excepcional belleza paisajística por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

2.2 Estudios florísticos en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Entre los primeros estudios sobre vegetación están los trabajos de la flora cactológica de Tehuacán de realizados por Helia Bravo (Bravo, 1930 y Bravo-Hollis, 1931) y los estudios florísticos de Martínez (1948), Miranda (1948) y Smith (1965). Hacia la década de 1980 continúan y aumentan los estudios que describen los diferentes tipos de vegetación presentes en el Valle de T-C. Los trabajos florísticos de Jaramillo-Luque (1982), Jaramillo-Luque y González-Medrano (1983), Villaseñor (1982) y Dávila-Aranda (1983), fueron resultado del proyecto Flora y Vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán dirigido por Chiang y Medrano en 1979. Otros estudios florísticos importantes fueron los de Ledezma-Menxueiro (1979), Zavala-Hurtado (1982), Cruz-Cisneros y Rzedowski (1980), Goytia-

Jiménez y Granados-Sánchez (1981) y Villaseñor *et al.* (1990). Posteriormente Dávila-Aranda *et al.* (1993) dirigieron el estudio de la Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Por último Valiente-Banuet *et al.* (2000) sintetizaron la información generada hasta ese momento, describieron la vegetación y caracterizaron las asociaciones vegetales.

2.3 Estudios sobre cactáceas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Entre los estudios florísticos específicos de la familia Cactaceae para el Valle T-C resaltan los ya mencionados de Bravo (Bravo, 1930 y Bravo-Hollis, 1931), la guía botánica de cactáceas realizada por Meyrán-García (1980) y el fascículo de la familia Cactaceae de Arias *et al.* (2012) que incluye la descripción de 15 especies de nopales de los géneros *Opuntia* y *Nopalea*: *Opuntia decumbens*, *O. depressa*, *O. huajuapensis*, *O. hyptiacantha*, *O. lasiacantha*, *O. parviclada*, *O. pilifera*, *O. pubescens*, *O. streptacantha*, *O. tehuacana*, *O. tehuantepecana*, *O. tomentosa*, *O. velutina*, *Nopalea auberi* y *N. cochenillifera*.

2.4 Estudios sobre el uso de los nopales en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán

Los estudios arqueológicos de MacNeish en 1967 indican que durante los años 14000-9600 a. c. los habitantes del Valle de Tehuacán recolectaban plantas para alimentarse, entre las que se encontraban los nopales (*Opuntia* spp). En la actualidad, Casas *et al.* (2001) reportaron 48 especies de cactáceas que son utilizadas por los habitantes del Valle de T-C, 11 de las cuales pertenecen a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*: *O. decumbens*, *O. pilifera*, *O. pumila*, *O. puberula*, *O. tomentosa*, *O. huajuapensis*, *O. hyptiacantha*, *O. lasiacantha*, *O. streptacantha*, *N. auberi* y *N. cochenillifera*, presentando 10 diferentes usos (forraje, comestible, leña, medicinal, ornamental, cercas vivas, artesanías, colorantes, para control de suelo y como estimulantes).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Conocer y caracterizar las especies de nopales silvestres presentes en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, así como su distribución geográfica.

3.2 Objetivos particulares

- Conocer la riqueza de especies de nopales silvestres distribuidos en el Valle de T-C.
- Generar mapas de distribución conocida a partir de los datos de georreferenciación.
- Proponer una clave dicotómica para identificar las especies de nopales.
- Elaborar fichas de descripción ilustradas para cada una de las especies de nopales.
- Incrementar la colección de ejemplares de *Opuntia* y *Nopalea* del Herbario Nacional de México (MEXU), Herbario Hortorio del Colegio de Posgraduados (CHAPA), University of Arizona Herbarium (ARIZ) y el Missouri Botanical Garden Herbarium (MO).
- Enriquecer la *Colección Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos* del Jardín Botánico del IB-UNAM.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Localización

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Figura 1), está localizado en la parte sureste del estado de Puebla y noroeste del estado de Oaxaca, entre los 17° 39' y 18° 53' de latitud norte y entre los 96° 55' y 97° 44' de longitud oeste, se extiende aproximadamente 10,000 km² (Dávila-Aranda *et al.*, 1993). Sus límites orográficos principales son al este y noreste la Sierra Madre Oriental, llamada Sierra de Zongolica y la Sierra de Juárez al Sur (Villaseñor *et al.*, 1990).

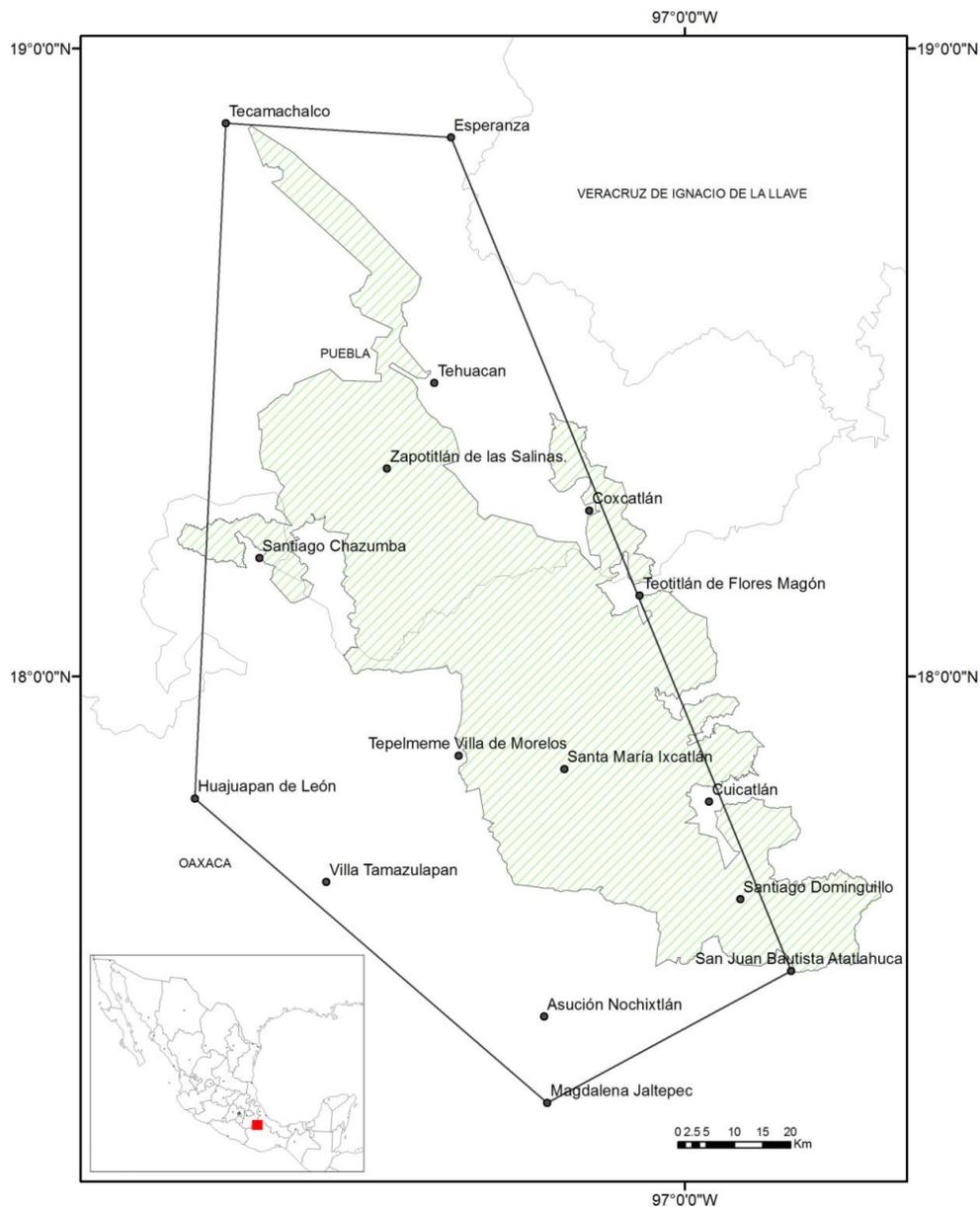


Figura 1. Polígono del Valle de T-C representado con líneas rectas, polígono de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, representado por líneas irregular (color verde).

El polígono del área de estudio utilizado en este trabajo (Figura 1), corresponde al polígono del proyecto Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Dávila-Aranda *et al.*, 1993), el cual coincide con la llamada provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán de Rzedowski (1978).

4.2 Relieve

El Valle de T-C está conformado por varios valles internos que se delimitan por serranías, destacan el de Cuicatlán, Huajuapán, Tehuacán, Tepelmeme y Zapotitlán, que a su vez forman parte de la Cuenca Alta del río Papaloapan y de la cuenca Alta del río Balsas (Villaseñor *et al.*, 1990).

El lado oriental del Valle está delimitado por la sierra de Zongolica al noreste, la cual forma parte de la Sierra Madre Oriental (<3000 msnm), al centro-este por la sierra de Juárez (3000 msnm) y al sureste la sierra de Ixtlán (>3000 msnm). El lado occidental está delimitado por la sierra de Zapotitlán hacia el noreste (2500 msnm), al centro-oeste están las sierras de Tamazulapán (>3000 msnm) y de Nochixtlán (>3000 msnm) que pertenecen a la sierra Mixteca, hacia el suroeste el Cañón del Tomellín y al sur la cuenca oaxaqueña (Ochoa-Tejeda, 2001).

El espectro altitudinal de los valles y las serranías generalmente oscila entre los 545 m y los 2458 m, aunque la media altitudinal es 1500 m (Villaseñor *et al.*, 1990).

4.3 Geología

El Valle de T-C presenta afloramientos de diversa naturaleza y edad, que hace de la región una serie de mosaicos con características y manifestaciones propias. La parte centro-norte de Tehuacán presenta afloramientos del Cretácico. Dentro de la región centro-sureste del Valle, desde Tehuacán hasta la zona de Teotitlán del Camino, se presentan afloramientos del Precámbrico, así como elementos del Jurásico Inferior Marino. Por último, la porción de la Sierra de Juárez, parte sur del Valle hasta Quiotepec, presenta afloramientos de rocas metamórficas del Paleozoico; en las partes más bajas, afloran sedimentos del Terciario continental y del Cuaternario (Villaseñor *et al.*, 1990).

4.4 Suelos

El Valle de T-C presenta diversos tipos de suelos, los principales son: litosoles que predomina en la porción sur, suroeste y también se encuentran al noroeste donde se extiende desde la región Morelos Cañada hasta Teotitlán; xerosoles que se extiende desde Tecamachalco hasta san Gabriel Chilac; regosoles que se distribuye en la porción noreste, oeste, sureste y por la región de Caltepec; luvisoles en la región de Cuicatlán, Tehuacán y Ajalpan (SPP, 1981).

4.5 Ríos

El Valle de Tehuacán es recorrido principalmente por el río Salado que sigue su curso hacia Oaxaca y en Quiotepec se une con el Río Grande que trae aguas del Valle de Cuicatlán, también recibe aguas del río Zapotitlán. De esta unión se forma el río de Santo Domingo, afluente del Papaloapan, el cual desemboca finalmente al Golfo de México (Jaramillo-Luque y González-Medrano, 1983).

4.6 Clima

Su clima es de tipo semiárido, con temperatura alta, régimen de lluvias de verano con canícula y con poca a extremosa oscilación de temperatura. Este clima se debe fundamentalmente al efecto de sombra de lluvia que producen las sierras de Zongolica y de Juárez (Villaseñor *et al.*, 1990). El Valle de T-C presenta principalmente el clima semiseco BS₁, que atraviesa la zona de norte a sureste. La porción norte tiene una temperatura media anual de 14°C a 16°C con una precipitación media anual que va de los 300 a 600 mm, la porción central varía entre los 18°C a los 22°C según cada localidad, con precipitaciones que van de los 300 a 600 mm y la porción sureste tiene una temperatura media anual más cálida que va de los 24°C a los 26°C con un precipitación media anual de 500 a 600 mm (cercano a Cuicatlán). También está presente el grupo de climas A con tipos semicálidos subhúmedos con lluvias en verano A(C)w₀(w), este se distribuye en la porción suroeste por la región de Huajuapán de León, tiene una temperatura media anual predominante de 18°C a 20°C y una precipitación media anual de 700 a 800 mm. Y el grupo de climas C de tipos templados subhúmedos con lluvias en verano C(w₁)(w) y C(w₀)(w) se encuentra a manera de manchones en la porción noroeste y sur con temperaturas medias anuales que van de los

14°C a los 18°C y precipitaciones medias anuales de 600 a 700 mm y en zonas pequeñas hasta 800 mm (SPP, 1981).

4.7 Vegetación

Según la clasificación de Rzedowski (1978), los tipos de vegetación presentes en el Valle de T-C son: bosque de coníferas, bosque de encinos, bosque espinoso, bosque tropical caducifolio, pastizal y matorral xerófilo, este último abarca una mayor extensión y es muy heterogéneo. Además Rzedowski (1978) considera que la provincia florística del Valle de T-C se localiza en la región xerofítica mexicana, la cual se extiende en el norte y centro de la república y se caracteriza por su clima árido y semiárido.

El Valle de T-C tiene una extraordinaria heterogeneidad ambiental que determina la diversidad y la distribución de las asociaciones vegetales. Valiente-Banuet *et al.* (2000), reconocieron 29 asociaciones vegetales en el Valle, que incluyen nueve dominadas por cactáceas columnares, siete arboladas de zonas bajas (cuatro variantes de selvas bajas y tres izotales), así como seis tipos de matorrales. La vegetación arbolada de montaña comprende cinco tipos de bosques, así como un izotal de montaña. La vegetación asociada a cuerpos de agua en ríos y manantiales incluye bosques de galería y tulares.

La riqueza florística del Valle de T-C representa entre 10 y 11.4% de la flora mexicana (Dávila *et al.*, 2002). En aproximadamente 10,000 km², han sido reportadas 189 familias de plantas vasculares, 922 géneros y aproximadamente 2703 especies (Dávila-Aranda *et al.* 1993).

5. MÉTODOS

5.1 Trabajo de campo

Se realizaron cinco salidas de campo en los meses de julio de 2008, noviembre de 2009, mayo de 2010, octubre de 2010 y septiembre de 2011. Las rutas a seguir en cada salida fueron trazadas basándose en los límites conocidos del Valle de T-C, en los registros previos hechos de nopales y en el esquema de carreteras y caminos principales que cruzan el Valle, considerando la accesibilidad de la zona.

En cada sitio de registro se realizaron las siguientes actividades:

- Registro del hábitat, hábito y altura de la planta, características del tronco, disposición de las flores o frutos y forma de la copa.
- Registro de la localidad donde se encontró la planta y georreferenciación en grados, minutos y segundos y la altitud utilizando un GPS (Garmin Colorado 300).
- Toma de fotografías digitales del hábito, tronco, cladodios, espinas, flores, frutos y cladodios juveniles.
- Colecta de cuatro cladodios por cada planta. En caso de que la planta ya hubiera sido colectada, únicamente se registró como observada, se georreferenció y fotografió.

5.2 Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete se dividió en siete partes.

1. Revisión bibliográfica y de herbarios. Previo al trabajo de campo se hizo una consulta bibliográfica de las especies de nopales distribuidas en el Valle de T-C, y se revisó la colección de nopales de siete herbarios. Los herbarios revisados fueron: Herbario de la Universidad Autónoma de Chapingo (CHAP), Herbario de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (EBUM), Herbario Fanerogámico "Jerzy Rzedowski" (ENCB) de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Herbario "María Agustina Batalla" (FCME) de la Facultad de Ciencias de la UNAM, Herbario del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Herbario Nacional de México (MEXU) y el Herbario del Instituto de Ecología, A. C. (XAL). La revisión de los estos herbarios se hizo consultando la base

fotográfica de Herbarios del laboratorio de Cactología del Jardín Botánico del IB-UNAM. Solamente el MEXU fue revisado personalmente.

Se revisó para cada especie el estatus de conservación en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2013) y en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2013).

2. *Identificación de especies.* La identificación del material colectado se hizo con ayuda de especialistas en el tema y con la consulta de bibliografía, (Britton y Rose, 1919; Bravo-Hollis, 1978; Arias *et al.*, 2012; Scheinvar *et al.*, en prensa). Las plantas que no pudieron ser identificadas por falta de material, flores y frutos no fueron incluidos en este trabajo.

3. *Elaboración de mapas de distribución geográfica.* Para hacer los mapas de distribución geográfica conocida de las especies de nopales, se utilizaron los datos de georreferenciación e identificación de campo y de los herbarios. Se ocupó el programa ArcGis 10 (ESRI, 2011), utilizando la capa base de *División Política Estatal* (CONABIO, 2008) sobrepuesta a la capa de *Vegetación potencial de Rzedowski* (CONABIO, 2008) y la de *Áreas Naturales Protegidas Federales de México* (CONANP, 2011) y a su vez, se sobrepuso una capa con el polígono del Valle de T-C generado con localidades conocidas que delimitan el área.

4. *Clave dicotómica.* Se hizo una clave dicotómica para facilitar la identificación de las especies presentes en el Valle de T-C.

5. *Descripción de especies.* Las fichas descriptivas de las especies, incluyeron: 1. Nombre científico, 2. Nombre común, 3. Descripción de la especie, 4. Sinónimos (en su mayoría basados en Guzmán *et al.*, 2007), 5. Fenología, 6. Distribución, 7. Fotografías de: Hábito, cladodio, flor, fruto, polen, semillas, 8. Ejemplares consultados, 9. Mapa de distribución, 10. Observaciones.

Las fichas se hicieron a partir del material traído del campo y se apoyó con una revisión de la literatura principalmente de las descripciones de Arias *et al.* (2012). Para las especies que no se encontraron en campo, la información para las fichas descriptivas se tomó de la descripción original.

Para complementar la información de las fichas descriptivas de las especies, se incluyeron fotografías de micro estructuras (epidermis, grano de polen y semilla). Las fotografías se obtuvieron del material de campo y de la colección de fotografías del laboratorio de Cactología. El procedimiento para la preparación de las muestras a fotografiar fue: 1) se tomaron muestras de cada micro estructura, 2) se fijaron y limpiaron con xilol, se deshidrataron en una serie de alcoholes ascendentes (30, 50, 70, 90 y 100%), en el caso del polen este se montó directamente en los porta muestras, 3) se entregaron las muestras en el laboratorio del Microscopio Electrónico de Barrido del IB-UNAM, para ser secadas a punto crítico, 4) se montaron en porta muestras y se cubrieron de oro, y por último 5) se fotografiaron con microscopios marca Hitachi modelos S-2460 N y SU1510.

6. *Herborización.* Dos cladodios de cada planta colectada se herborizaron para ser depositados en los herbarios MEXU, CHAPA, ARIZ Y MO. Para la herborización se cortaron los cladodios, flores y frutos longitudinalmente y se prensaron en láminas de aluminio con sus respectivos números de colecta, la prensa se sumergió en alcohol etílico al 96° por siete días, después se prensaron con prensas de madera y cartón, y se dejaron en la secadora por siete días. Estando ya secos se metieron en sobres de papel periódico con sus respectivas etiquetas de herbario y fueron enviados al MEXU para que fueran depositados en los herbarios indicados (MEXU, CHAPA, ARIZ, MO).

7. *Conservación ex situ.* Dos cladodios de cada especie, se plantaron en el camellón número 7 para su cultivo *ex situ*, y forman parte de la *Colección Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos* del Jardín Botánico del IB-UNAM. A cada ejemplar se le puso una etiqueta de aluminio con el número de colecta, nombre de la especie y estado donde fue colectado. Se elaboró un mapa del camellón indicando la ubicación de las plantas.

6. RESULTADOS

6.1 Identificación de especies

Durante el muestreo de campo se registraron 128 plantas pertenecientes a 14 especies de nopales silvestres, de las cuales tres plantas no se pudieron identificar. Además con la información obtenida de los herbarios y la literatura consultada, se sumaron cuatro especies dando un total de 18 especies de nopales silvestres para el Valle de T-C. Las especies encontradas durante las salidas de campo fueron: *N. auberi*, *O. decumbens*, *O. depressa*, *O. huajuapensis*, *O. hyptiacantha*, *O. lasiacantha*, *O. parviclada*, *O. pilifera*, *O. puberula*, *O. pubescens*, *O. pumila*, *O. streptacantha*, *O. tomentosa*, *O. velutina*, y las especies incorporadas con la información de los herbarios y la literatura fueron: *O. chiangiana*, *O. olmeca*, *O. tehuacana* y *O. stricta* var. *tehuantepecana*. A partir de la información de campo y herbarios se obtuvo un total de 448 registros de 18 diferentes especies de nopales silvestres (Figura 2), más dos especies cultivadas y cinco sin identificar.

En total se registraron nopales silvestres en 71 municipios (50 de Oaxaca y 21 de Puebla), de los cuales 24 (15 de Oaxaca y 9 de Puebla) se recorrieron en las salidas de campo y los registros pertenecientes a los otros 47 (27 de Oaxaca y 20 de Puebla) se adquirieron con la información contenida en los herbarios revisados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de nopales encontradas en el Valle de T-C y los municipios donde fueron registradas, se presentan los municipios separados por estado.

Espece	Municipios
<i>Nopalea auberi</i>	Oax. Asunción Nochixtlán, San Jerónimo Sosola y San Juan Bautista Atlatlahuca. Pue. Coxcatlán y Tehuacán (total 5).
<i>Opuntia chiangiana</i>	Oax. San Juan Bautista Cuicatlán (total1).
<i>O. decumbens</i>	Oax. San Juan Bautista Cuicatlán, San Juan de los Cues, San Pedro Jaltepetongo, Santa María Tecomavaca, Santiago Huaucilla, Teotitlán de Flores Magón y Valerio Trujano. Pue. Coxcatlán y Tehuacán (total 9).
	Oax. Heroica ciudad de Huajuapán de León, Jocotipac, San Juan Bautista Cuicatlán, San Juan de los Cues, Santa María Ixcatlán, Santa

<i>O. depressa</i>	<p>María Tecomavaca, Santiago Miahuatlán y Santiago Nacaltepec.</p> <p>Pue. Caltepec, Chapulco, Coxcatlán, Magdalena Cuayucatepec, San Gabriel Chilac, San José Miahuatlán, Tehuacán, Tepanco de López y Zapotitlán de las Salinas (total 17).</p>
<i>O. huajuapensis</i>	<p>Oax. Asunción Nochixtlán, Heroica ciudad de Huajuapán de León, Magdalena Jaltepec, San Andrés Lagunas, San Andrés Nuxiño, San Antonio Acutla, San Juan Bautista Coixtlahuaca, San Juan Teposcolula, San Miguel Huautla, San Miguel Tequixtepec, San Pedro Coxcaltepec Cantaros, San Pedro y San Pablo Teposcolula, Santa Inés de Zaragoza, Santa Magdalena Jicotlán, Santa María Ixcatlán, Santiago Apoala, Santiago Huaucilla, Santo Domingo Nuxaa, Santo Domingo Yanhuatlán, Tepelmeme Villa de Morelos y Villa Tejupam de la Unión.</p> <p>Pue. Caltepec, Coxcatlán, Cuacnopalan, Esperanza, Quecholac, Tecamachalco, Tehuacán y Yehualtepec (total 29).</p>
<i>O. hyptiacantha</i>	<p>Oax. San Andrés Dinicuiti, San Cristobal Suchixtlahuaca, San Jerónimo Sósola, Santa Magdalena Jicotlán, Santa María Ixcatlán, Santiago Chazumba, Tepelmeme Villa de Morelos y Villa Tamazulapan del Progreso.</p> <p>Pue. Atexcal, Caltepec, Chapulco, Tecamachalco, Tehuacán, Tepanco de López, Tlacotepec de Benito Juárez y Zapotitlán de las Salinas (total 16).</p>
<i>O. lasiacantha</i>	<p>Oax. Asunción Nochixtlán, Magdalena Jaltepec, San Andrés Nuxiño, San Antonio Acutla, San Francisco Chindúa, San Francisco Teopan, San Juan Bautista Cuicatlán, San Juan Tamazola, San Juan Yucuita, San Miguel Huautla, San Pedro y San Pablo Teposcolula, Santa Inés de Zaragoza, Santa María Ixcatlán, Santiago Chazumba, Santiago Huaucilla, Santiago Teotongo, Santo Domingo Nuxaa, Santo Domingo Tonaltepec, Teotitlán de Flores Magón y Tepelmeme Villa de Morelos.</p> <p>Pue. Atenayuca y Caltepec (total 22).</p>
<i>O. olmeca</i>	Oax. San Juan Bautista Cuicatlán (1).
<i>O. parviçada</i>	<p>Oax. Santa María Tecomavaca, Santiago Huaucilla y Valerio Trujano.</p> <p>Pue. San José Miahuatlán y Zapotitlán de las Salinas (total 5).</p>
	Oax. Asunción Nochixtlán, Heroica ciudad de Huajuapán de León, San Andrés Dinicuiti, San Juan Bautista Atlatlahuca, San Juan Bautista

<i>O. pilifera</i>	<p>Cuicatlán, San Juan de los Cues, San Martín Toxpalan, Santa María Tecomavaca, Santiago Huaucilla, Teotitlán de Flores Magón, Tepelmeme Villa de Morelos y Villa Tamazulapan del Progreso</p> <p>Pue. Ajalpan, Caltepec, Coxcatlán, Magdalena Cuayucatepec, San Gabriel Chilac, San José Miahuatlán, Tecamachalco, Tehuacán, Tepanco de López, Tlacotepec de Benito Juárez y Zapotitlán de las Salinas (total 23).</p>
<i>O. puberula</i>	<p>Oax. San Juan Bautista Cuicatlán, San Martín Toxpalan, Santa María Tecomavaca y Santiago Chazumba.</p> <p>Pue. Coxcatlán (5).</p>
<i>O. pubescens</i>	<p>Oax. Heroica ciudad de Huajuapán de León, San Andrés Nuxiño, San Jerónimo Sósola, San Juan Bautista Cuicatlán, San Miguel Chicahua, Santa Inés de Zaragoza, Santa María Ixcatlán, Santa María Tecomavaca, Santiago Chazumba, Santiago Huajolotitlán, Santiago Huaucilla, Santiago Nacaltepec, Santo Domingo Nuxaa, Tlaxtlahuaca, Teotitlán de Flores Magón, Tepelmeme Villa de Morelos, Villa Chilapa de Díaz y Villa Tamazulapan del Progreso.</p> <p>Pue. Atexcal, Caltepec, Coxcatlán, San Sebastián Zinacatepec, Tehuacán y Zapotitlán de las Salinas (total 24).</p>
<i>O. pumila</i>	<p>Oax. San Juan Bautista Cuicatlán, San Martín Toxpalan y Santa María Ixcatlán.</p> <p>Pue. Coxcatlán, (total 4).</p>
<i>O. streptacantha</i>	<p>Oax. Asunción Nochixtlán, San Juan Bautista Coixtlahuaca, San Juan Teposcolula, San Pedro y San Pablo Teposcolula, Santa Magdalena Jicotlán, Santa María Ixcatlán, Santiago Huaucilla, Santo Domingo Tonaltepec, Santo Domingo Yanhuitlán y Tepelmeme Villa de Morelos.</p> <p>Pue. Chapulco, Cuacnopalan, Esperanza, Tecamachalco y Yehualtepec (total 15).</p>
<i>O. tehuacana</i>	<p>Oax. San Juan Bautista Cuicatlán, Santa María Tecomavaca y Santiago Huaucilla.</p> <p>Pue. Ajalpan y Coxcatlán (total 5).</p>
<i>O. stricta</i> var. <i>tehuantepecana</i>	<p>Oax. San Juan de los Cues (1).</p>

<i>O. tomentosa</i>	<p>Oax. Asunción Nochixtlán, Concepción Papalo, Magdalena Jaltepec, San Antonio Acutla, San Francisco Chindúa, San Francisco Nuxaño, San Juan Bautista Coixtlahuaca, San Juan Bautista Cuicatlán, San Juan Teposcolula, San Miguel Huautla, San Miguel Tequixtepec, San Pedro y San Pablo Teposcolula, Santa Inés de Zaragoza, Santa María Ixcatlán, Santiago Huaucuililla, Santo Domingo Yanhuitlán y Villa Tamazulapan del Progreso.</p> <p>Pue. Caltepec, Tecamachalco, Tehuacán y Totoltepec (total 21).</p>
<i>O. velutina</i>	<p>Oax. Concepción Papalo, Heroica ciudad de Huajuapán de León, San Juan Bautista Cuicatlán, San Juan de los Cues, San Martín Toxpalan, San Pedro Jaltepetongo, Santa María Tecomavaca, Santiago Cacaloxttepec, Santiago Chazumba, Santiago Huajolotitlán, Santiago Huaucuililla, Santiago Miltepec y Villa Tamazulapan del Progreso.</p> <p>Pue. Ajalpan, Coxcatlán, San José Miahuatlán y Zapotitlán de las Salinas (total 17).</p>

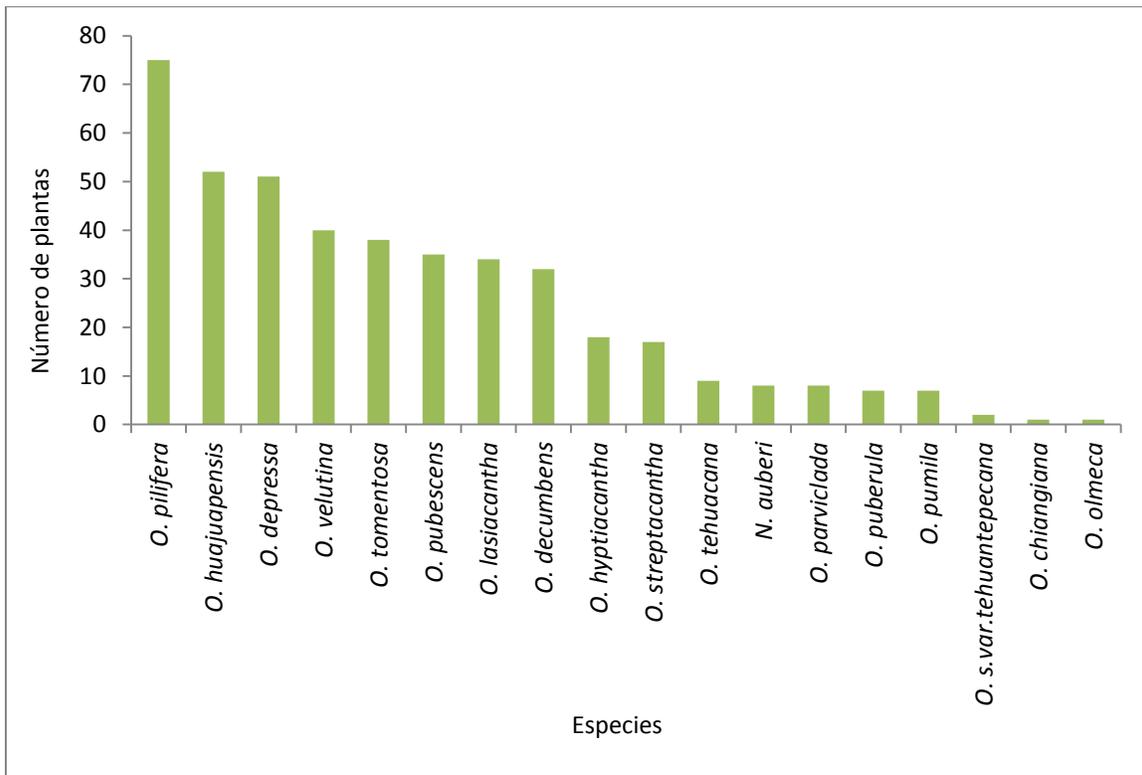


Figura 2. Número de plantas encontradas por especie

La mayoría de las especies de nopales silvestres encontradas se ubican principalmente en bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo seguido del bosque de coníferas y encinos.

6.2 Mapas de distribución geográfica

Se elaboraron 16 mapas de distribución geográfica con los datos de georreferenciación de campo y con la información obtenida de herbarios y los tipos de vegetación dominantes. Los mapas se incluyeron dentro de las fichas descriptivas.

6.3 Estatus de conservación

Todas las especies de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* se encuentra dentro del Apéndice II de la CITES, que permite la colecta de plantas, semillas y polen, siempre y cuando se tenga un permiso de colecta otorgado por SEMARNAT. En la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se encuentra citada ninguna de las especies encontradas en el Valle de T-C. Dentro de la lista roja de la IUCN, no se incluye a *O. chiangiana*, *O. olmeca* y *O. pumila*, en el caso particular de *O. velutina*, no está evaluada porque no cuentan con información suficiente, todas las demás especies de nopales presentes en el Valle de T-C están incluidas en la lista con la categoría de Preocupación Menor (LC), un taxón está en esa categoría cuando, habiendo sido evaluado según los criterios no califica para alguna categoría de riesgo mayor. Taxones abundantes y de amplia distribución se incluyen en esta categoría.

6.4 Clave dicotómica de las especies de *Opuntia* y *Nopalea* presentes en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán

1. Perianto reducido; estambres y estilo exsertos.....*N. auberi*
1. Perianto rotáceo; estambres y estilo insertos al pericarpelo
 2. Cladodios de 1.0-4.0 cm de ancho
 3. Cladodios cilíndricos de 1.0-3.0 cm de ancho
 4. Cladodios cilíndricos; generalmente pubescentes; espinas de 3-7
.....*O. pubescens*
 4. Cladodios cilíndricos; glabros; espinas de 1-3.....*O. pumila*
 3. Cladodios aplanados de 1.0-4.0 cm de ancho.....*O. parviclada*

-
2. Cladodios mayores a 4.0 cm de ancho
5. Cladodios pubescentes o puberulentos
6. Arbustivas; bajas de hasta 1.30 m de alto
7. Cladodios decumbentes; flores amarillas; frutos piriformes color purpura
8. Cladodios obovados; pubescentes; verde amarillentos; espinas 1-3
*O. decumbens*
8. Cladodios oblongos o largamente ovales; puberulentos; verde oscuros; espinas generalmente ausentes.....*O. puberula*
7. Cladodios ascendentes; flores rosa-purpúreo; frutos globosos color rojo amarillento.....*O. depressa*
6. Arbustivas-arborescentes de 0.40 hasta 4.0 m de alto
9. Frutos ácidos, con paredes gruesas (xoconostles); cladodios puberulentos; espinas inferiores adpresas y cerdas en las aréolas de los cladodios y pericarpelo
*O. huajuapensis*
9. Frutos dulces, con paredes delgadas (tunas); cladodios pubescentes; espinas inferiores no son adpresas, sin cerdas en cladodios y pericarpelo
10. Cladodios ampliamente obovados de 14-20 cm de ancho; glóquidas de cladodios, flores y frutos abundantes de hasta 2.0 cm de largo; flores amarillas; frutos color blanco amarillento con pulpa verde.....*O. velutina*
10. Cladodios obovados de 12-16 cm de ancho; glóquidas pequeñas; flores anaranjadas a rojas; frutos color rojo con pulpa roja
*O. tomentosa*
5. Cladodios glabros
11. Arbustivas de hasta 2.5 m de alto; con xoconostles o xoco-tunas, (frutos agridulces con pared gruesa)
12. Cladodios elípticos a rómbicos; 1-3 espinas en fruto; frutos piriformes color rojo-violáceo y xoco-tunas.....*O. chiangiana*
12. Cladodios orbiculares a suborbiculares; sin espinas en el fruto; frutos globosos y pulpa ácida
13. Cladodios de 20-29 cm de largo; flores anaranjadas a rosadas; sin espinas setosas en pericarpelo; fruto con pulpa verde-rojiza.....*O. tehuacana*

-
- 13. Cladodios de 13-15 cm de largo; flores amarillo-verdosas; espinas setosas en pericarpelo; fruto con pulpa verde-amarillenta.....*O. olmeca*
 - 11. Arbustivas a arborescentes de hasta 7.0 m de alto; con tunas
 - 14. Aréolas con pelos o cerdas
 - 15. Aréolas con pelos cortos o largos en cladodios y pericarpelos.....*O. pilifera*
 - 15. Aréolas con 1o 2 cerdas rígidas y pelos rojizos en el pericarpelos
 - 16. Aréolas de los cladodios con dos cerdas rígidas; espinas inferiores adpresas; flores amarillas a anaranjadas*O. streptacantha*
 - 16 Aréolas de los cladodios con 1-2 cerdas rígidas; espinas inferiores reflexas; flores anaranjadas a rojas.....*O. hyptiacantha*
 - 14. Aréolas sin pelos o cerdas
 - 17. Cladodios obovados a elípticos, 0-3 espinas en frutos; flores amarillo a anaranjadas; fruto rojo.....*O. lasiacantha*
 - 17. Cladodios suborbiculares a romboidales; sin espinas en frutos; flores amarillo-verdosas; fruto verde amarillento*O. stricta* var. *tehuantepecana*

6.5 Fichas descriptivas de las especies encontradas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán

A continuación se presenta las descripciones de las 18 especies registradas en el Valle de T-C.

Nopalea auberi (Pfeiff.) Salm-Dyck, 1850.

Nombre común: Nopal de lengüita, lengua de vaca.

Descripción de la especie

Planta arbustiva a arborescente de 3.0-8.0 m de altura. **Tronco** cilíndrico. **Cladodios** oblongos a obovados de 13-27 cm de largo y (2.5) 5.0-7.0 cm de ancho, de verde claro a glaucos; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 5-7 series, distantes entre sí 1.8-2.9 (4.0) cm, elípticas a obovadas, de 2.0-3.0 mm de largo, fieltro marrón escaso; glóquidas deciduas, de 1.0 cm de largo, amarillas; espinas, 0-4, aciculares y subuladas, de 0.7–3.0 cm de largo, blancas a amarillas, punta amarillenta, grises con la edad. **Flores** 5.0-9.0 cm de largo; pericarpelo reducido de 2.0-2.8 de largo, verde claro, con tubérculos elevados y alargados, glabro, glóquidas abundantes y amarillas, espinas ausentes; perianto reducido, segmentos exteriores deltoides a ligeramente ovados, ápice agudo, color rojo; segmentos interiores obovados, ápice acuminado, rosa-rojizos; estambres con filamentos rosados, exsertos; estilo 5.0-5.5 cm de largo, exserto, rosa o rojo, lóbulos del estigma 5-7, verdes; granos de polen hexagonales, transición entre poros y colpos. **Frutos** elipsoides a obovoides de 3.5-4.6 cm de largo, rojos, glabros, con 4 series de aréolas, glóquidas abundantes, color marrón, sin espinas, pulpa rojiza y dulce; semillas lenticulares, amarillo oscuras, arilo lateral irregular, región hilo-micropilar poco profunda (Figura 3).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia auberi* Pfeiff., 1840.

Fenología: Floración de mayo a julio.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Puebla.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró en cinco municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 4), también se encuentra cultivada.

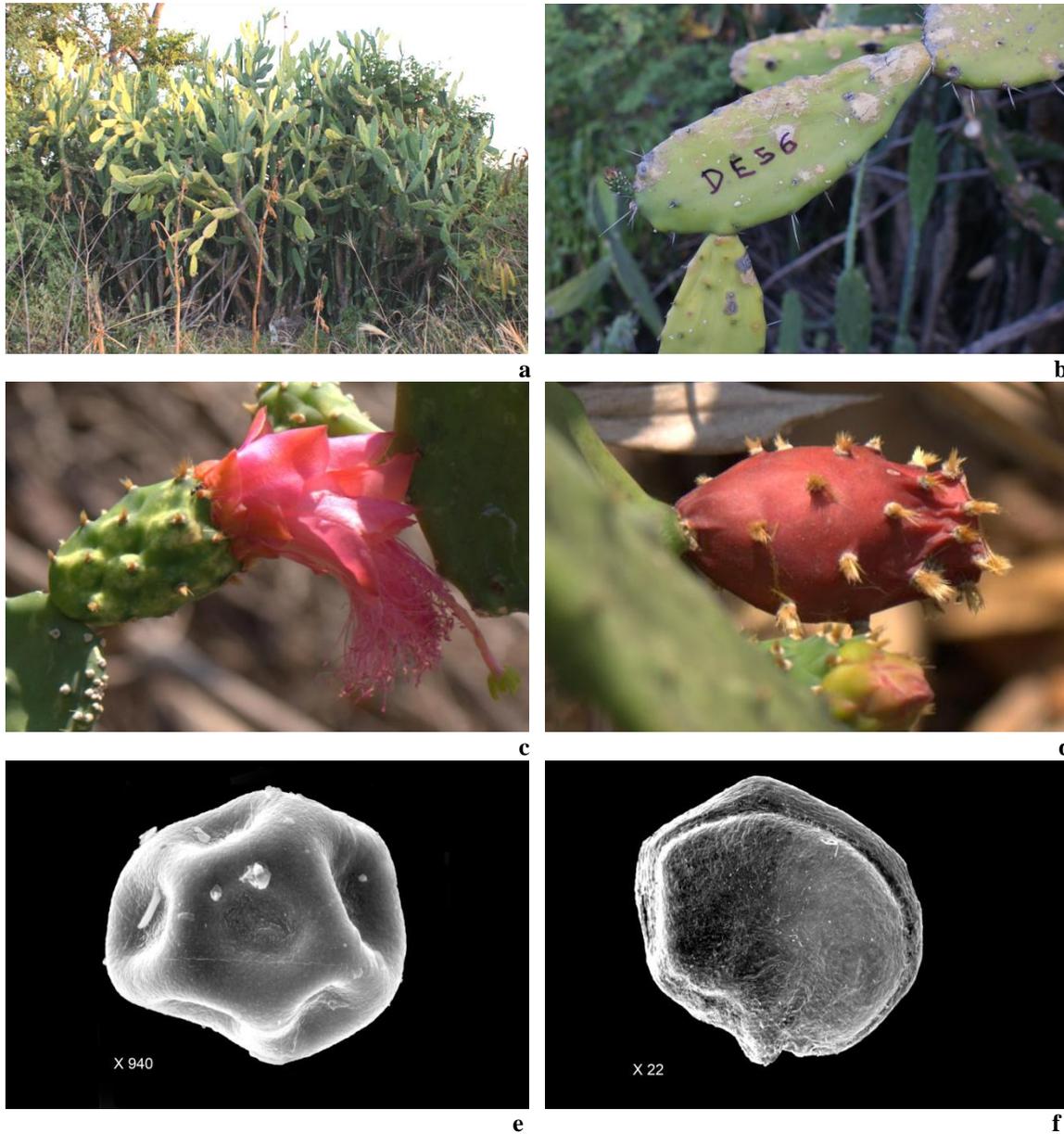


Figura 3. *N. auberi*. **a.** Hábito arborescente (*Ordóñez 56*, carretera federal Teotitlán-Tehuacán, llegando a Calipan, Coxcatlán, Pue). **b.** Cladodio obovado y angosto (*Ordóñez 56*). **c.** Flor rosada con estambres y estilo mayores que los tépalos (*Pineda 39*, Campanario, Putla Villa de Guerrero, Oax). **d.** Fruto maduro con abundantes glóquidas (*Pineda 39*). **e.** Grano de polen transición entre poros y colpos (*Scheinvar s/n*, Zihuatanejo, Gro). **f.** Semilla lenticular (*Scheinvar s/n*, Tamazunchale SLP).

Fotos: a y b, C. Martínez; c y d, D. Ordóñez; e y f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** *H. Bravo 4840*, s. n. (MEXU); *M. Vásquez 12* (MEXU); *U. Guzmán 872* (MEXU). **Puebla:** *D. Ordóñez et al. 56* (MEXU); *L. Scheinvar 2453, 2615*(MEXU); *R. Medina 4682* (MEXU).

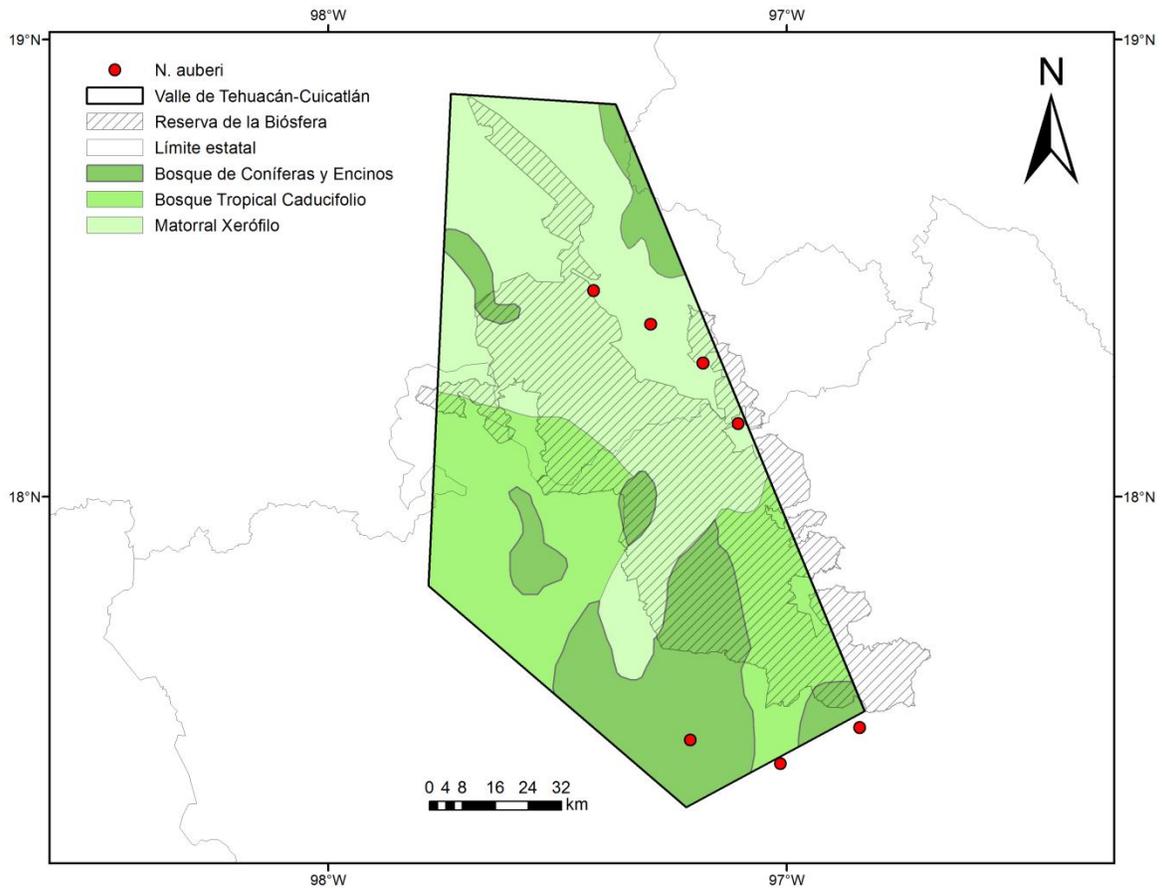


Figura 4. Distribución geográfica de *N. auberi* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

N. auberi se encuentra silvestre pero también se cultiva ampliamente porque es usada como comestible, ornamental y medicinal.

En el Valle de T-C también se encuentra cultivada la *N. cochenillifera* y se utiliza en la alimentación.

Opuntia chiangiana Scheinvar & Manzanero, 2009.

Nombre común: xoco-tuna

Descripción de la especie

Planta arbustiva, hasta 2.5 m de altura; copa extendida. *Tronco* no definido. *Cladodios* ascendentes, elípticos a rómbicos, de base angosta, encorvada, de 36.0-37.0 cm de largo y 15.0-17.0 cm de ancho, verde-oliva oscuro, recubierto de cera grisácea; podarios elevados, epidermis glabra; aréolas dispuestas en 11-13 series, distantes entre sí ca. 3.0 cm, elípticas de 3.2 mm de largo y 1.6 mm de ancho, con lana marrón; glóquidas ca. 4.0 mm de largo, amarillas, caducas; espinas 1-3, subuladas, divergentes, extendidas, algo reflejas, algunas torcidas, de 1.5-2.7 cm de largo, blancas con el ápice translúcido. *Flores* de 5.7-6.0 cm de largo; pericarpelo obovoide de 2.5 cm de largo, 3.0 cm de ancho, verde, podarios elevados, tetragonales, aréolas dispuestas en 5 series, 2 espinas blancas aciculares, de ca. 0.5 cm de largo, sólo en las aréolas superiores; segmentos del perianto amarillos; estambres con base de los filamentos verdosa; estilo blanco-rosado, emergente sobre los estambres, lóbulos del estigma 6, blanco-verdosos; granos de polen poliédricos, reticulados, muros sin espínulas o verrugas. *Frutos* piriformes, de 3.5-4.0 cm de largo y 2.0 cm de ancho, rojo-violáceos, cicatriz floral hundida, con 5 series de aréolas, con 1-3 espinas rígidas, hasta de 1.6 cm de largo, blancas con el ápice púrpura, paredes del hasta de 1.0 cm de ancho, rojizas; funículos semi-secos, agrídulces; semillas discordes, de ca. 3.0 mm de largo, arilo lateral ancho, región hilo-micropilar lateral profunda, micrópilo y funículo inclusos, testa glabra (Figura 5).

Fenología: Floración de julio a septiembre.

Distribución geográfica en México: Oaxaca.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró solamente en un municipio (Cuadro 1). Representada solo en el bosque tropical caducifolio (Figura 6).

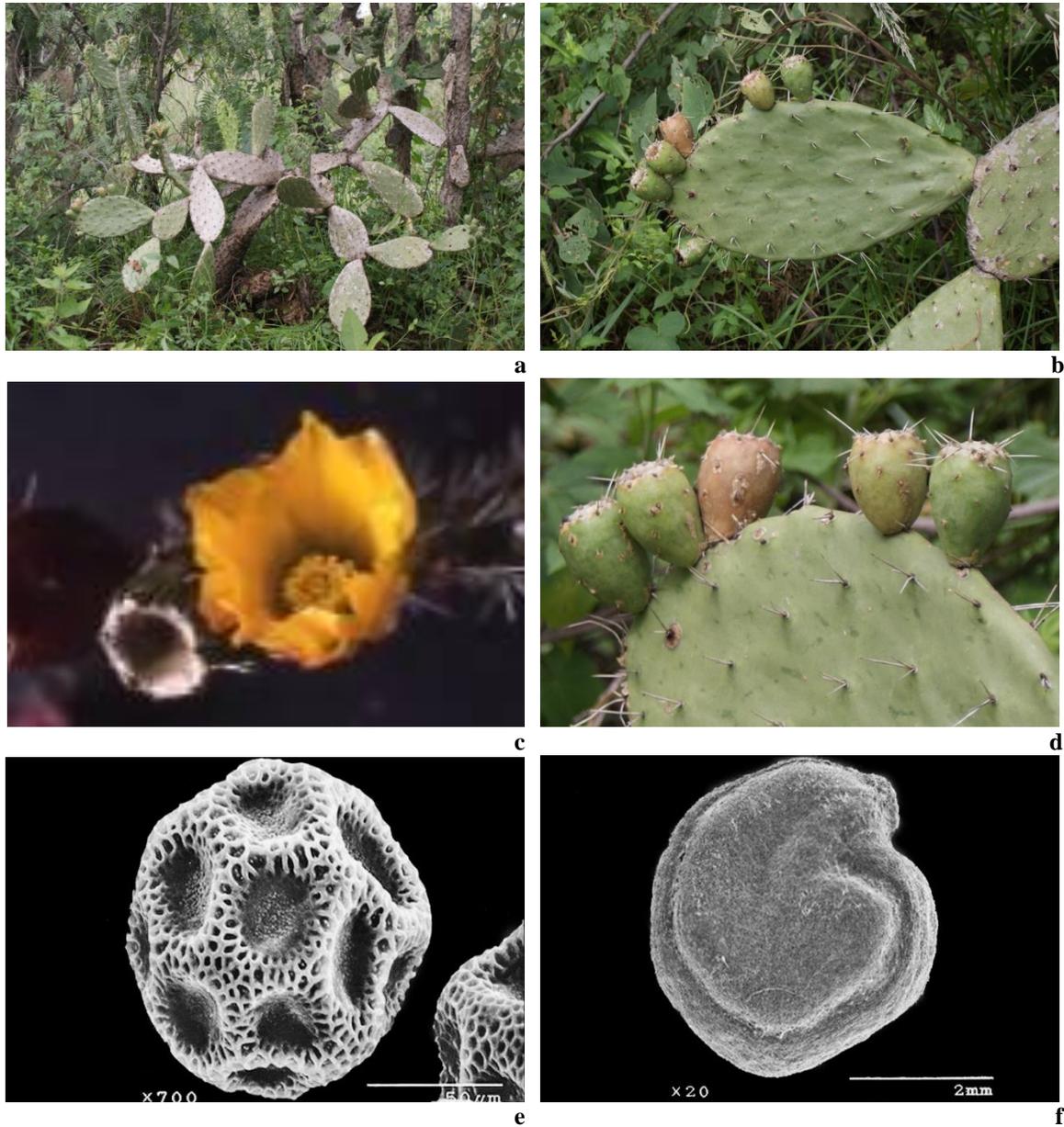


Figura 5. *O. chiangiana*. **a.** Habito arbustivo (*Manzanero 370*, 5 km de Santiago Quiotepec, rumbo a San Juan Coyula, San Juan Bautista Cuicatlán, Oax). **b.** Cladodio rómbico (*Manzanero 370*). **c.** Flor amarilla (*Manzanero 370*). **d.** Frutos (*Manzanero 370*). **e.** Grano de polen (*Manzanero 370*). **f.** Semilla (*Manzanero 370*).
Fotos: a, b, c y d, M. Mendieta; e y f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *G. Manzanero GM370* (MEXU).

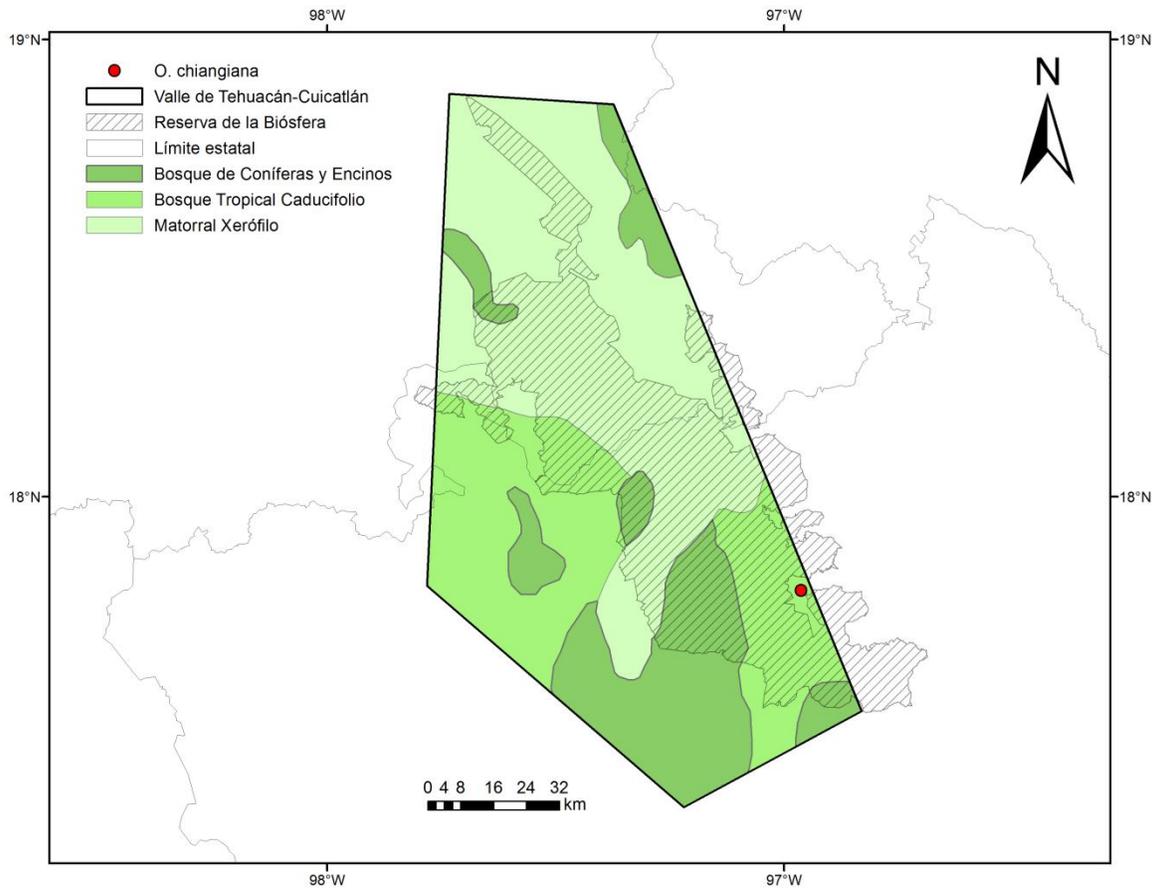


Figura 6. Distribución geográfica de *O. chiangiana* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Las autoras del nombre *O. chiangiana*, sugieren que esta especie podría ser un híbrido entre una especie que produce tunas y otra que produce xoconostles. Al sugerir los progenitores de este posible híbrido, es necesario tomar en cuenta las especies más cercanas geográficamente de la localidad tipo. Otro tipo de estudios como los moleculares serían de ayuda para conocer su posible origen.

Opuntia decumbens Salm-Dyck, 1834.

Nombre Común: Nooxmetlapahli, nopal de culebra, nopal de cocoche loco

Descripción de la Especie

Planta arbustiva de 0.2-1.0 m de altura, decumbente. **Tronco** a veces definido. **Cladodios** por lo común se postran, obovados, 7.0- 16.5 cm de largo (-18.0), 5.0-11.4 cm de ancho, de verde claro o verde-amarillentos, generalmente con una mancha purpúrea debajo de las aréolas; epidermis pubescente, pero ocasionalmente glabra; aréolas dispuestas en 6-8 series, distantes entre sí 1.6-2.27 (-3.0) cm , obovadas a circulares de 1.0-2.0 mm de largo, fieltro amarillo claro, cladodios jóvenes con larga lana blanca; glóquidas abundantes, amarillas; espinas 1 (-3) no en todas las aréolas, aciculares y rectas, 0.5-5.5 cm de largo, blancas con la punta amarilla a grisáceas. **Flores** de 4.5-5.5 cm de largo; pericarpelo obovado a obcónico, de 2.3-2.6 (-4.0) cm de largo, 1.0-1.5 cm de ancho, verde claro, pubescente, aréolas dispuestas en 3 series, fieltro marrón, glóquidas amarillo brillante, en algunas aréolas 1-2 cerdas de hasta 1cm de largo, amarillo-rojizo; segmentos exteriores del perianto deltoides, ápice acuminado, amarillo verdosos con los ápices púrpuras, segmentos interiores del perianto, obovados, ápice apiculado, margen dentado, amarillos; estambres alcanzan la mitad de los segmentos del perianto, filamentos rosas con base verde, anteras amarillas; estilo de 1.4- 2.3 cm de largo, rosa-rojizo, lóbulos del estigma 5-6 amarillos o verde claro; granos de polen poligonales, reticulados con muros glabros y perforaciones pequeñas. **Frutos** piriformes, 2.5-5.5 cm de largo y 1.8-2.2 (-3) cm de ancho, de rojo purpúreo, pubescentes, con 3-4 series de aréolas, con fieltro blanco o amarillo claro, glóquidas abundantes, amarillas, paredes delgadas, pulpa roja purpúrea y dulce; semillas lenticulares, ca. 4.0 mm de diámetro, arilo lateral prominente, región hilo-micropilar profunda (Figura 7 y 8).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia puberula* Pfeiff., 1837. *Opuntia maxonii* J.G. Ortega, 1929. *Opuntia heliae* Matuda, 1955.

Fenología: Floración de marzo a abril, fructifica junio a noviembre

Distribución geográfica en México: Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de nueve municipios (Cuadro1), representada en bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 9).

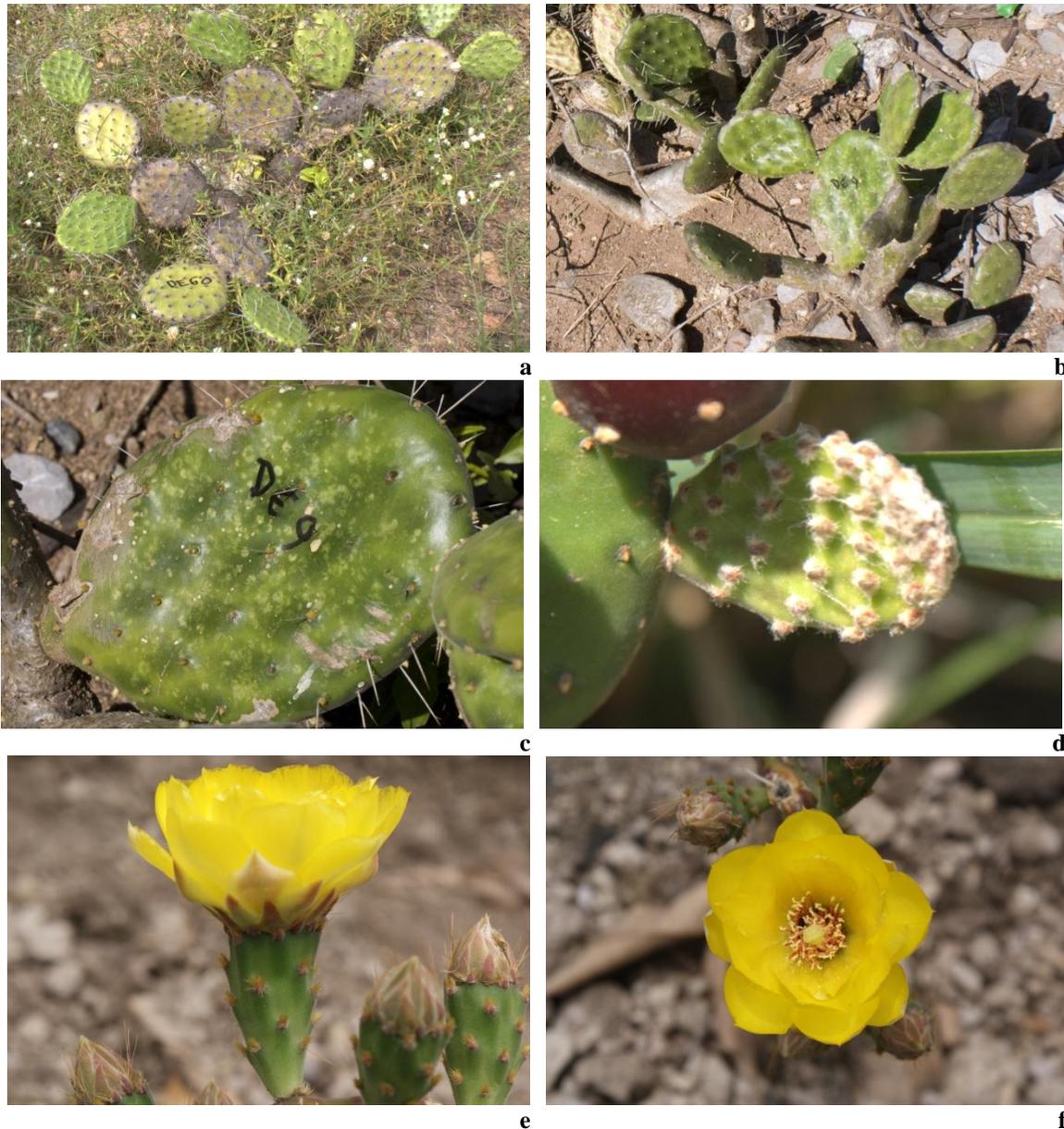


Figura 7. *O. decumbens*. **a.** Hábito arbustivo sin tronco definido (Ordóñez 60, pasando Coxcatlán, Pue). **b.** Hábito arbustivo que no ramifica desde la base (Ordóñez 09, camino de terracería en San Juan Bautista Cuicatlán, Oax.). **c.** Cladodio anchamente oval (Ordóñez 09). **d.** Cladodio juvenil con lana en las aréolas (Pineda 53, carretera federal 200. Puerto Escondido-Pochutla, Santa María Colotepec, Oax). **e.** Flor amarilla, vista lateral (Ordóñez 09, Cultivada en el Jardín Botánico del IB-UNAM). **f.** Flor vista superior (Ordóñez 09). Fotos: a, b y c, G. Olalde; d, e y f, D. Ordóñez.

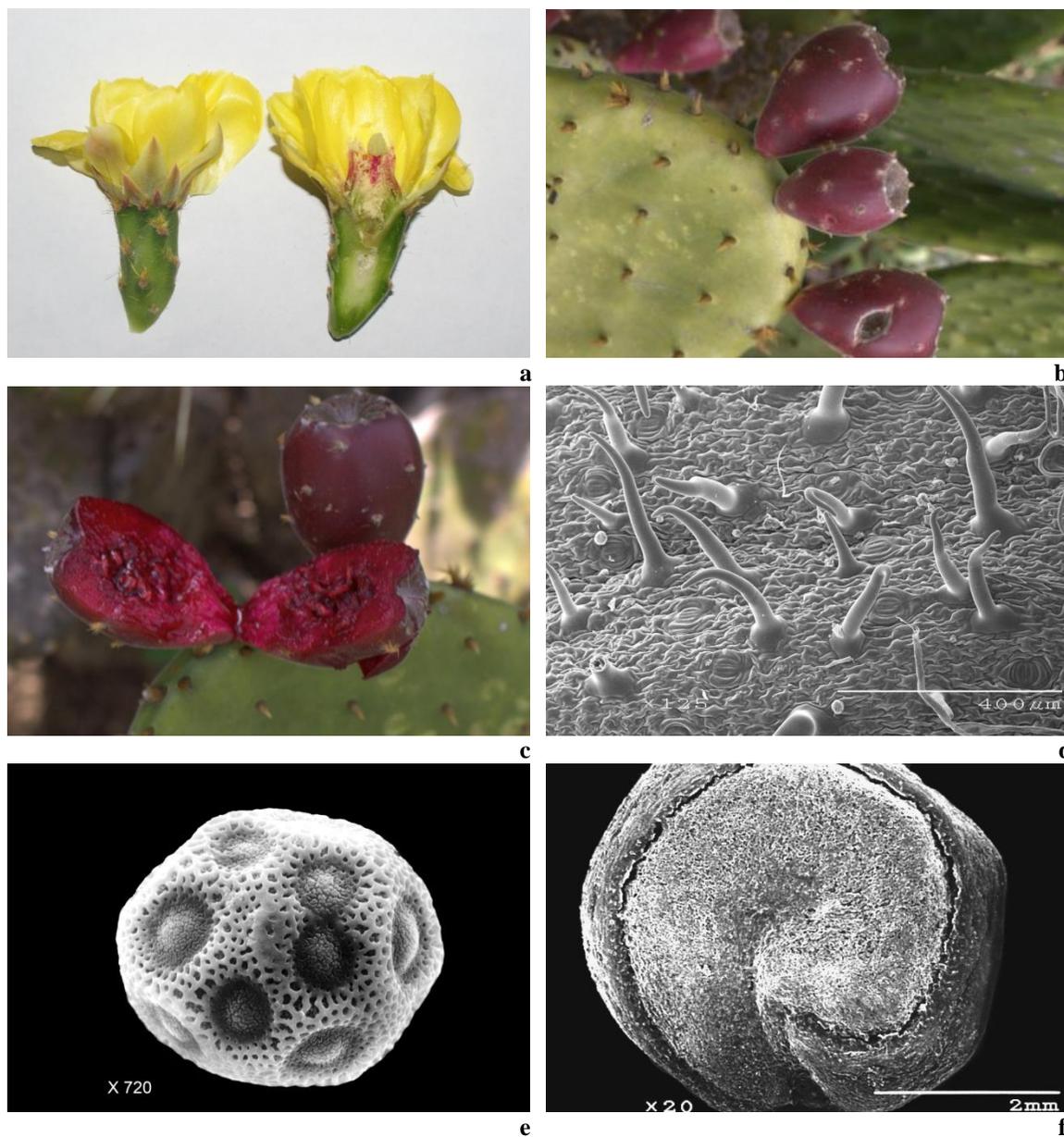


Figura 8. *O. decumbens*. a. Flor corte longitudinal (Ordóñez 09). b. Frutos piriformes color rojo púrpureos (Scheinvar 7535, San Juan Bautista Cuicatlán, Oax). c. Fruto corte longitudinal (Scheinvar 7535). d. Epidermis con tricomas uncinados, células epidérmicas onduladas y estomas paracíticos (Ordóñez 09). e. Grano de polen (Scheinvar s/n Tehuantepec, Oax). f. Semilla lenticular (Scheinvar 7571, Zapotitlán de las Salinas, Pue). Fotos: B. Mendoza.

Fotos: a, D. Ordóñez; b y c, G. Olalde; d, e y f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** A. Salinas 5928 (MEXU); C. Cruz 536, 2040 (MEXU); D. Aquino 102 (MEXU); D. Ordóñez 09 (MEXU); E. Torres 114, 118 (MEXU), 139 (INEGI); J. Rzedowski 25597 (ENCB); L. Scheinvar 5086A, 5087A, 7535, 7542, 7550 (MEXU); R. García 718 (MEXU); S. Arias 914, 949, 1480 (MEXU); S. Gama 98-A (MEXU); U. Guzmán 899 (MEXU). **Puebla:** A. Salinas 7123 (MEXU); G. Solano 143 (FCME); L. Scheinvar 2440, 4740 (MEXU); S. Arias 843, 926 (MEXU).

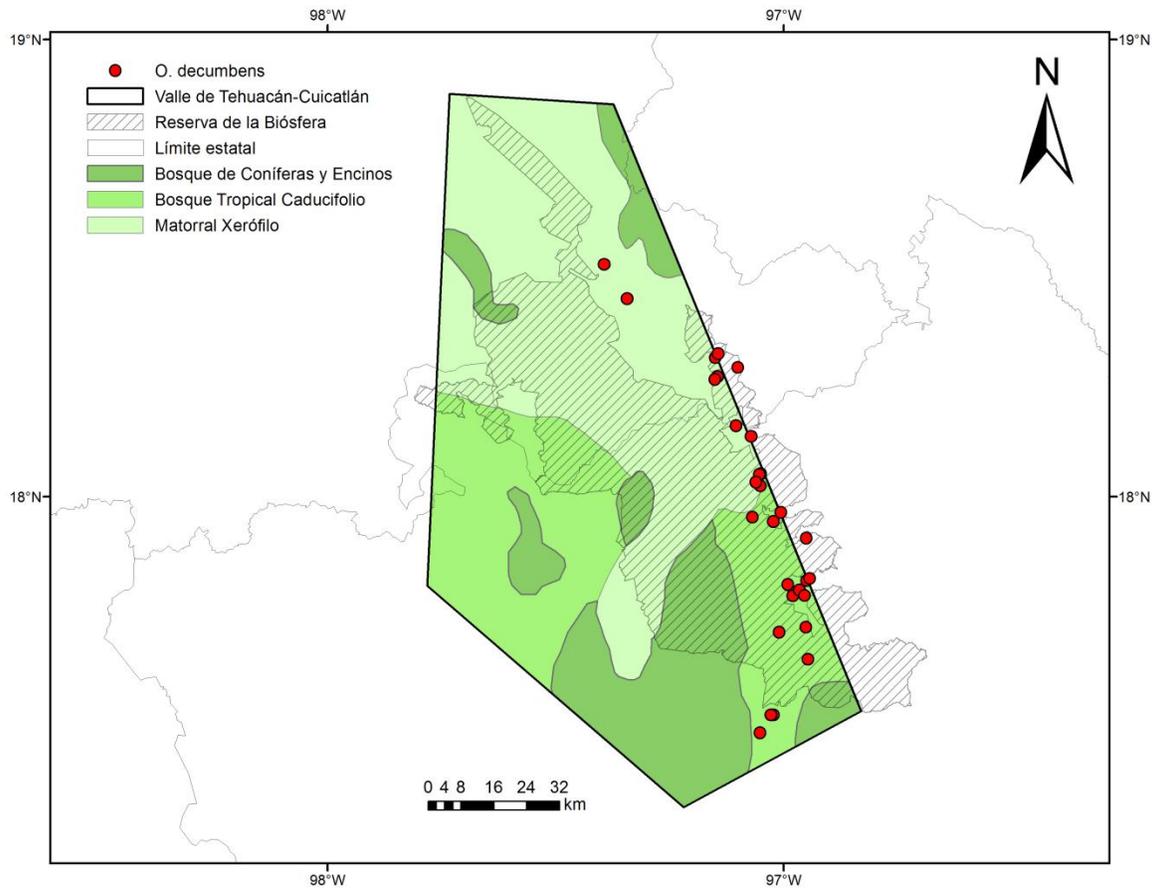


Figura 9. Distribución geográfica de *O. decumbens* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Los nombres *Opuntia decumbens* y *O. puberula* (ver página 60) son considerados sinónimos por Arias *et al.*, 2012, sin embargo en este trabajo siguiendo el criterio para clasificar de Bravo-Hollis, 1978 y Scheinvar *et al.*, en prensa, se considera que representan especies diferentes. Los ejemplares que fueron revisados si bien comparten características, cuentan con algunas que ayudaron a separarlas en dos grupos, esas características fueron: forma y color del cladodio, epidermis y presencia de espinas. Así que se identificó como *O. decumbens* a las que presentaban cladodios obovados y gruesos, color verde amarillento, epidermis pubescente y 1-3 espinas; mientras que *O. puberula* a las que presentaban cladodios ovales y delgados, color verde oscuro, epidermis puberulenta y espinas generalmente ausentes. Sin embargo se requieren otra clase de análisis para evaluar si esas características son útiles al definir estas especies, porque son plantas muy variables, con formas intermedias y sus variaciones podrían ser causadas por el ambiente.

Opuntia depressa Rose, 1908.

Descripción de la especie

Planta arbustiva de 0.4-1.30 m de altura, se extiende y forma matorrales. **Tronco** no definido. **Cladodios** postrados y ascendentes, anchamente obovados a subcirculares de 15-30 cm de largo y 11-20 cm de ancho, verde-amarillentos, generalmente con manchas color púrpura bajo las aréolas, los cladodios viejos presentan generalmente estrías; epidermis pubescente; aréolas dispuestas en 7 series, distantes entre sí 1.6-3.14 cm, elípticas de 2.0-4.6 mm de largo, fieltro grisáceo; glóquidas dispuestas en ápice de la aréola, menores a 1.0 cm, amarillas a grisáceas; espinas 1-5, aciculares, rectas, reflexas, algunas torcidas, de 0.5-4.0 cm de largo, amarillas, blanquecinas que se oscurecen con la edad, en cladodios viejos se encuentran hasta 6 espinas, ca. 6 cm de largo, color gris o café. **Flores** de 3.2-5.4 cm de largo; pericarpelo ovoide a ligeramente obdeltoide, de 1.8-2.5 cm de largo, verde claro, muy pubescente, de 4-5 series de aréolas, con escama basal corta, verde-rojiza, fieltro blanquecino, glóquidas abundantes, amarillo rojizas, a veces con espinas en las aréolas superiores, de aproximadamente 0.5 cm de largo, color amarillo; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, margen dentado, color rosa-púrpureo; segmentos interiores angostamente obovados, ápice acuminado, margen dentado, rosa brillante con banda mediana más oscura; estambres alcanzan una tercera parte de los segmentos del perianto, filamentos rosas, anteras amarillas; estilo 1.3-1.8 cm de largo, rosa, lóbulos del estigma 5-10, rosas o amarillo rosáceos; granos de polen reticulados con muros muy anchos y glabros, perforaciones pequeñas. **Frutos** globosos, de 2.0-3.0 cm de largo, color rojo con tonalidades amarillentas, pubescentes, con 4-5 series de aréolas, fieltro amarillo claro, glóquidas abundantes color amarillo rojizo, paredes delgadas, pulpa roja-púrpurea y dulce; semillas lenticulares de 0.42 mm de diámetro, color marrón, arilo lateral ancho, región hilo-micropilar profunda (Figura 10 y 11).

Fenología: Floración de abril a julio.

Distribución geográfica en México: Endémica de México; Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, y Tlaxcala.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró en 17 municipios (Cuadro 1), representada en los principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 12).



Figura 10. *O. depressa*. **a.** Matorrales de *O. depressa* (Ordóñez 05, carretera de cuota No. 135, Km 14.2, San José Miahuatlán, Pue). **b.** Hábito arbustivo (Ordóñez 78, km 30 autopista Tehuacán-Puebla, Magdalena Cuayucatepec, Pue). **c.** Cladodio anchamente obovado. (Ordóñez 18, camino de terracería a Santa María Ixcatlán, San Juan Bautista Cuicatlán, Oax). **d.** Detalle de cladodio con estrías (Ordóñez s/n). **e.** Flor vista lateral (Ordóñez 78). **f.** Flor vista superior. (Ordóñez 39, carretera federal a Huajuapán, pasando San Martín, Zapotitlán de las Salinas, Pue).

Fotos: a y c, G. Olalde, b, d, e y f, C. Martínez

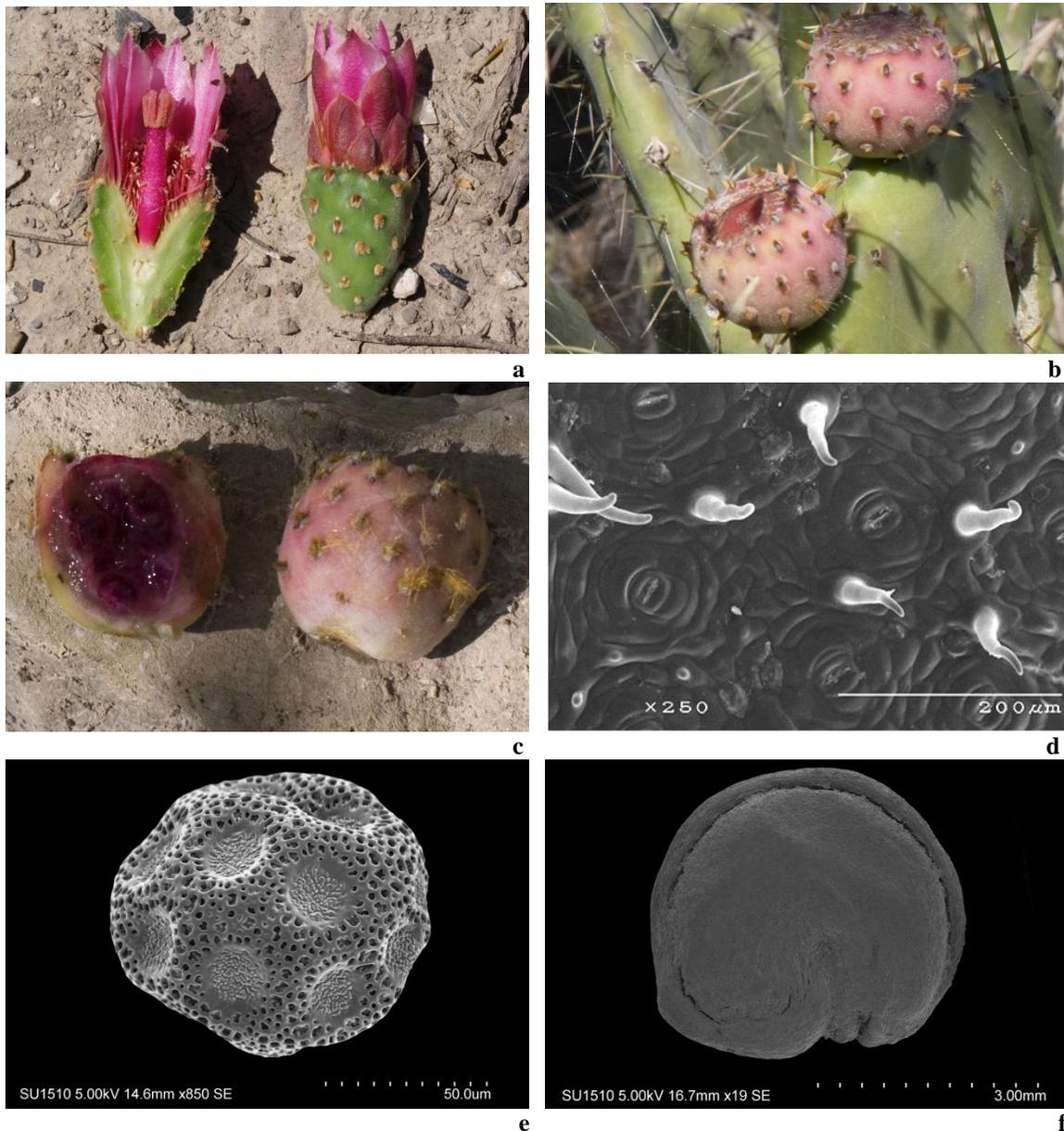


Figura 11. *O. depressa*. **a.** Flor corte longitudinal (Ordóñez 39). **b.** Frutos globosos con abundantes glóquidas (Ordóñez 18). **c.** Corte longitudinal de un fruto (Ordóñez 18). **d.** Epidermis con tricomas uncinados, células epidérmicas alargadas y estomas parásitos (Ordóñez 32, cerca del Jardín Botánico Helia Bravo Hollis, Zapotitlán de las Salinas, Pue). **e.** Grano de polen (Ordóñez 32). **f.** Semilla lenticular (Scheinvar 7557, San José Tilapa, Coxcatlán, Pue).

Fotos: a, C. Martínez; b y c, G. Olalde; e y d, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** C. Cruz 707, 1641 (MEXU); D. Ordóñez 18 (MEXU); E. Martínez 2705, 33331 (MEXU); E. Torres 175 (INEGI); G. Juárez 673 (MEXU); I. Rosas 3405 (MEXU); I. Trejo (MEXU); L. Scheinvar 7093, 7545 (MEXU); R. García 228 (MEXU), 258 (INEGI); S. Gama 67, 72 (MEXU); U. Guzmán 824, 845, 937 (MEXU). **Puebla:** A. Salinas 6763 (MEXU); D. Ordóñez 05, 32 (MEXU); E. Guizar 3951, 4927 (MEXU); E. Matuda 3096 (MEXU); H. Bravo s. n. (MEXU); L. Scheinvar 2439,

2442, 2446, 2452, 3376, 3378, 5109, 7557, 7558 (MEXU); *M. Morales s. n.* (FCME); *S. Arias* 834, 839, 907, 910, 1053, 1106, 1113 (MEXU); *S. Gama* 70a (MEXU), *U. Guzmán* 864 (MEXU).

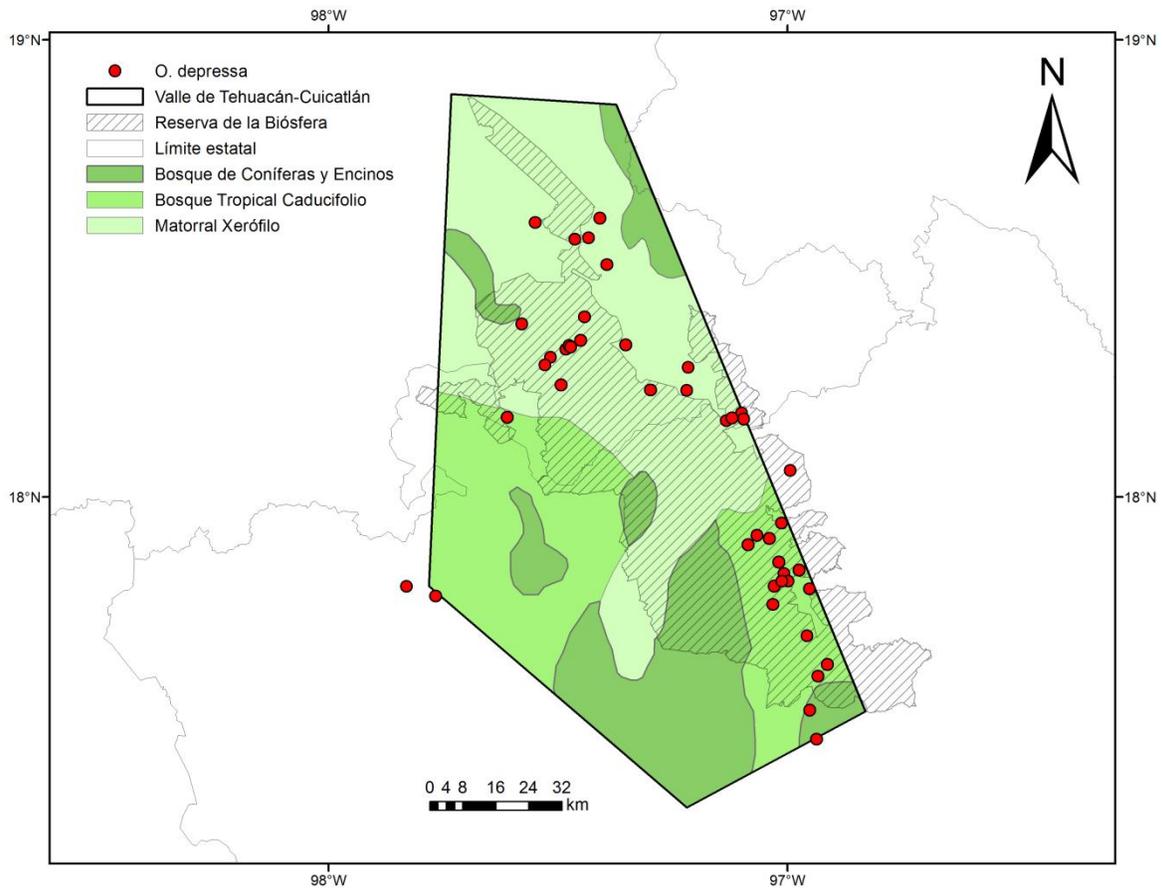


Figura 12. Distribución geográfica de *O. depressa* dentro del Valle de T-C.

Opuntia huajuapensis Bravo, 1954.

Nombre común: Nopal chino, nopal de coyote, nopal de cerro.

Descripción de la especie

Planta arbustiva o arborescente de 0.40-2.30 m de altura. **Tronco** no definido, con espinas abundantes color amarillo oscuro, comúnmente ramifica desde la base. **Cladodios** postrados o erectos, obovados a circulares de 17-36 cm de largo y 17-28 cm de ancho, verde claro, podarios no prominentes; epidermis puberulenta; aréolas numerosas dispuestas en 11-15 series, distantes entre sí 2.0-3.0 cm, elípticas de 4.0 mm de largo, fieltro gris, con cerdas abundantes de hasta 1.0 cm de largo, color amarillo claro, cladodios jóvenes con abundantes cerdas; glóquidas de 2.0-6.0 mm de largo, amarillas; espinas 3-6 (-14), subuladas, algunas aciculares, ascendentes a reflexas, las que surgen en la parte inferior de la aréola llegan a ser adpresas, 1.0-4.0 cm de largo, amarillo claras o más oscuras, generalmente entrelazadas con las espinas de las aréolas vecinas y dando la apariencia de cubrir todo el cladodio. **Flores** de 4.0-6.0 cm de largo; pericarpelo subgloboso de 2.8 cm de largo, 1.8-2.5 cm de ancho, verde amarillento, puberulento, aréolas dispuestas en 7 series, escamas basales rojizas que aumentan de largo hacia el perianto, con fieltro café claro, cerdas abundantes, mayores a 1.0 cm de largo y son más largas y abundantes hacia la inserción del perianto, color amarillo claro, glóquidas amarillas, ocasionalmente con 1 espina amarilla; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, amarillos, con una banda media de color rojo; segmentos interiores del perianto obovados, ápice apiculado a retuso, margen eroso, amarillos con una banda media roja; estambres alcanzan la mitad de los segmentos del perianto, filamentos amarillo verdoso muy claro, anteras blanco amarillentas; estilo 1.7-2.2 cm de largo, blanco, lóbulos del estigma 7-9, amarillo o verde claro; granos de polen poligonales, reticulados con muros muy delgados, perforaciones grandes. **Frutos** globosos a elípticos, 2.0-4.3 cm de largo y 2.0-4.1 cm ancho, verdes o amarillo claro con tonalidades rosas alrededor de la cicatriz floral, cicatriz floral poco profunda, puberulentos, con 4-5 series de aréolas, con fieltro marrón, con cerdas blanco amarillentas de 1.0 cm de largo, glóquidas escasas y pequeñas de color amarillo o marrón, espinas 1-4, no en todas las aréolas, principalmente en el ápice, de 1.0 cm de largo, amarillas, paredes anchas, pocos funículos, pulpa blanca verdosa y ácida; semillas lenticulares de 2.0-4.2 mm, color negro, arilo lateral irregular, región hilo-micropilar poco

profunda (Figura 13 y 14).

Fenología: Floración de febrero a julio, fructificación de mayo a octubre.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 29 municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 15).

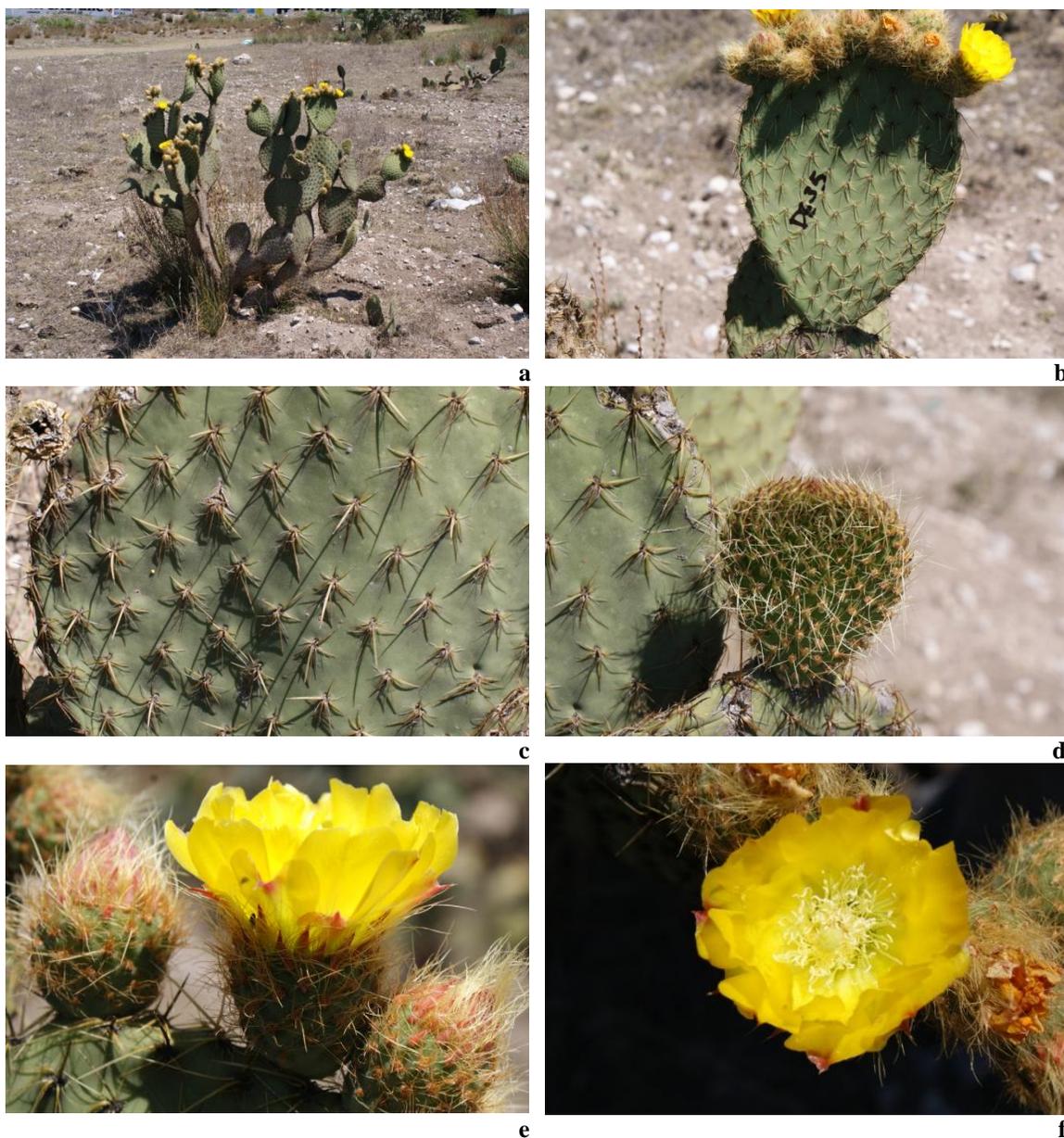


Figura 13. *O. huajuapensis*. **a.** Hábito arbustivo. (Ordóñez 35, carretera federal 150 a Tehuacán, saliendo de Tecamachalco, Pue). **b.** Cladodio obovado con flor amarilla (Ordóñez 35). **c.** Detalle de espinas adpresas (Ordóñez 35). **d.** Cladodio juvenil con abundantes cerdas (Ordóñez 35). **e.** Flor vista lateral (Ordóñez 35). **f.** Flor vista superior (Ordóñez 35).

Fotos: C. Martínez.

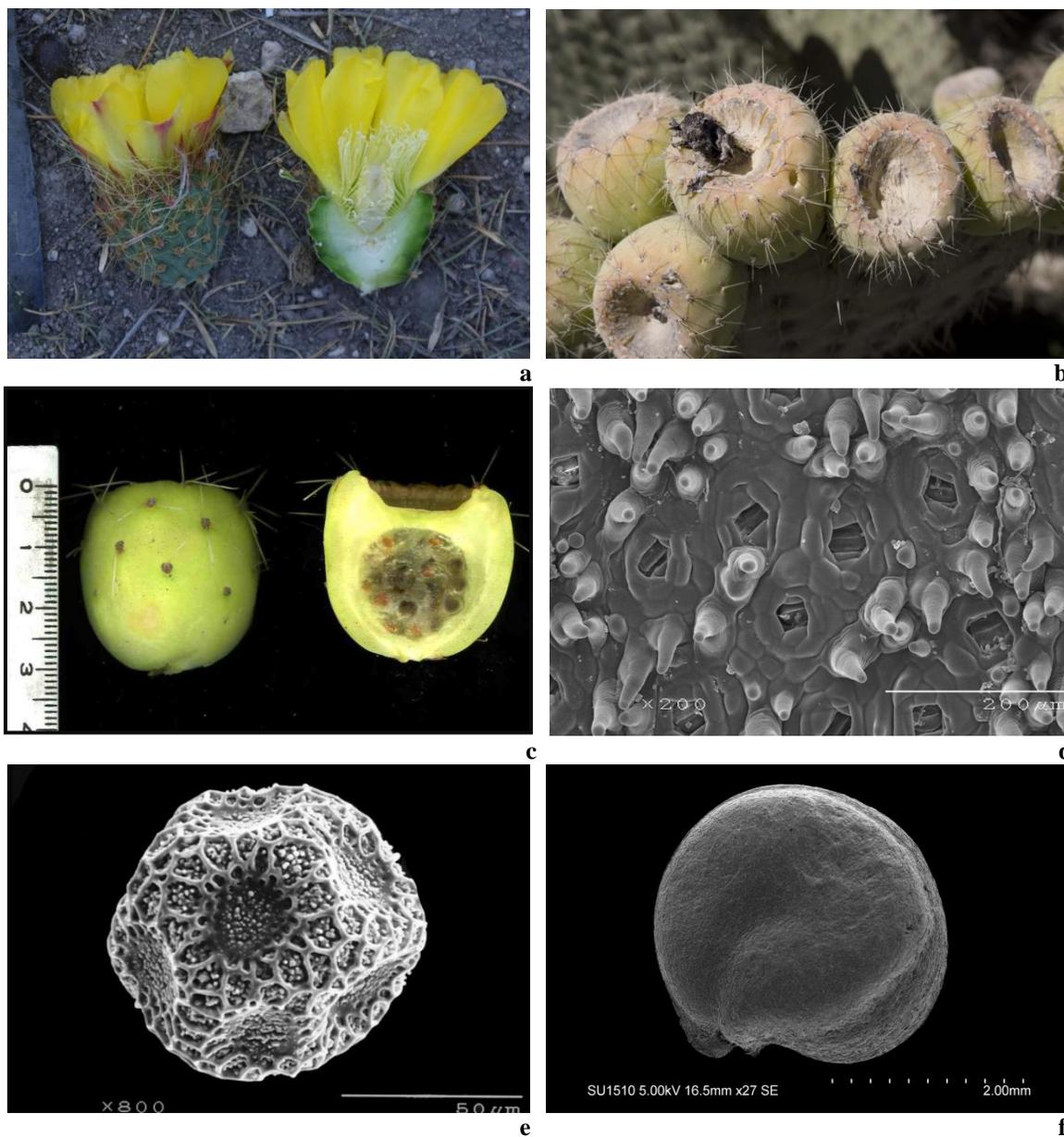


Figura 14. *O. huajuapensis*. **a.** Flor corte longitudinal (Ordóñez 35). **b.** Frutos maduros (Ordóñez 72, pasando Coixtlahuaca, San Juan Bautista Coixtlahuaca, Oax). **c.** Fruto corte longitudinal. (Ordóñez 72). **d.** Epidermis con tricomas muy cortos y numerosos, cónicos, estomas tetracíclicos (Ordóñez 29, rumbo a Río Poblano, Santa María Ixcatlán, Oax). **e.** Grano de polen (Ordóñez 35). **f.** Semilla. (Ordóñez 35).

Fotos: a, C. Martínez; b y c, D. Sule; d, e y f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *A. García* 233, 317, 8733 (MEXU); *D. Aquino* 16, 27, 29, 80, 84, 92, 133, 161, 176, 183, 211, 213, 215 (MEXU); *D. Ordóñez* 29 (MEXU); *H. Bravo* 4821, s. n., s. n (MEXU); *L. Scheinvar* 6575 (MEXU); *R. Cruz* 1877a, 2367 (ENCB); *R. Torres* 9573 (MEXU); *S. Arias* 880, 938, 1923 (MEXU); *S. Rangel* 239 (EBUM). **Puebla:** *D. Ordóñez* 35 (MEXU); *E. Guízar* 4940 (MEXU); *H. Bravo* 4530, 4531, 4533 (MEXU); *L. Scheinvar* 2491, 5678 (MEXU); *L. Wolfgang* 2189 (MEXU); *N. Pérez* 18 (MEXU); *P. Tenorio* 20067 (MEXU); *S. Arias* 835, 846 (MEXU); *U. Guzmán*

832, 860, 962 (MEXU).

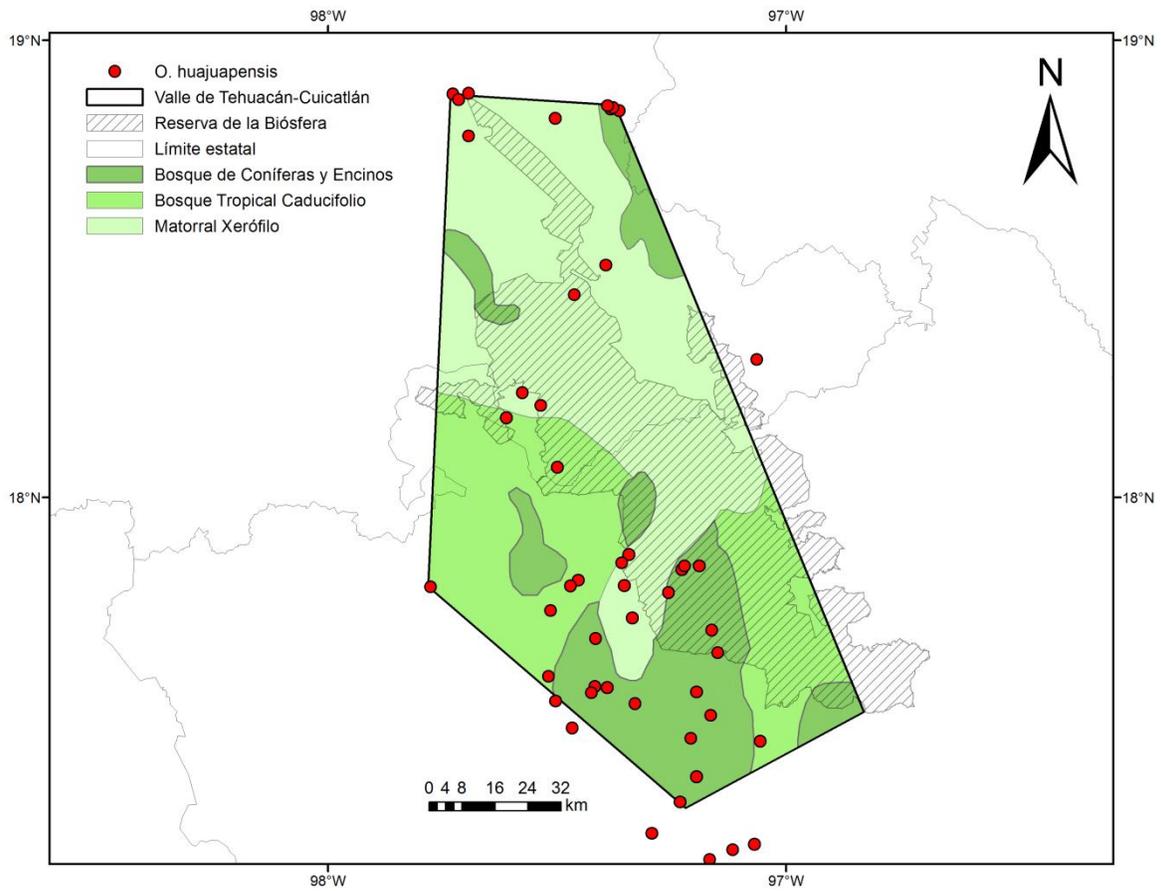


Figura 15. Distribución geográfica de *O. huajuapensis* dentro del Valle de T-C.

Opuntia hyptiacantha F. A. C. Weber, 1898.

Nombre común: Nopal cascarón, nopal memelo, nopal corriente, nopal de tuna roja.

Descripción de la especie

Planta arbustiva o arborescente de 2.0-4.0 (-7.0) m de altura, puede llegar a tener una copa muy amplia de hasta 6 m de cobertura. **Tronco** bien definido, corteza de color gris oscuro, por lo general ramifica a 1.0 m de alto, con diámetro del tronco que llega a ser hasta ca. de 80 cm. **Cladodios** obovados, generalmente con el ápice redondeado, de 19-40 cm de largo y 12-26 cm de ancho, verdes oscuros, podarios no prominentes; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 10-12 series, distantes entre sí 1.5-2.7 cm, elípticas de 3.0 mm de largo, con lana grisácea, pasando a negruzca con el tiempo, pelos 1-2, rígidos y caducos, color gris oscuro a negruzco; glóquidas de 2.0-4.0 mm de largo, amarillo rojizas; espinas 3-6, rectas, espina inferior reflexas o algo adpresas, 0.5-1.5 cm de largo, blancas, grisáceas y negras con la edad. **Flores** de 5.0-7.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, de 2.0-3.0 cm de largo, verde oscuro y glabro, aréolas dispuestas en 6-7 series, con cerdas rojizas, glóquidas amarillo-rojizas, ocasionalmente con 1 espina de hasta 1.0 cm de largo, blanco amarillenta; segmentos exteriores del perianto obovados a deltoides, ápice acuminado, anaranjados o rojizos en ocasiones con banda media más oscura; segmentos interiores obovados, ápice acuminado a retuso, anaranjados o rojizos; estambres alcanzan la mitad del largo de los segmentos interiores del perianto, filamentos amarillo pálido con base rosada, anteras amarillo pálido; estilo de 1.8-2.8 cm de largo, rosa o rojo brillante, lóbulos del estigma 8, verde amarillento; granos de polen hexagonales, reticulados con muros anchos, perforaciones pequeñas. **Frutos** obovoides a subglobosos, 3.0-5.0 cm de largo y 2.6-3.5 de ancho, rojos, glabros, con 7-8 series de aréolas, con fieltro castaño ocasionalmente con cerdas amarillentas, glóquidas abundantes y pequeñas de color amarillo-rojizas, paredes delgas, pulpa roja y dulce; semillas poligonales de 0.4 mm de largo, color café oscuro, arilo lateral irregular, región hilo-micropilar profunda (Figura 16 y 17).

Sinónimos considerados porotrosautores: *Opuntia chavena* Griffiths, 1908. *Opuntia nigrita* Griffiths, 1910. *Opuntia cretochaeta* Griffiths, 1916. *Opuntia matudae* Scheinvar, 1981.

Fenología: Floración de febrero a julio.

Distribución geográfica en México: Ampliamente distribuida de forma silvestre y cultivada. Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Oaxaca, Puebla Querétaro San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 16 municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 18), también se encuentra cultivada.



Figura 16. *O. hyptiacantha*. **a.** Hábito arborescente (Ordóñez 45, camino entre Tamazulapan y Teotongo, Villa de Tamazulapan del progreso, Oax). **b.** Cladodio obovado (Ordóñez 22, camino de terracería a Santa María Ixcatlán, Santa María Ixcatlán, Oax). **c.** Flor vista lateral (Ordóñez 37, carretera federal 150 a

Tehuacán, saliendo de Tecamachalco, Tecamachalco, Pue). **d.** Flor vista superior. (*Ordóñez 37*). **e.** Flor corte longitudinal (*Ordóñez 37*). **f.** Frutos maduros (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM).
Fotos: a, c, d y e, C. Martínez; b, G. Olalde; f, D. Ordóñez.

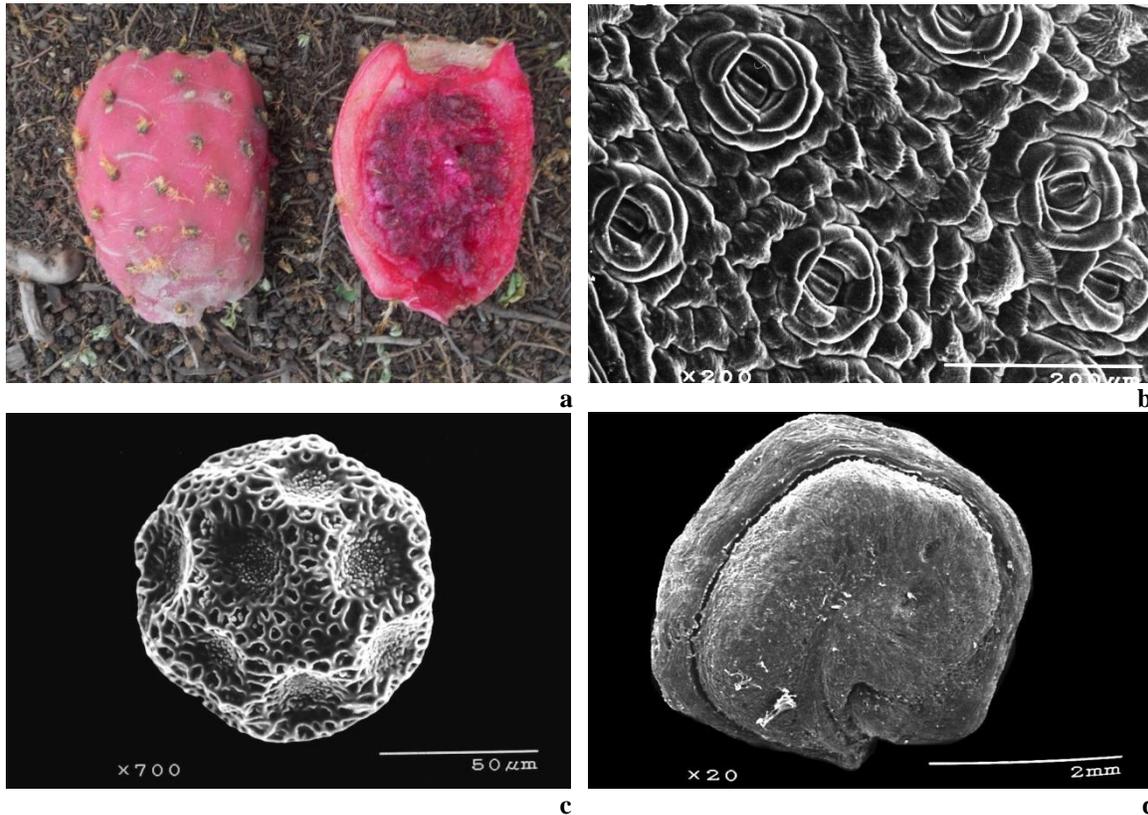


Figura 17. *O. hyptiacantha*. **a.** Fruto corte longitudinal (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM). **b.** Epidermis glabra con células epidérmicas convexas isodiamétricas, ligeramente onduladas y estomas tetracíticos (*Ordóñez 22*). **c.** Grano de polen (*Ordóñez 41*, carretera federal 125, entre San Juan Nochixtlán y Santiago Chazumba, Santiago Chazumba, Oax). **d.** Semilla (*Scheinvar 7568*, Caltepec, Pue).
Fotos: a, D. Ordóñez; b, c y d, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** *A. Salinas 6941* (MEXU); *D. Ordóñez 22* (MEXU); *S. Arias 872, 968* (MEXU); *S. Gama 43* (MEXU). **Puebla:** *D. Ordóñez 37* (MEXU); *E Guízar 4939, 5796, 6036* (CHAP), *F. González 1030* (MEXU); *P Tenorio 4078* (MEXU); *S. Gama 76* (MEXU); *U. Guzmán 969, 974* (MEXU).

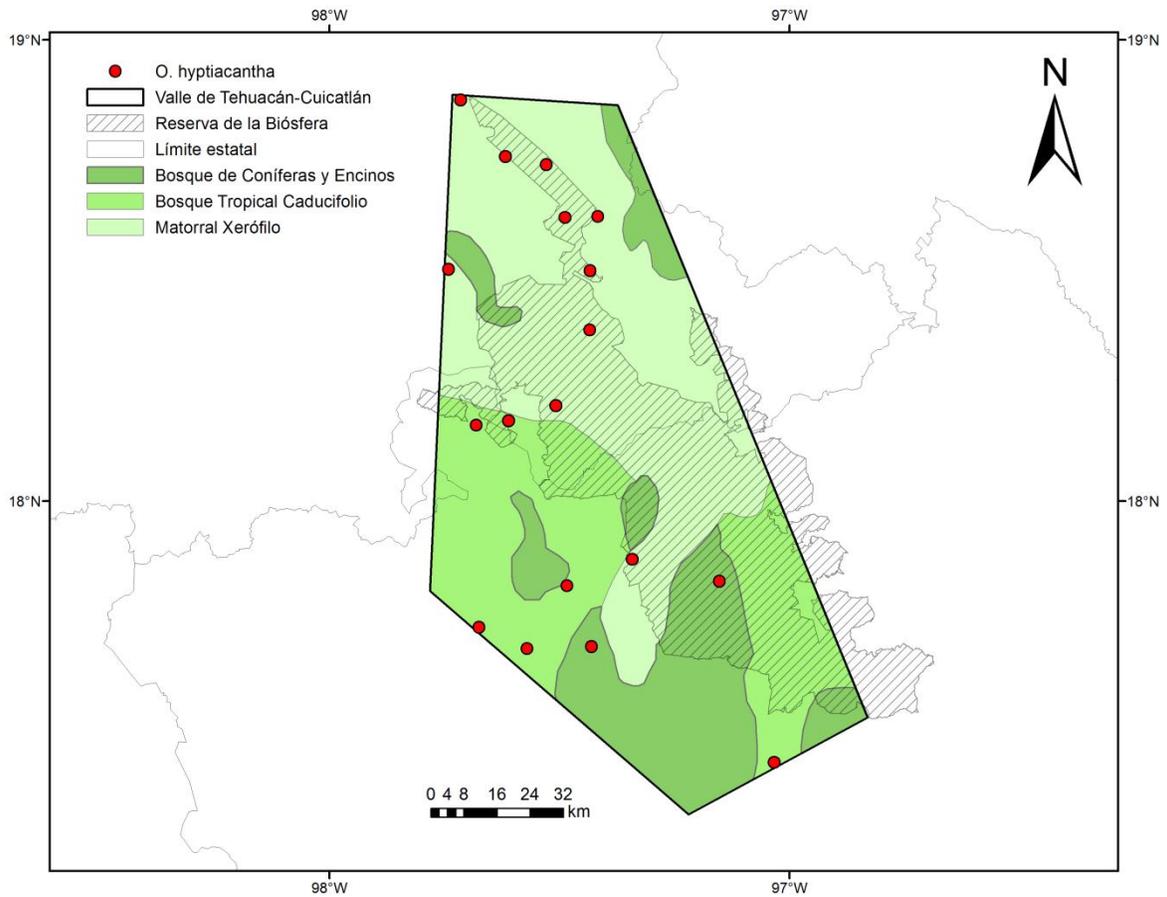


Figura 18. Distribución geográfica de *O. hyptiakantha* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Esta especie es cultivada por el consumo de sus frutos. Hay híbridos y es de amplia distribución (Bravo-Hollis, 1978).

***Opuntia lasiacantha* Pfeiff, 1837.**

Nombre común: Nopal de cerro

Descripción de la especie

Planta arbustiva o arborescente de 0.5-4.0 m de altura. **Tronco** a veces definido, pero comúnmente ramifica desde la base, **Cladodios** ascendentes, obovados a elípticos, de 18.0-30.0 cm de largo y 11.5-18.5 cm, verdes claros o verde oscuros, podarios a veces algo elevados; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 7-8 series, distantes entre sí 2.0-4.0 cm, obovadas de 2.0-4.0 mm de largo, con fieltro negruzco; glóquidas de 2.0-4.0 mm de largo, amarillo claras; espinas 1-3(-5) aciculares y a veces ligeramente subuladas y retorcidas, ascendentes rectas a reflexas, 1.0-4.5 cm de largo, blancas con el ápice amarillo. **Flores** de 6.0-7.0 cm de largo; pericarpelo obcónico de 2.5-3.3 cm de largo, 2.0-2.5 cm de ancho, verde claro, podarios evidentes, epidermis glabra, aréolas dispuestas en 5 series, con escama basal crasa verde rojiza, glóquidas amarillas y espinas de 0.5-1.0 cm de largo, blancas; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, amarillo, anaranjado-rojizos con una banda media purpúrea; segmentos interiores del perianto obovados, ápice acuminado a retuso, amarillo claro o anaranjados; estambres alcanzan un tercio de los segmentos del perianto, filamentos rosa claro base verdosa o verde amarillentos, anteras blanco amarillentas; estilo 1.8-2.8 cm de largo, blanco, amarillo, anaranjado o rojizo, lóbulos del estigma 6-8, verde amarillentos o rosa amarillentos con estría rosada en la parte media; granos de polen poligonales, reticulados con muros delgados, perforaciones grandes. **Frutos** obcónicos, a obovoides de 3.6-5.0 cm de largo y 2.0-2.2 (-3.5) cm de ancho, verde amarillento o rojos, epidermis glabra, con 4 series aréolas, con fieltro marrón, glóquidas blanco amarillentas, espinas 0-3 de 1.0-1.5 cm de largo, color blanco, pulpa roja y dulce; semillas poligonales de 4.0-5.0 mm de largo, ca. 3.0 mm de ancho, amarillas, arilo lateral irregular, región hilo-micropilar profunda (Figura 19 y 20).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia rzedowski* Scheinvar, 1984.

Fenología: Floración febrero a junio.

Distribución geográfica en México: Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 22 municipios (Cuadro1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos y bosque tropical caducifolio (Figura 21).



Figura 19. *O. lasiacantha*. **a.** Hábito arbustivo (Ordóñez 23, camino de terracería en Santa María Ixcatlán, Oax). **b.** Cladodio obovado (Ordóñez 23). **c.** Flor vista lateral (Ordóñez 23). **d.** Flor vista superior (Ordóñez 23). **e.** Flor corte longitudinal (Ordóñez 23). **f.** Frutos maduros (Ordóñez 23).
Fotos: a y b, G. Olalde; c, d, e y f, D. Ordóñez.

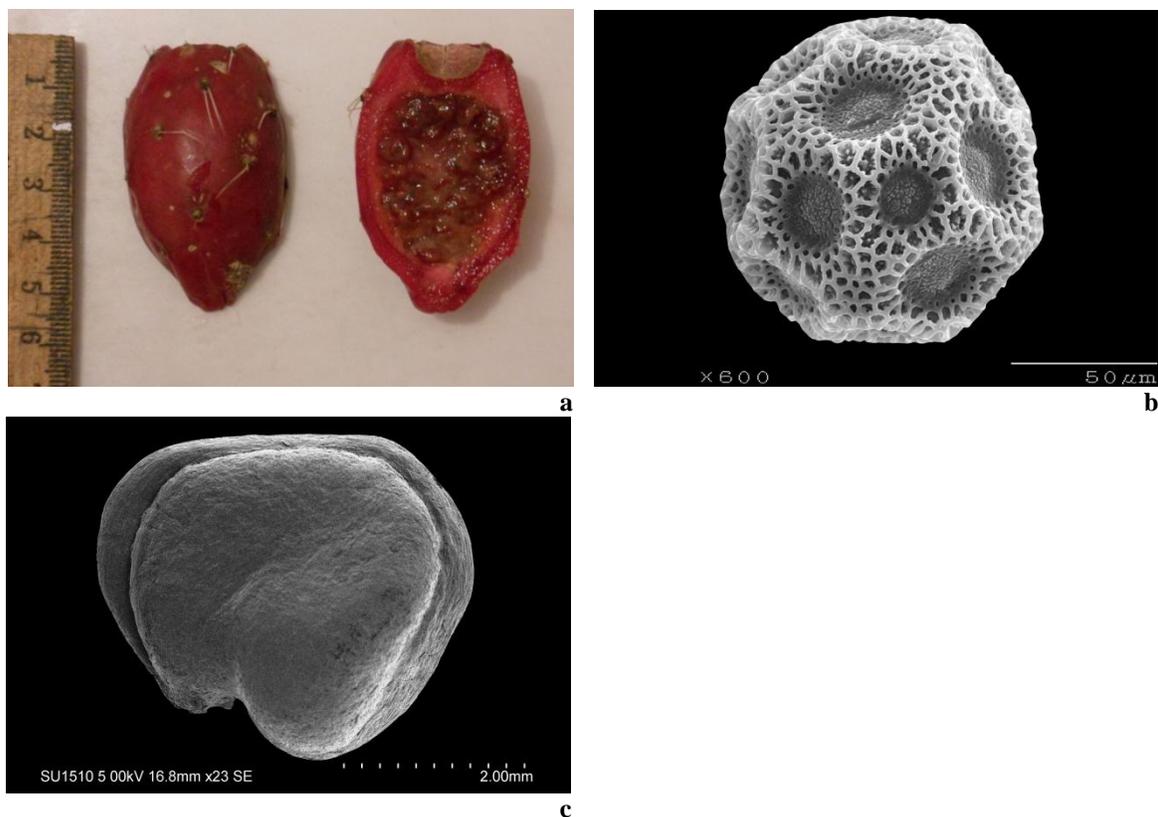


Figura 20. *O. lasiacantha*. **a.** Corte longitudinal de fruto (Ordóñez 23). **b.** Grano de polen (Ordóñez 23). **c.** Semilla (Ordóñez 23).

Fotos: a, D. Ordóñez; b y c, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** A. García 3361A, 8762 (MEXU); A. Miranda 1154 (CHAP); D. Aquino 19, 22, 31, 36, 65, 93, 110, 128, 140, 147, 159, 177, 180, 190, 192, 212, 219 (MEXU); D. Ordóñez 23 (MEXU); E. Torres 104 (MEXU), 161 (INEGI); S. Arias 850, 887 (MEXU); S. Gama 96 (MEXU); U. Guzmán 821, 831, 898 (MEXU). **Puebla:** P. Tenorio 12481 (MEXU); S. Arias 1070 (MEXU).

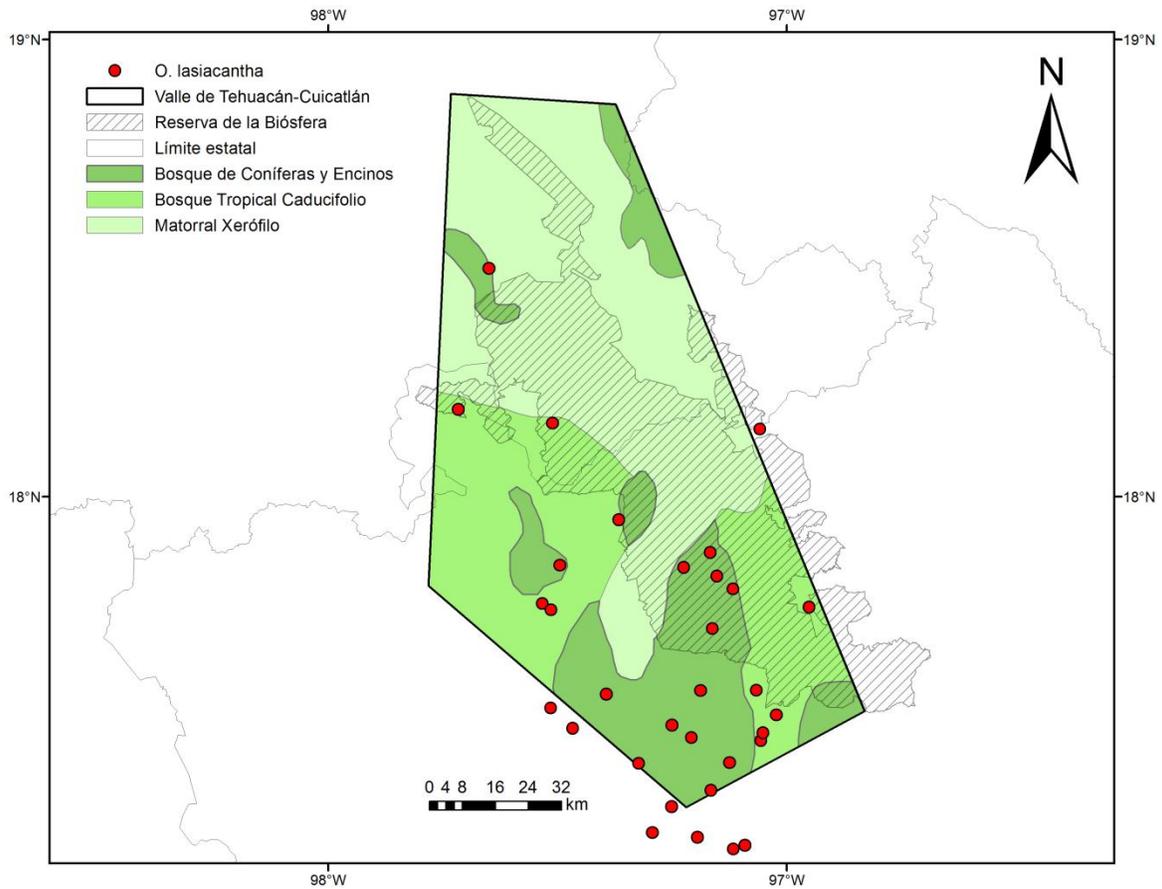


Figura 21. Distribución geográfica de *O. lasiakantha* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Esta especie es muy variable en la forma y tamaño de los cladodios, color de las flores y tamaño de los frutos, esto puede deberse a que según Bravo (1978) existen diversas formas cultivadas y muchos posibles híbridos.

Opuntia olmeca Pérez, Reyes & Brachet, 2005.

Nombre común: Xoconostle.

Descripción de la especie

Planta arbustiva, cespitosa, erecta o rastrera de 1.0 m de altura. *Tronco* ausente. *Cladodios* extendidos, ligeramente ascendentes, orbiculares a obovados, los terminales de 13.0-14.0 cm de largo y 13.0-15.0 cm de ancho; los medianos de 17.0-20.0 cm de largo y 15.0-18.0 cm de ancho, verde oscuro con manchas purpúreas en la base de las aréolas, podarios prominentes; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 7 series distantes entre sí 3.5-4.5 cm, elípticas de 5.0-6.0 mm de largo y 3.0-4.0 mm de ancho, con espinas setosas; glóquidas poco numerosas, 5.0 mm de largo, amarillas a pardas; espinas 4-5, rectas a curvas, lisas, coriáceas, ligeramente torcidas sobre su eje, de 5.0-7.0 cm de largo, amarillo pálido a grisáceas, blanco-grisáceas. *Flores* 5.7-6.5 cm de largo, campanuladas; pericarpelo obovoide, de 3.2-4.2 largo y 5.6-5.9 cm de ancho, amarillo verdoso, con más de 10 espinas setosas; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice maculado, margen entero hialino verdes, banda media verdosa; segmentos interiores oblongos a obovados, ápice romo a ligeramente denticulado o crenado, amarillos; estambres alcanzan la mitad del los segmentos interiores, filamento amarillo verdoso, anteras amarillas; estilo 1.9-2.0 cm de largo, blanquecino; lóbulos del estigma 8-9, verde amarillento; granos de polen poligonales, reticulados muros anchos discontinuos, perforaciones grandes. *Frutos* globosos 4.9-5.0 cm de largo y 3.9-4.1 cm de ancho, verde amarillentos, ápice plano a ligeramente hundido, glabros, persistentes hasta por un año, pulpa verde amarillenta, ácida, semillas lenticular, 4.0 mm de diámetro con caras abultadas, pardas, arilo lateral muy ancho e irregular, región hilo-micropilar poco profunda (Figura 22 y 23).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia tehuacana* S. Arias y U. Guzmán, 1997.

Fenología: Floración de abril a mayo.

Distribución geográfica en México: Oaxaca

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró solamente en un municipio (Cuadro 1). Representada solo en el bosque tropical caducifolio (Figura 24).



Figura 22. *O. olmeca*. **a.** Hábito arbustivo, cespitoso. **b.** Cladodio en floración. **c.** Flor vista interior. **d.** Corte longitudinal de la flor detalle de cámara nectarial, ovario, estilo y filamentos. **e.** Fruto maduro. **f.** Corte longitudinal de fruto, paredes anchas, funículos semisecos y semillas.
Fotos: Joel Pérez, Reproducción de Pérez *et al.* (2005).

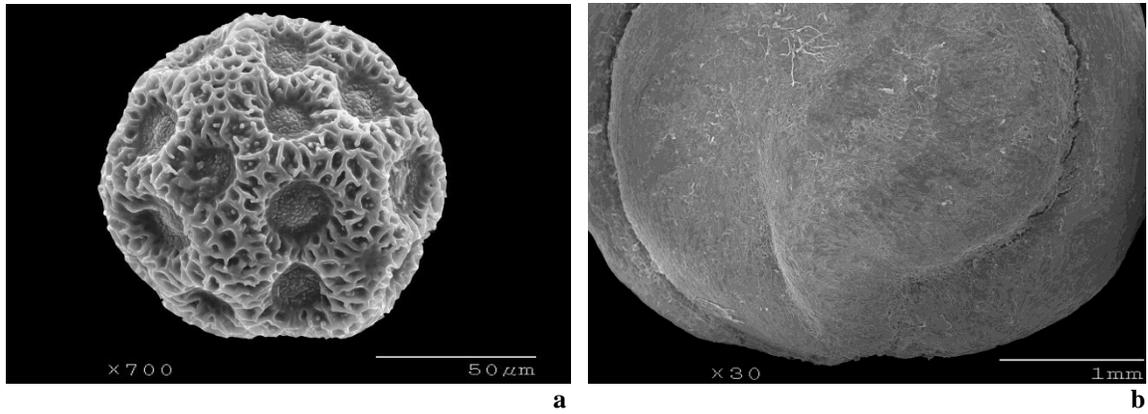


Figura 23. *O. olmeca*. **a.** Grano de polen con muros glabros, interrumpidos (planta cultivada en el Jardín Botánico del IB-UNAM). **b.** Detalle de semilla, circular, arilo lateral muy ancho (planta cultivada en el Jardín Botánico del IB-UNAM).

Fotos: B, Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: J. Pérez 594 (MEXU).

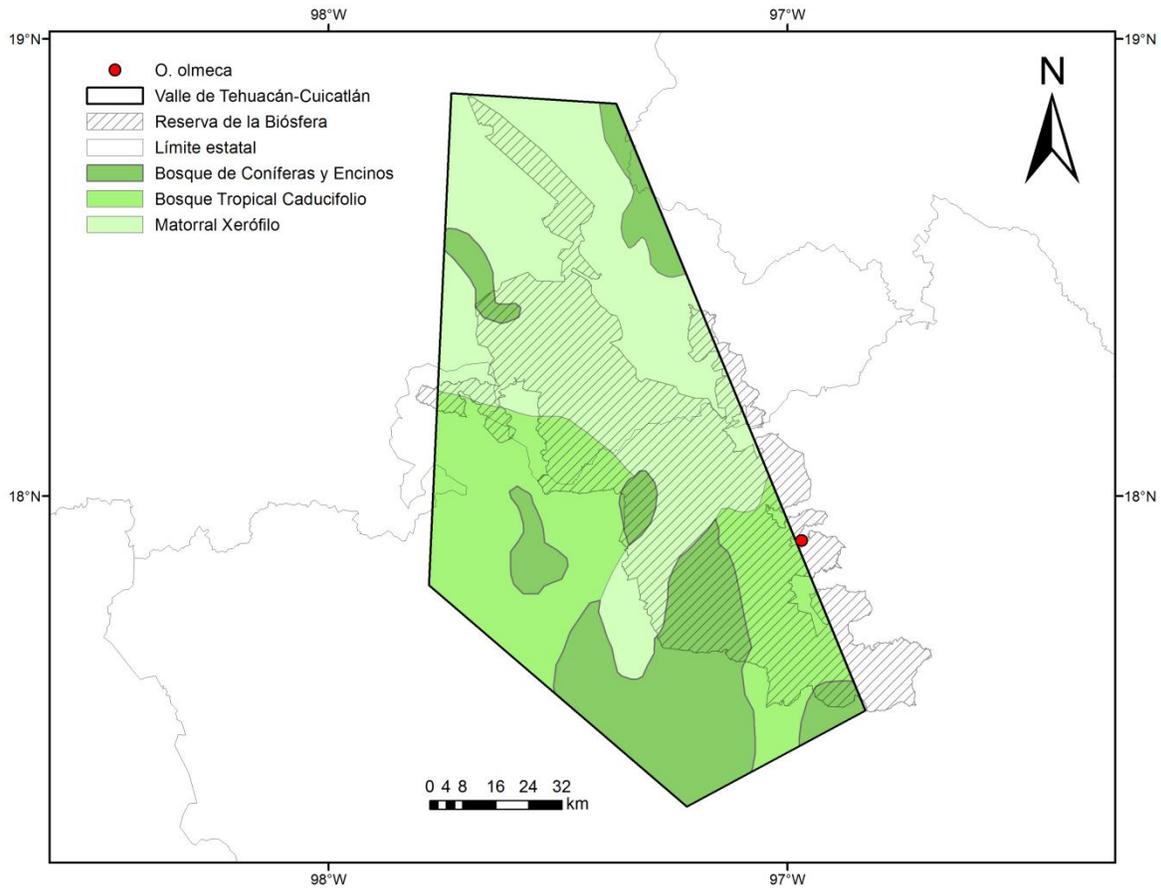


Figura 24. Distribución geográfica de *O. olmeca* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Los nombres *Opuntia olmeca* y *O. tehuacana* (ver página 75) son considerados sinónimos por Arias *et al.*, 2012, en esta trabajo siguiendo el criterio de Scheinvar *et al.*, en prensa, se considera que representan especies separadas, basándose en las siguientes características: tamaño de los cladodios, número de espinas, tamaño y color de las flores y presencia de espinas setosas en el pericarpelo. Los cladodios de *O. olmeca* miden 13-14 cm de largo y 13-15 de ancho, tiene 4-5 espinas, flores de 5.7-6.5 cm de largo, amarillo-verdosas y espinas setosas en el pericarpelo; mientras que los cladodios de *O. tehuacana* miden 17-29 cm de largo y 10.5-26 cm de ancho, tienen 1-3 espinas, flores de 3.0-4.2 cm de largo, anaranjadas a rojas y no presenta espinas setosas en el pericarpelo. Aunque en este trabajo se decidió tomarlas como especies aparte, hace falta analizar más a detalle este complejo, principalmente porque los registros sobre *O. olmeca* en las colecciones son escasos. Es necesario recabar material que permita generar información de esta especie, considerada de distribución restringida en el Valle T-C, y así poder realizar análisis que permitan comparar las variaciones intra e interespecíficamente.

Opuntia parviclada S. Arias y S. Gama, 1997.

Descripción de la especie

Planta arbustiva de 20.0-50.0 m de altura. **Tronco** generalmente ausente, con tallos ascendentes a ligeramente extendidos. **Cladodios** ligeramente obovados a oblongos, aplanados en sección transversal, los terminales 5.0-10.0 cm de largo, 2.0-3.0 cm de ancho, los medianos o subterminales de 9.0-12.0 (-17.0) cm de largo, 3.5-4.0 cm de ancho, verde oscuro en ocasiones con manchas purpúreas alrededor de las aréolas, podarios evidentes sólo en cladodios jóvenes; epidermis densa o escasamente pubescentes; aréolas en 8 series, distantes entre sí 0.6-1.3 cm, circulares a elípticas de 1.0-1.5 mm de largo, fieltro marrón; glóquidas, 1.0-1.5 mm de largo, amarillo oscuras; espinas 1-3, aciculares, rectas 0.6-3.0 (-3.8) cm de largo, blancas o ligeramente amarillentas, oscurecen con la edad. **Flores** de 2.5-3.4 (-5.0) cm de largo; pericarpelo obcónico a obovoide 1.5-1.8 cm de largo, 1.3-1.5 cm de ancho, verde claro, pubescente, podarios evidentes y pequeños, aréolas dispuestas en 6 series, con fieltro marrón, cerdas amarillas de hasta 1.0 cm de largo, glóquidas amarillas, ocasionalmente con una espina flexible de 0.7 mm de largo; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, margen ligeramente eroso, amarillos, ápice acuminado, margen ligeramente eroso, con banda media verde o roja; segmentos interiores obovados, ápice ligeramente retuso, margen eroso, amarillos, a veces con banda media roja; estambres alcanzan la mitad de los segmentos del perianto, filamentos rojo-púrpura o blanco-verdoso, anteras amarillo pálido; estilo 1.3-1.8 cm de largo, verde claro o blanco, lóbulos del estigma 6-8, blanquecinos a verdosos; granos de polen, poligonales, muros muy anchos y perforaciones pequeñas. **Frutos** obovoides a ligeramente obcónicos, 1.8-2.5 cm de largo, 1.2-1.7 cm de ancho, rojo claros, pubescentes, podarios evidentes, con 4-5 series de aréolas, fieltro marrón, pulpa roja; semillas 5-15, 3.0-4.0 mm de largo, 1.7-2.3 mm de ancho (Figura 25 y 26).

Fenología: Floración de mayo a julio.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Oaxaca y Puebla.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de cinco municipios (Cuadro 1), representada en bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 27).



Figura 25. *O. parvioclada*. **a** y **b**. Hábito arbustivo (*Scheinvar* 7546, Santa María Tecomavaca, Oax). **c**. Cladodios obovados pequeños. **d**. Flor amarilla vista lateral. **e**. Flor vista superior. **f**. Flor corte longitudinal (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM).
Fotos: a y b, G. Olalde; c, d, e, y f, D. Ordóñez.

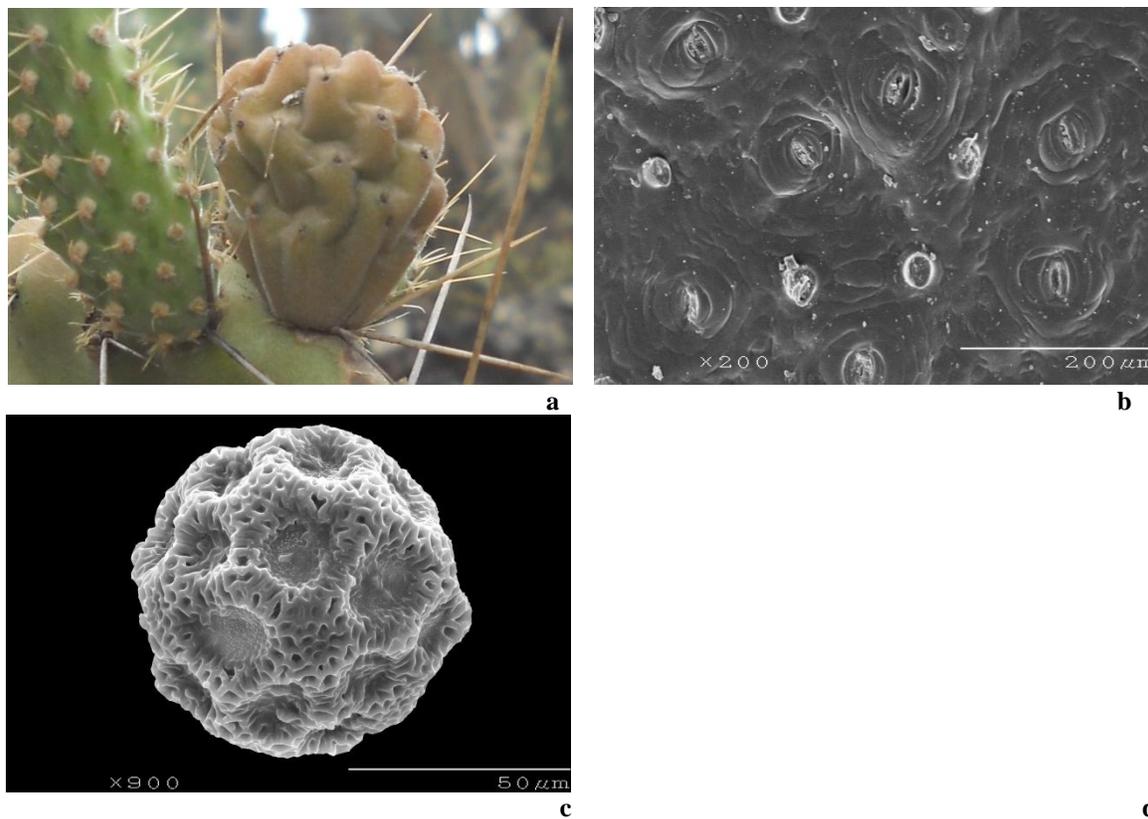


Figura 26. *O. parviflora*. a. Fruto. b. Epidermis puberulenta (tricomas dañados). c. Grano de polen (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM).

Fotos: a D. Ordóñez; b y c B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *D. Aquino* 98, 111 (MEXU); *S. Gama* 68 (MEXU); *U. Guzmán* 886 (MEXU). Puebla: *S. Arias* 921 (MEXU); *U. Guzmán* 862, 1085 (MEXU).

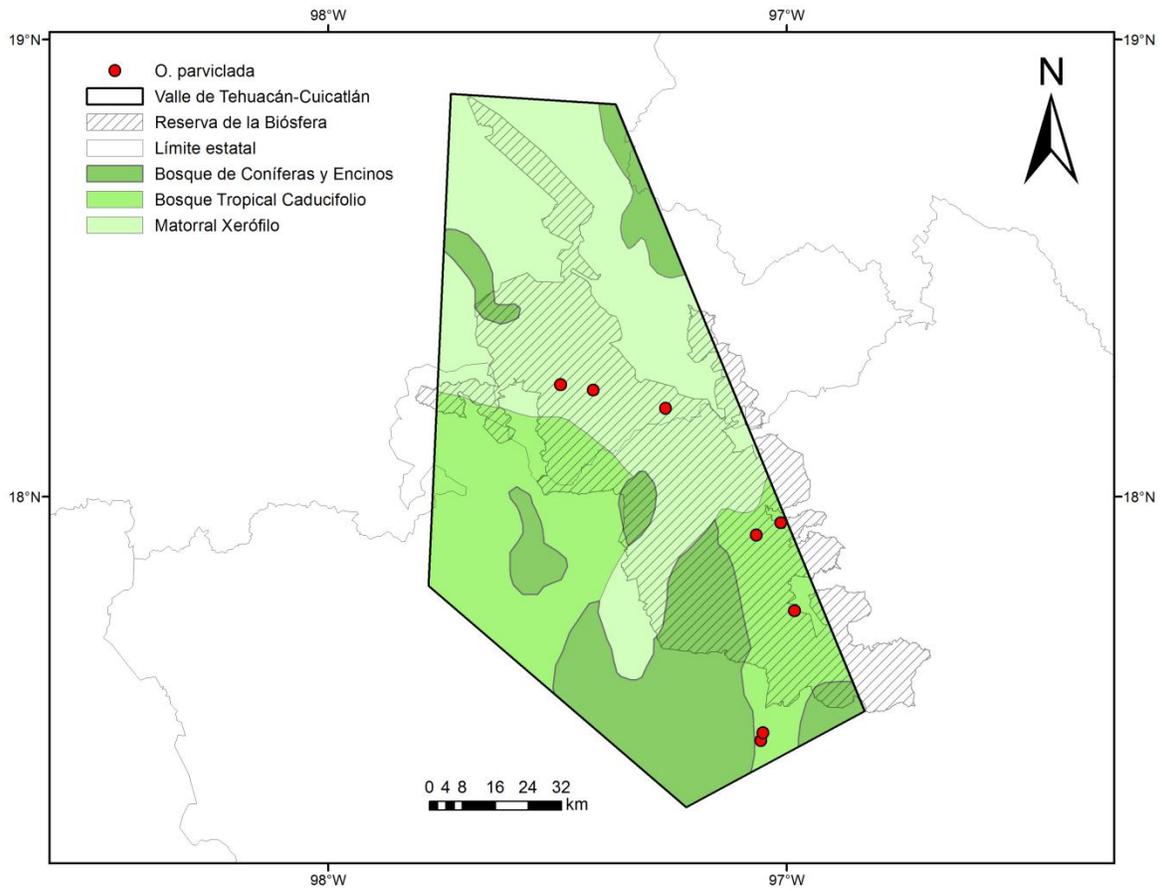


Figura 27. Distribución geográfica de *O. parviclada* dentro del Valle de T-C.

***Opuntia pilifera* F.A.C. Weber, 1898.**

Nombre común: Nopal crinado, nopal de crines, nopal de cocoche, cocoche loco, piaviachi.

Descripción de la especie

Planta arborescente de 1.5-5.0 m de altura. **Tronco** definido, grueso y leñoso, color café, que se hace más oscuro con la edad, se ramifica cerca de la base. **Cladodios** obovados a suborbiculares de 12.0-30.0 cm de largo y 15.0-20.0 cm de ancho, verde glauco o verde pálido, podarios no prominentes; epidermis glabra; aréolas numerosas en 9-10 series, distantes entre sí ca. 2.0 cm, casi circulares, de 2.4-4.0 mm de largo, provistas de pelos sedosos de 1.0-3.0 cm de largo, pueden ser abundantes o escasos, color blanco o negro, cladodios jóvenes con abundantes pelos; glóquidas surgen en la parte superior de la aréola, amarillas; espinas 2-6 (-9), aciculares, rectas, reflexas, de 1.0-2.0 cm de largo, blancas con la punta amarillo claro y oscuras con la edad. **Flores** de 4.2-6.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, de 2.0-3.0 cm de largo y 1.5-2.0 cm de ancho, color verde claro y glabro, aréolas dispuestas en 4-5 series, escamas basales muy cortas verdes, con fieltro marrón, con presencia de pelos que generalmente son abundantes y largos, color blanco grisáceo o amarillo pajizo, glóquidas de 2.0-5.0 mm de largo, amarillas, a veces con 1-2 espinas de ca. 1.0 cm de largo, blancas; segmentos exteriores del perianto deltoides a obovados, ápice acuminado, rosa-purpureo, con banda mediana más oscura; segmentos interiores obovados, ápice retuso y a veces acuminado, margen ligeramente eroso, rosa brillante con banda mediana más obscura; estambres alcanzan la mitad de los segmentos del perianto, filamentos amarillos claros, anteras amarillas; estilo 1.8-2.0 cm de largo, rosa claro, lóbulos del estigma 6-7, amarillos o verde claro; granos de polen poligonal, reticulados con muros anchos y perforaciones pequeñas. **Frutos** globosos, de 3.0-5.0 cm de largo, rojos, cicatriz floral circular poco profunda, glabros, con 4-5 series de aréolas, circulares y chicas, con fieltro blanco, frecuentemente con largos pelos blancos, glóquidas amarillas, algunas veces con espinas blancas de 1.0 cm de largo, paredes delgadas, pulpa roja y dulce; semillas lenticulares de 4.7 mm de diámetro, color café, arilo lateral delgado e irregular, región hilo-micropilar profunda (Figura 28 y 29).

Fenología: Floración de marzo a julio.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 23 municipios (Cuadro1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 30).



Figura 28. *O. pilifera*. **a.** Hábito arborescente (Ordóñez 63, cerca de San Martín Toxpalan, Oax). **b.** Planta en época de floración (Ordóñez 36, carretera federal 150 a Tehuacán, saliendo de Tecamachalco, Tecamachalco, Pue). **c.** Cladodio con pocos pelos en las aréolas (Ordóñez 17, entrada al camino de terracería a Santa María Ixcatlán, San Juan Bautista Cuicatlán, Oax). **d.** Cladodio con pelos abundantes en aréolas (Ordóñez 36). **e.** Detalle de pelos en aréolas (Ordóñez 04, carretera de cuota número 135, rumbo a San José Miahuatlán, San José Miahuatlán, Pue). **f.** Cladodio juvenil con abundantes pelos (Ordóñez 36).
Fotos: a, D. Sule; b, d y f, C. Martínez; c y e, G. Olalde.



Figura 29. *O. pilifera*. **a.** Flor vista lateral (Ordóñez 36). **b.** Flor vista superior (Ordóñez 36). **c.** Corte longitudinal de una flor (Ordóñez 36). **d.** Fruto con largos pelos (Pineda 65, carretera federal, tramo Miahutlán-Sitio de Xitlapehua, Miahutlán de Porfirio Díaz, Oax). **e.** Grano de polen (Ordóñez 36). **f.** Semilla (Scheinvar 7554, San Martín Toxpalan, Oax).

Fotos: a, b y c, C. Martínez; d, D. Ordóñez; e y f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** C. Cruz 530, 795 (MEXU); D. Aquino 51, 60, 119, 143 (MEXU); D. Ordóñez 02, 20 (MEXU); E. Martínez 33303 (MEXU); E. Torres 117 (MEXU), 152 (INEGI); H. Bravo s. n. (MEXU); L. Scheinvar 5100A, 5301, 7532, 7534, 7539, 7541, 7551, 7554, **Puebla:** A. Gibson 3123 (ENCB); A. Salinas s. n. (MEXU); E. Guízar 3954 (CHAP), 4926 (MEXU); H. Bravo s. n. (MEXU); H. Cota 7804 (MEXU); J. Calzada 5392 (XAL); J. N. Rose 9866, 10177 (MEXU); L. Scheinvar 2435, 2447, 2450, 3377, 5728 (MEXU), 2456 (ENCB); N. Millan 1 (FCME); P. Tenorio 11209,

18587, 19986 (MEXU); *S. Arias* 828, 840, 1054 (MEXU); *U. Guzmán* 863 (MEXU).

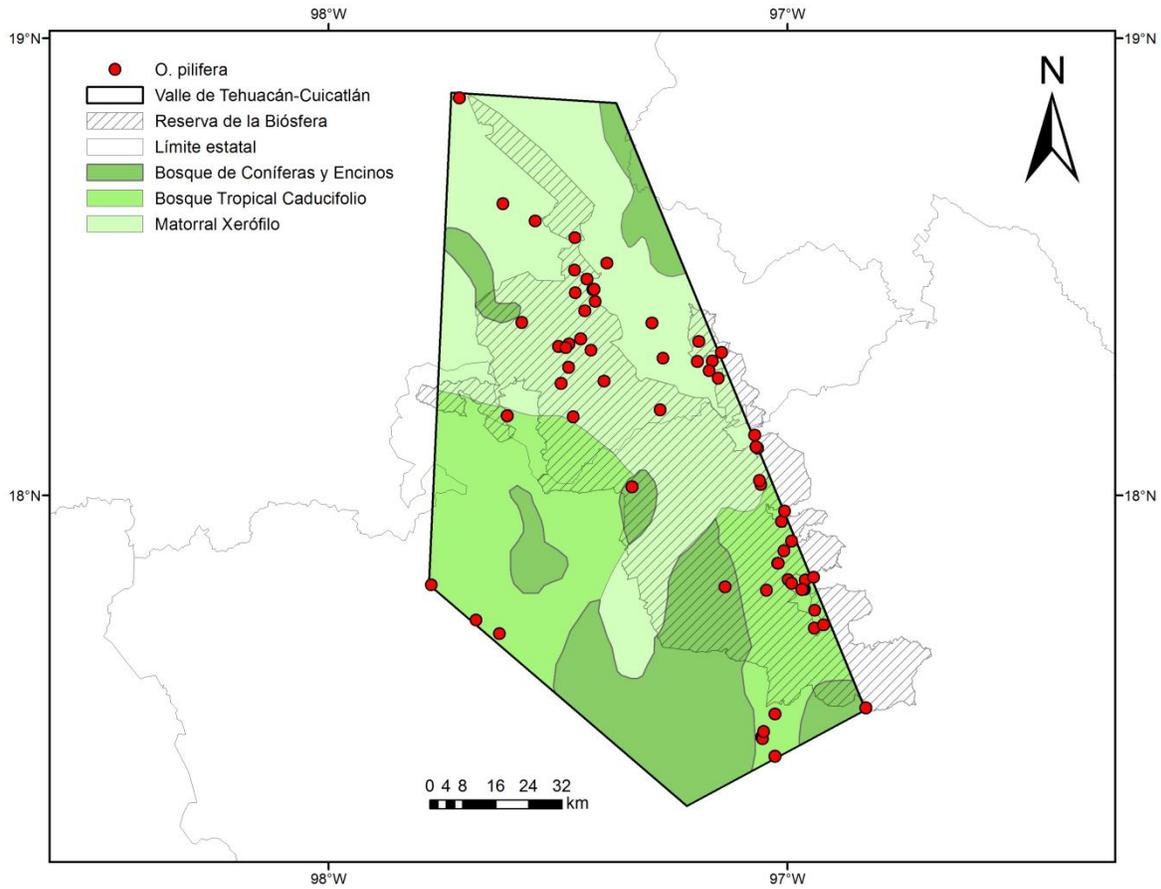


Figura 30. Distribución geográfica de *O. pilifera* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

O. pilifera es una especie muy variable dependiendo de la localidad, se observó diferencias marcadas en la forma de los cladodios y también la abundancia, tamaño y color de los pelos es muy variable, pero siempre están presentes.

***Opuntia puberula* Pfeiff., 1837.**

Nombre común: Nopal tortuga, nopal montés, chachalaco y nopal de culebra.

Descripción de la Especie

Planta arbustiva o rastrera de 0.4-0.8 m de altura. **Tronco** a veces definido. **Cladodios** oblongos o largamente ovales de 7.5-18.5 (-20) cm de largo y 5.0-7.5 cm de ancho, verde oscuros, a veces brillantes, con manchas purpúreas debajo de las aréolas, en algunas plantas los podarios están ligeramente elevados; epidermis puberulenta; aréolas prominentes, dispuestas en 7-9 series, distantes entre sí 1.5-2.5 cm, subcirculares a obovadas de 2.0-4.0 (-6.0) mm de largo, fieltro grisáceo o amarillo, cladodios jóvenes con larga lana blanca; glóquidas abundantes, de 1.0-3.0 mm de largo, amarillo oscuras, deciduas; espinas generalmente ausentes, cuando presentes 1-2 subuladas, ascendentes, 0.9-4.5 (-7.0) cm de largo, blanco amarillentas. **Flores** de ca. 7.0 cm de largo; pericarpelo obovado a obcónico, de ca. 3.5 cm de largo y 2.0 cm de ancho, verde, pubescente, aréolas dispuestas en 4 series, fieltro marrón, glóquidas amarillas; segmentos exteriores del perianto obovados a deltoides, ápice acuminado, amarillos con una banda media rojiza; segmentos interiores del perianto obovados, ápice acuminado o apiculado; estambres con filamentos verde amarillentos a ligeramente rosado purpúreos; estilo blanco en la base y rosado en la parte superior, lóbulos del estigma verde claro a rosados. **Frutos** piriformes, no tuberculados, de 2.5-3.5 cm largo y 2.0-2.8 cm de ancho, rojo purpúreos brillantes, pubescentes, con 4-5 series de aréolas, glóquidas abundantes, amarillas, paredes delgadas, pulpa roja purpurea y dulce (Figura 31).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia decumbens* Salm-Dyck, 1837.

Fenología: Floración de marzo a mayo.

Distribución geográfica en México: Chiapas, Chihuahua, Colima, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de cinco municipios (Cuadro 1), representada en bosque tropical caducifolio (Figura 32).



Figura 31. *O. puberula*. **a.** Hábito rastrero (*Ordóñez 10*, San Juan Bautista Cuicatlán, Oax) **b.** Cladodios largamente ovals (*Ordóñez 64*, cerca de San Martín Toxpalan, Oax). **c.** Cladodio juvenil con lana blanca en las aréolas (*Pineda 40*, carretera federal 200, entre San José El Grande- Lagunillas, Santiago Pinotepa Nacional, Oax), **d.** Vista lateral de una flor (*Scheinvar 2207*, Zihuatanejo, Gro). **e.** Fruto piriforme (*Pineda 40*). **f.** Fruto corte longitudinal (*Pineda 40*).

Fotos: a y b, G. Olalde; c, e y f, D. Ordóñez.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *A. Miranda 1096* (CHAP); *L. Scheinvar 7547* (MEXU).

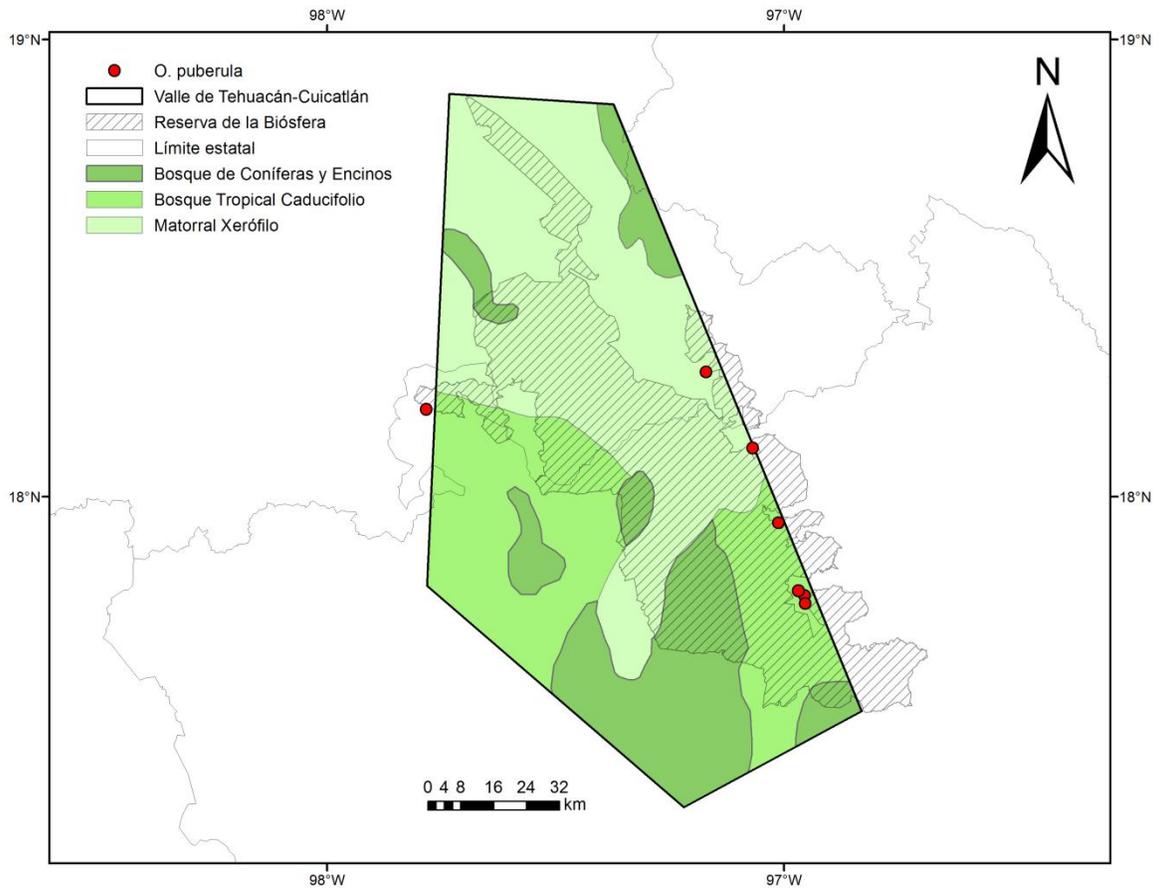


Figura 32. Distribución geográfica de *O. puberula* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Especie es comúnmente identificada como *O. decumbens* (ver página 31).

***Opuntia pubescens* J. C. Wendl., 1837.**

Nombre común: Abrojo, perritos, abrojo, tetencholete, chile de perro,

Descripción de la especie

Planta arbustiva, suberecta, muy ramificada, de 0.4-0.8 m de altura. **Tronco** no definido. **Cladodios** algo aplanados, de los cuales emergen cladodios cilíndricos, 10.0-15.0 cm de largo y 1.0-3.0 cm de ancho, verdes, se desprenden fácilmente, podarios evidentes; epidermis pubescente o a veces glabra; aréolas dispuestas en ca. 6 series, distantes entre sí 0.4-1.0 cm, circulares, provistas de fieltro blanco; glóquidas de 1.0-2.0 mm de largo, amarillentas; espinas 3-7, aciculares y otras subuladas, ascendentes, divergentes, retrobarbadas, 0.5-3.5 cm de largo, amarillas y blanquecinas. **Flores** de 3.0-4.5 cm de largo; pericarpelo angostamente obovoide, 1.5-2.5 cm de largo y cm de 1.0-1.5 ancho, verde claro y pubescente, podarios evidentes, aréolas muy cercanas entre sí, dispuestas en 3-5 series, provistas de fieltro blanco, prominente, glóquidas deciduas, amarillas y espinas escasas, setosas, blancas o rojizas, muy cortas; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, amarillos con una banda mediana rojiza; segmentos interiores del perianto obovados, ápice acuminado, margen denticulado, amarillo brillante con banda media rojiza; estambres alcanzan un tercio de los segmentos del perianto, filamentos amarillos con base verde, anteras amarillo pálido; estilo 1.1-1.9 cm de largo, blanco o amarillo, lóbulos del estigma 5-8, verde claro o amarillo-verdoso; granos de polen poligonales, reticulados con muros anchos y perforaciones muy cerradas. **Frutos** claviformes, 2.0-3.5 cm de largo, rojos, cicatriz floral profunda, pubescentes, con 3-5 series de aréolas muy pequeñas, con fieltro blanco prominente, pulpa roja; semillas lenticulares, de ca. 3.0 mm de diámetro (Figura 33 y 34).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia pumila* Rose, 1908. *Opuntia hoffmannii* Bravo, 1930.

Fenología: Floración de marzo a junio.

Distribución geográfica en México: Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 24 municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de

coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 35).

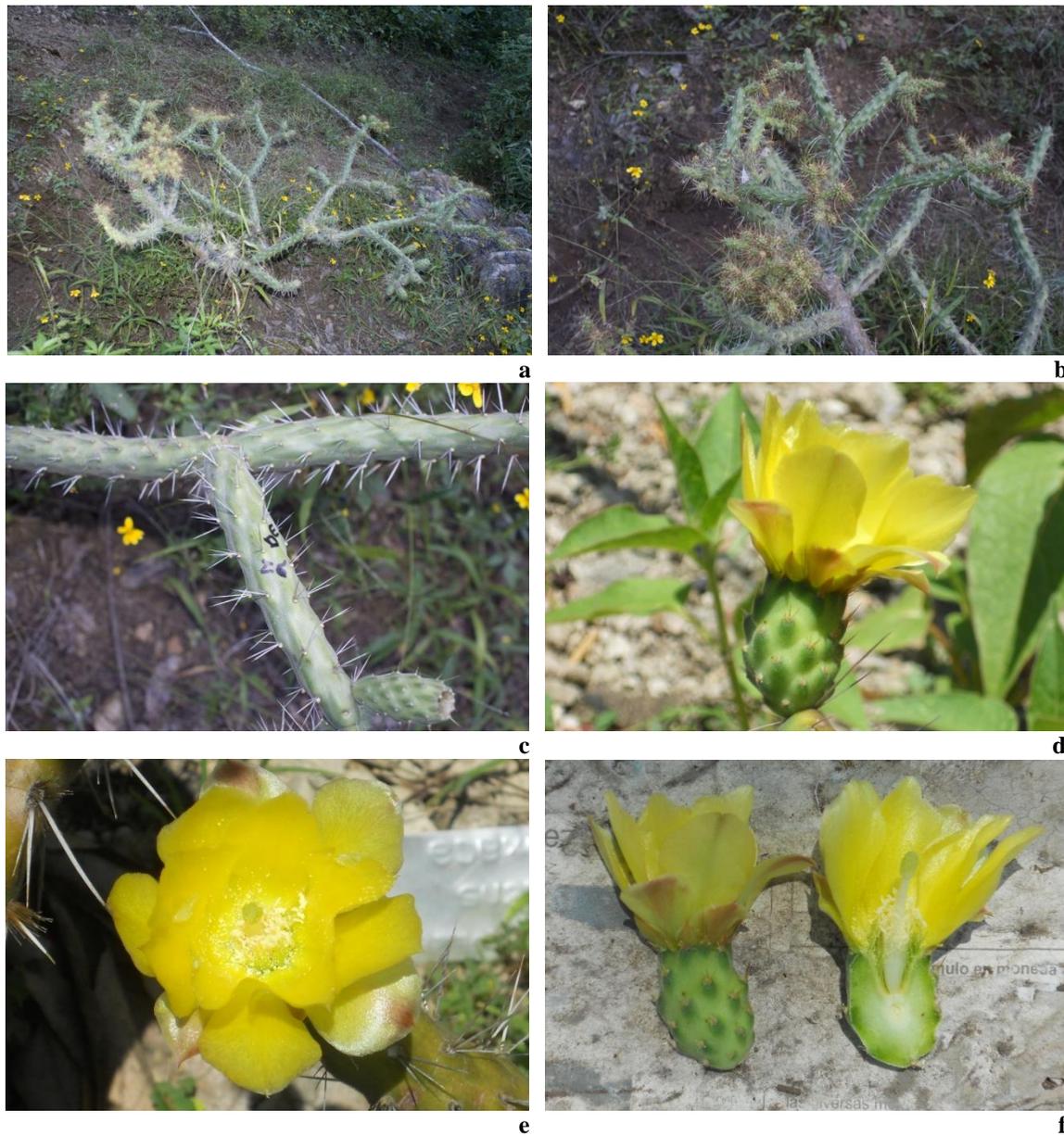


Figura 33. *O. pubescens*. **a.** Hábito arbustivo (Ordóñez 26, camino de terracería Santa María Ixcatlán, Oax). **b.** Detalle de la ramificación (Ordóñez 26). **c.** Cladodio cilíndrico (Ordóñez 26). **d.** Flor vista lateral (Ordóñez 26). **e.** Flor vista superior (Ordóñez 26). **f.** Flor corte longitudinal (Ordóñez 26).

Fotos: a, b y c, G. Olalde; d, e y f, D. Ordóñez.

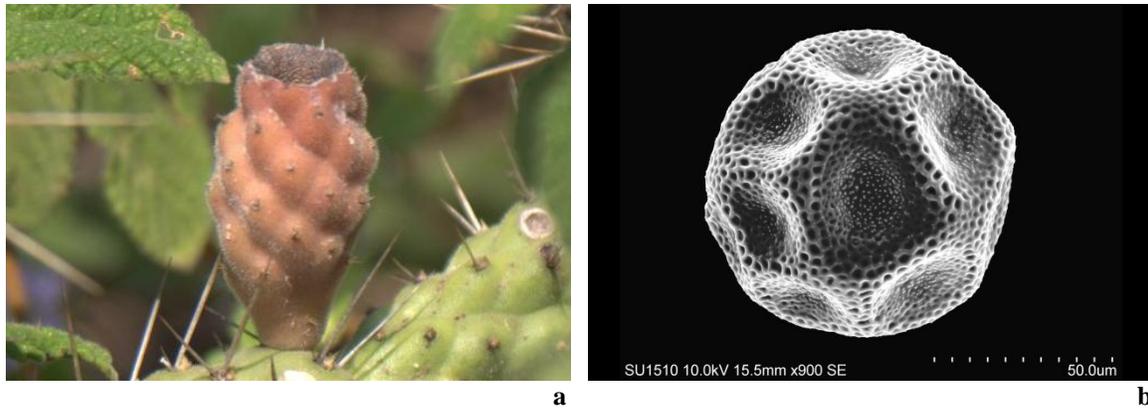


Figura 34. *O. pubescens*. **a.** Fruto maduro (Pineda 72, Guadalupe, San Miguel Ejutla, Oax). **b.** Grano de polen (Ordóñez 26). Fotos: a, D. Ordóñez y b, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** A. García 3376, 6858, 7747 (MEXU); C. Cruz 686 (MEXU); D. Aquino 46, 55, 73, 99, 109, 122, 146, 154, 178, 181, 188 (MEXU); D. Ordóñez 26 (MEXU); H. Hernández 1285 (MEXU); J. Calzada 24031 (MEXU); L. Scheinvar 5089A (MEXU); M. Vásquez 13 (MEXU); S. Arias 889, 892, 897, 913 (MEXU). **Puebla:** F. González 970 (MEXU); H. Bravo 1380 (MEXU); J. Calzada 5388 (XAL); L. Wolfgang 3116 (MEXU); P. Tenorio 3733 (MEXU); S. Arias 844, 1058 (MEXU); U. Guzmán 854 (MEXU).

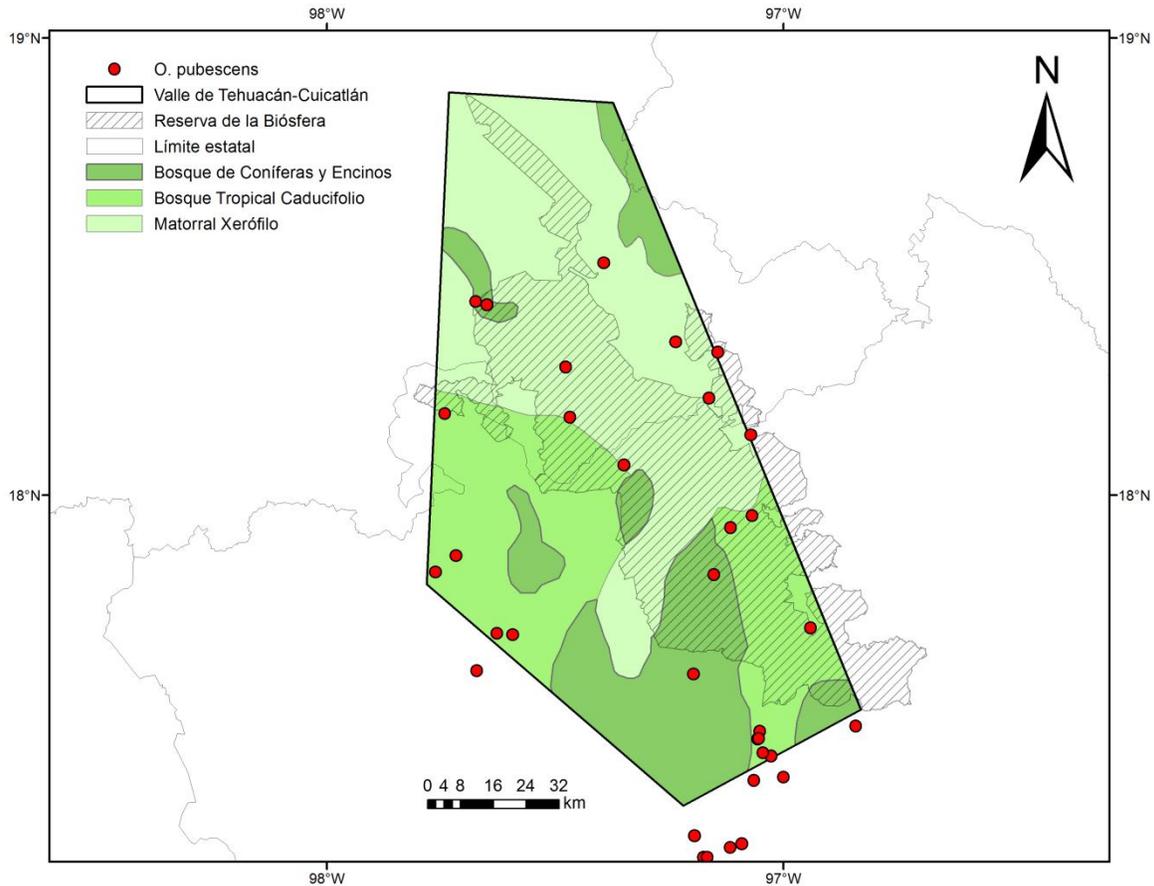


Figura 35. Distribución geográfica de *O. pubescens* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Los nombres *Opuntia pubescens* y *O. pumila* (ver página 67) son considerados sinónimos por Arias *et al.*, 2012, siguiendo el criterio de Bravo-Hollis, 1978 y Scheinvar *et al.*, en prensa, en este trabajo se considera que representan especies diferentes. Las características distintivas que las separan son: epidermis, número de espinas y podarios. *O. pubescens* generalmente presenta epidermis pubescente, 3-7 espinas y podarios elevados; *O. pumila* epidermis glabra, 1-3 espinas y los podarios no son elevados. Sin duda estas especies son muy cercanas porque tienen una gran similitud, es probable que haya inter-fertilidad ellas ya que existen formas intermedias. Son necesarios estudios para evaluar si las características mencionadas son útiles al definir estas especies, ya que podría tratarse de una sola especie con variaciones morfológicas derivadas del ambiente. Además tienen una gran facilidad para propagarse vegetativamente.

Opuntia pumila Rose, 1908.

Nombre común: Cardo; Nopal Cardoso.

Descripción de la especie

Planta arbustiva, baja, de hasta 0.5 m de altura. **Tronco** no definido. **Cladodios** angostos, cilíndricos o ligeramente aplanados, de 10.0-20.0 cm de largo y 1.0 a 1.72 cm de ancho, de color verde claro, se desprenden fácilmente, en especial los terminales, podarios no muy elevados; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 3 a 6 series, distantes entre sí ca. 0.7 cm, subcirculares de ca. 2.0 mm de largo, fieltro prominente, blanco; glóquidas más o menos abundantes, amarillas; espinas 1-3, aciculares, ascendentes, divergentes, de 1.5 a 3 cm de largo, blancas. **Flores** de ca. 5.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, de 3.0 cm de largo y 1.0 cm de ancho, verde claro, aréolas dispuestas en 5 series, fieltro blanco prominente, glóquidas amarillas, sin espinas; segmentos del perianto obovados con ápice acuminado a retuso, margen ligeramente denticulado, amarillo verdosos pasando a anaranjado con el tiempo; estambres con filamentos verdosos, anteras blancas; estilo blanco, lóbulos del estigma 5-8, blancos, verdosos o rojizos; granos de polen poligonales, reticulados con muros anchos muy cerrados. **Frutos** piriformes, de 1.6 a 2.2 cm de largo, color rojo purpúreos, con cicatriz floral profunda; con 5 series de aréolas, con fieltro grisáceo, pulpa roja y muy mucilaginoso; semillas lenticulares, de ca. 8.0 mm de diámetro, arilo lateral angosto, región hilo-micropilar poco profunda (Figura 36).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia pubescens* J. C. Wendl., 1837.

Fenología: floración de marzo a mayo.

Distribución geográfica en México: Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de cuatro municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 37).

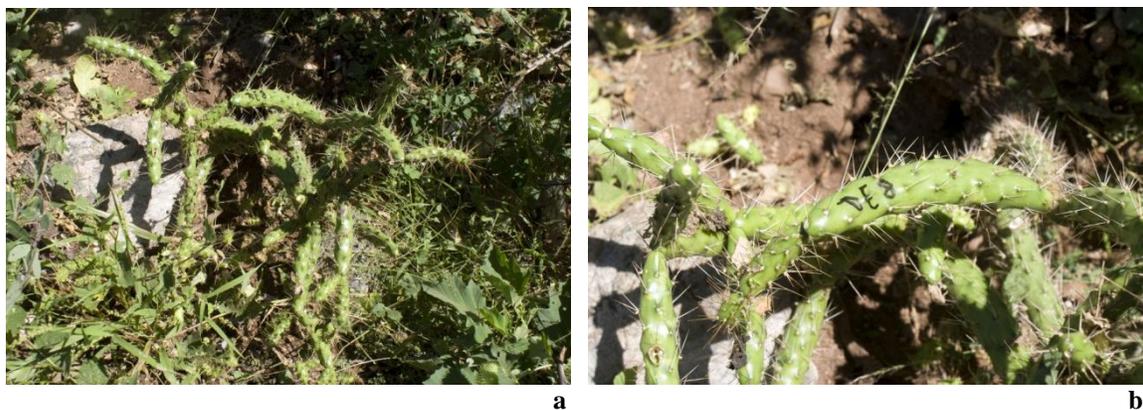


Figura 36. *O. pumila*. **a.** Hábito arbustivo (*Ordóñez 08*, camino de terracería en San Juan Bautista Cuicatlán, Oax). **b.** Cladodio cilíndrico (*Ordóñez 08*).
Fotos: a y b G. Olalde

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *D. Ordóñez 08* (MEXU); *L. Scheinvar* 7538, 7556 (MEXU).

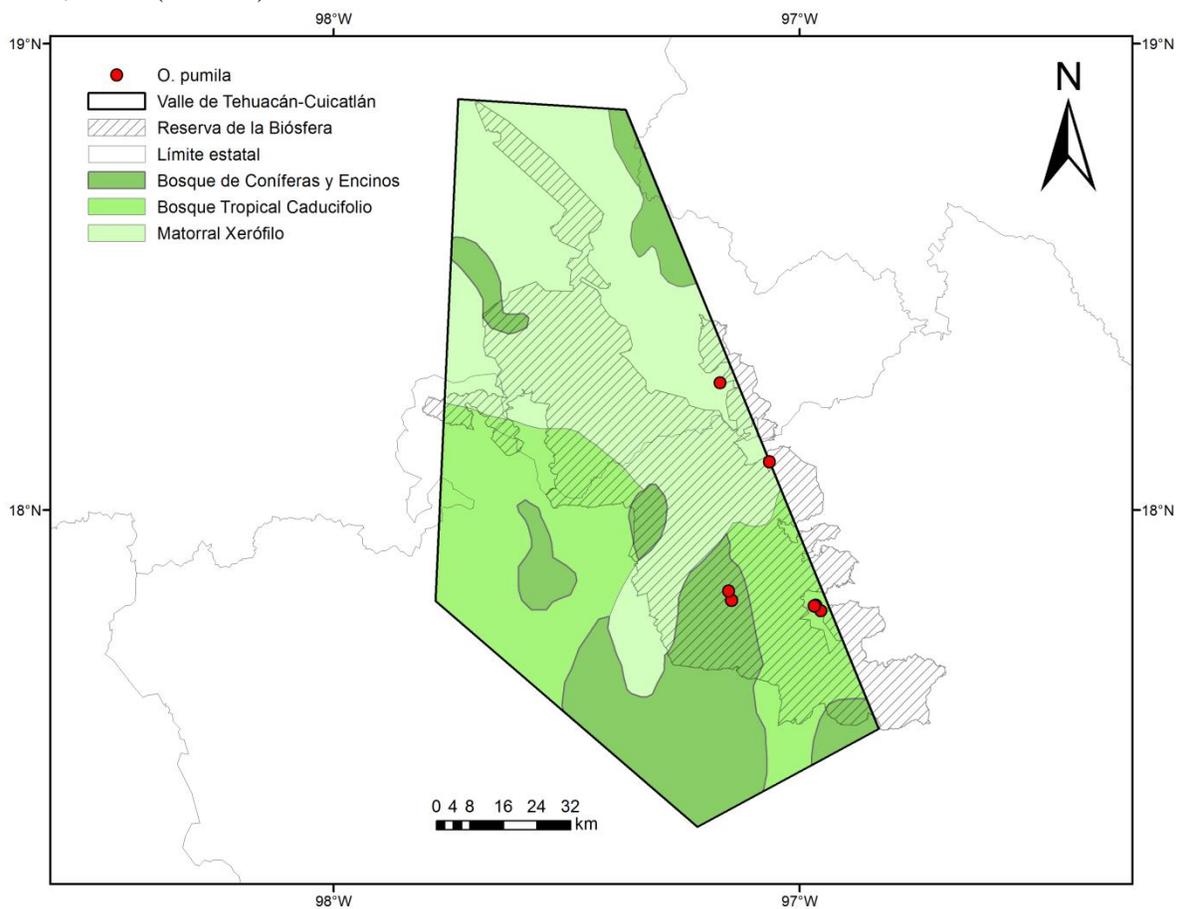


Figura 37. Distribución geográfica de *O. pumila* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Opuntia pumila es comúnmente identificada como *O. pubescens* (ver página 66).

Opuntia streptacantha Lem., 1839.

Nombre común: nopal cardón, tuna cardona, nopal hartón.

Descripción de la especie

Planta arborescente o arbustiva de 2.0-4.0 m de altura. **Tronco** definido, color gris, ramifica a 0.48-1.0 m de alto, algunas veces ramifica cercano a la base. **Cladodios** obovados a elípticos de 18-30 cm de largo y 14-18 cm de ancho, verdes grisáceos, podarios no elevados; epidermis glabra y cerosa; aréolas dispuestas en 7-10 series, distantes entre sí de 1.3-2.5 cm, obovadas de 2.0-4.0 mm de largo, con fieltro oscuro, presentan dos pelos rígidos y caducos de hasta 5.0 mm de largo, gris oscuro a negros; glóquidas amarillas marrón, no evidentes en artículos maduros, caducas; espinas de 2-5, subuladas y aciculares, la inferior adpresa, las otras rectas, de 0.5-2.0 cm de largo, blancas pasando a gris, más oscuras con la edad. **Flores** de 6.0-7.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, de 2.0-3.0 cm de largo, verde fuerte y glabro, con glóquidas y pelos rojizos; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, anaranjados, con banda mediana rojiza; segmentos interiores obovados, ápice acuminado a retuso y algunas veces obtuso, margen ligeramente denticulado, amarillos o anaranjados con banda mediana más oscura; estambres con filamentos verde-amarillento, anteras amarillas; estilo 2.0-2.2 cm de largo, blanco amarillento o rojizo, lóbulos del estigma 8-12, verde claro; granos de polen poligonales, retículo con muros discontinuos, perforaciones muy pequeñas. **Frutos** obovoides a globosos de 3.4-4.2 cm de largo y de 3.5-5 cm de ancho, rojos a veces amarillentos, glabros, con 7 series de aréolas, glóquidas pequeñas y amarillas, pulpa roja y dulce; semillas lenticulares de aproximadamente 0.4 cm de largo, arilo lateral muy ancho, región hilo-micropilarprofunda (Figura 38 y 39).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia cardona* F. A. C. Weber, 1898.
Opuntia pachona Griffiths, 1910.

Fenología: Floración de marzo a junio, fructificación de agosto a noviembre.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Aguascalientes, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tlaxcala y Zacatecas.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 15 municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de

coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 40).



Figura 38. *O. streptacantha*. **a** y **b**. Hábito arborescente. (*Ordóñez 01*, cerca de Tepelmeme, carretera de cuota No. 135, km 118, Tepelmeme Villa de Morelos, Oax). **c**. Cladodio obovado (*Ordóñez 01*). **d**. Detalle de las espinas adpresas (*Ordóñez 01*). **e**. Flor amarilla vista lateral (*Ordóñez 38*, carretera federal 150 a Tehuacán, Tecamachalco, Pue). **f**. Fruto maduro (*Ordóñez 71*, San Juan Bautista Coixtlahuaca, Oax).

Fotos: a, b, c y d, G. Olalde; e, C. Martínez; f, D. Sule.

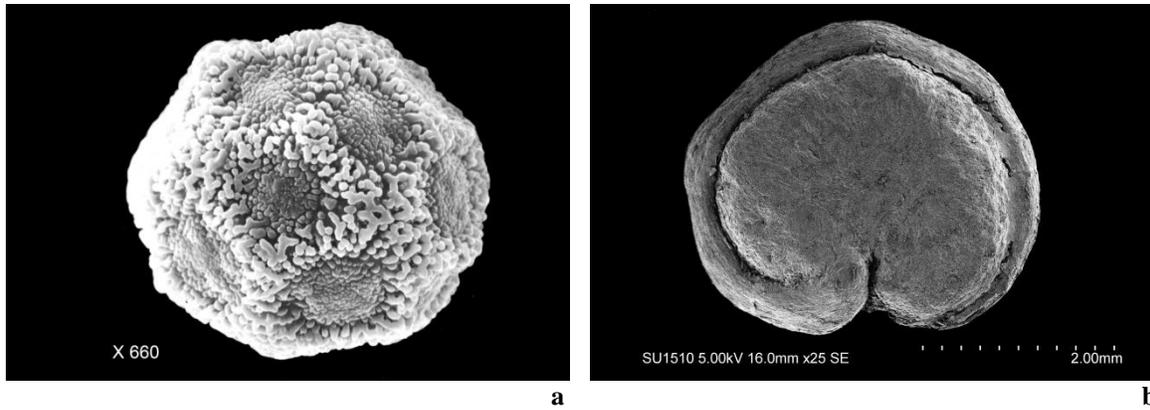


Figura 39. *O. streptacantha*. **a.** Grano de polen (*Scheinvar 1057*, Tepotzotlán, Edo de Méx). **b.** Semilla. (*Ordóñez 01*).

Fotos: a y b, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *A. García* 235,8732 (MEXU); *D. Aquino* 53, 81, 196 (MEXU); *D. Ordóñez* 01 (MEXU); *R. Cruz* 2369 (MEXU); *S. Arias* 969 (MEXU); *U. Guzmán* 896 (MEXU) Puebla: *T. Hernández* 18 (MEXU); *U. Guzmán* 861 (MEXU).

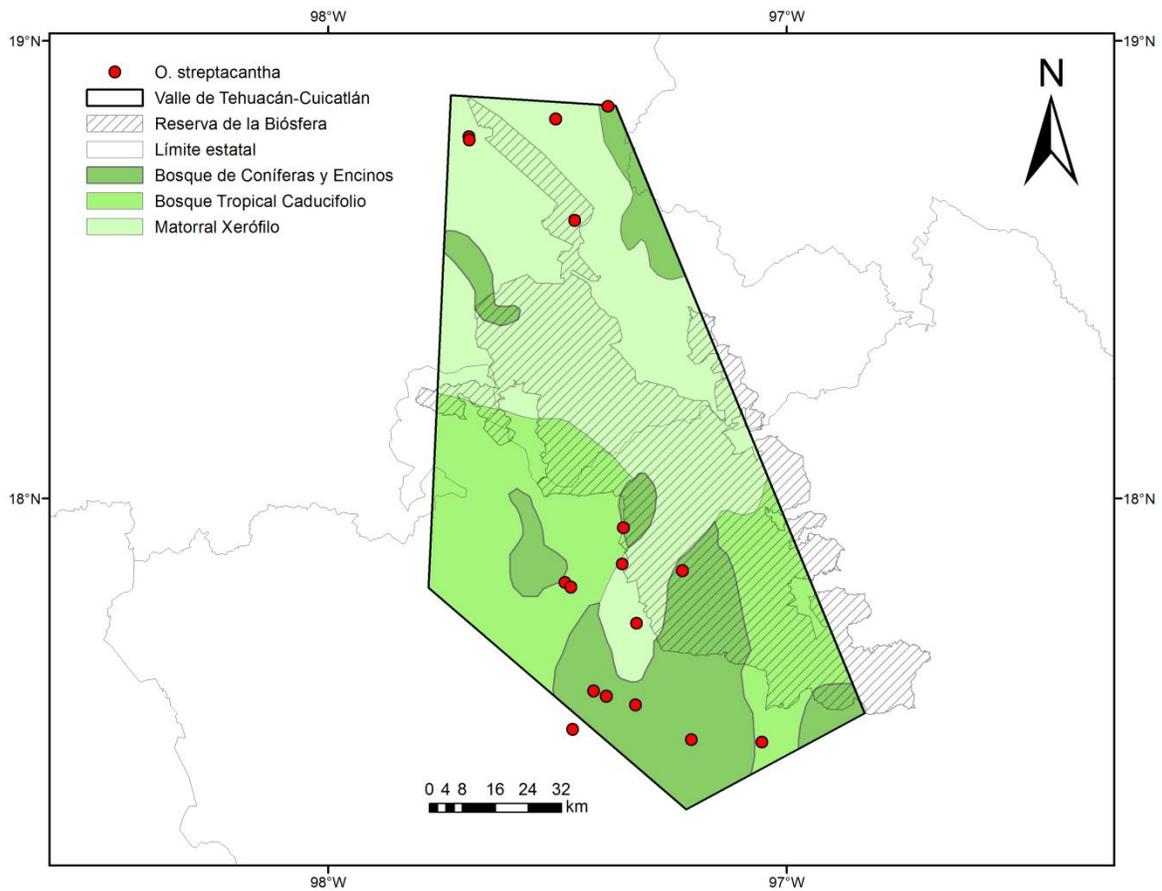


Figura 40. Distribución geográfica de *O. streptacantha* dentro del Valle de T-C.

Observaciones Especie cultivada porque sus frutos son comestibles y los cladodios son usados como forraje, hay muchos híbridos, variedades y formas hortícolas (Bravo-Hollis, 1978).

Opuntia stricta var. *tehuantepecana*, Bravo 1972

Nombre común: nopal de caballo

Descripción de la especie

Planta arbustiva de hasta 1.5 m de altura. **Tronco** definido, pero generalmente ramifica desde la base. **Cladodios** de suborbiculares a romboidales, de 18.0-28.0 cm de largo y 14-16 cm de ancho, verde claro, podarios no prominentes; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 5-6 series, distantes entre sí 3.5-4.0 cm, anchamente obovadas de 3.0-4.0 mm largo, con fieltro negruzco; glóquidas de 2.0-4.0 mm de largo, amarillos oscuras; espinas 1-4, ligeramente aplanadas, rectas y a veces curvas, amarillas o blancuzcas, se oscurecen con la edad. **Flores** de 7-8 cm de largo; pericarpelo piriforme de ca. 3.0 cm de largo, ca. 2.7 cm ancho, verde claro; aréolas escasas dispuestas en 3 series, fieltro blanco, glóquidas numerosas, amarillo claro; segmentos exteriores del perianto deltoides a obovados, ápice acuminado margen ligeramente denticulado, amarillos a verdes; segmentos interiores del perianto ampliamente obovados, ápice acuminado, margen ligeramente denticulado, amarillos; estambres con filamentos verde-amarillentos; estilo 2.0-2.3 cm de largo, blanco, lóbulos del estigma ca. 8, amarillos o verdes claro. **Frutos** de obovoides a piriformes, de 5-7.5 cm de largo, verde amarillentos, epidermis glabra, con aréolas escasas dispuestas solo en su parte superior, glóquidas numerosas en las areolas cercanas a la cicatriz floral, color amarillo oscuro; semillas 3.0-3.4 mm de largo 2.0-2.3 mm ancho (Figura 41).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia dillenii* Ker Gawl. var. *tehuantepecana* Bravo, 1969. *Opuntia tehuantepecana* Bravo, 1972

Fenología: Floración de marzo a abril.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Oaxaca.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró solamente en un municipio (Cuadro 1). Representada solo en el matorral xerófilo (Figura 42).

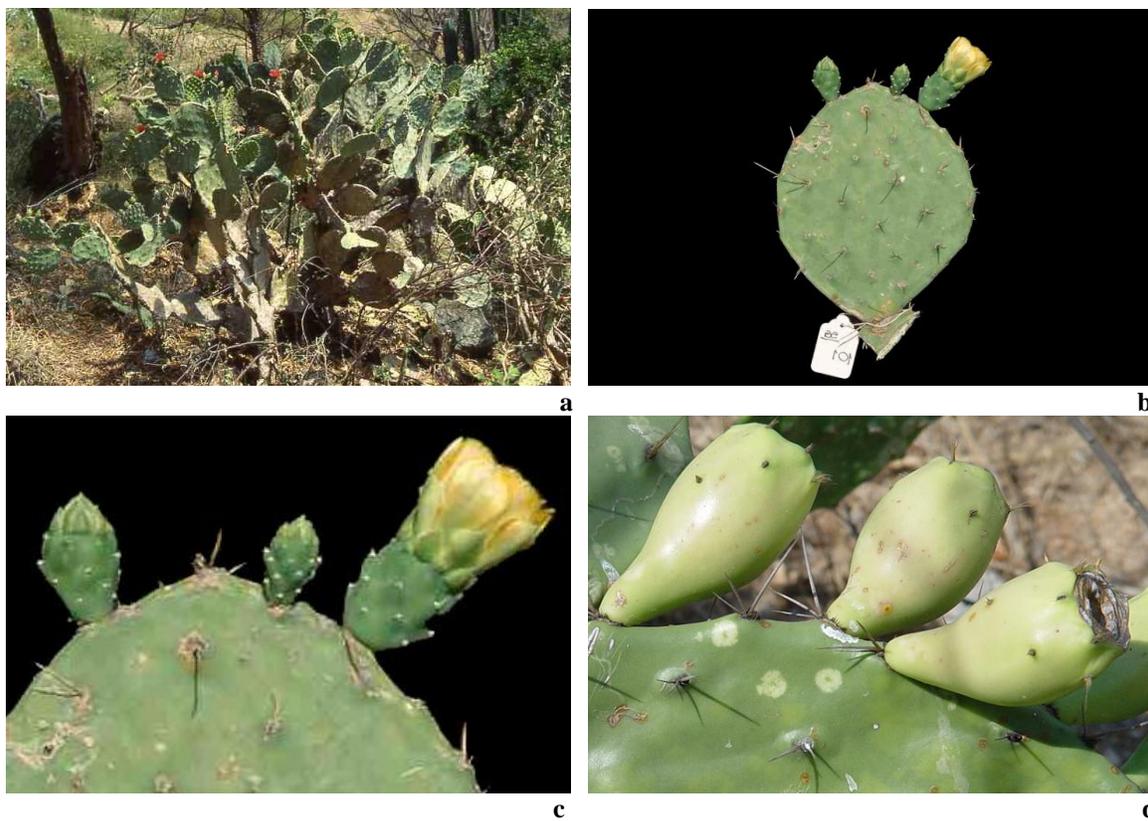


Figura 41. *O.stricta* var. *tehuantepecana*. **a.** Hábito arbustivo, (*Gama 98*, 1 km al NE de los Cues, San Juan de los Cues, Oax). **b.** Cladodio romboidal con flores (*Gama 101*, 1 km NE de los Cues, San Juan de los Cues, Oax). **c.** Flor y botones florales vista lateral (*Gama 101*). **d.** Frutos maduros. (Tehuantepec, Oax).
Fotos: proporcionadas por Salvador Arias

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *S. Gama 86, 101* (MEXU).

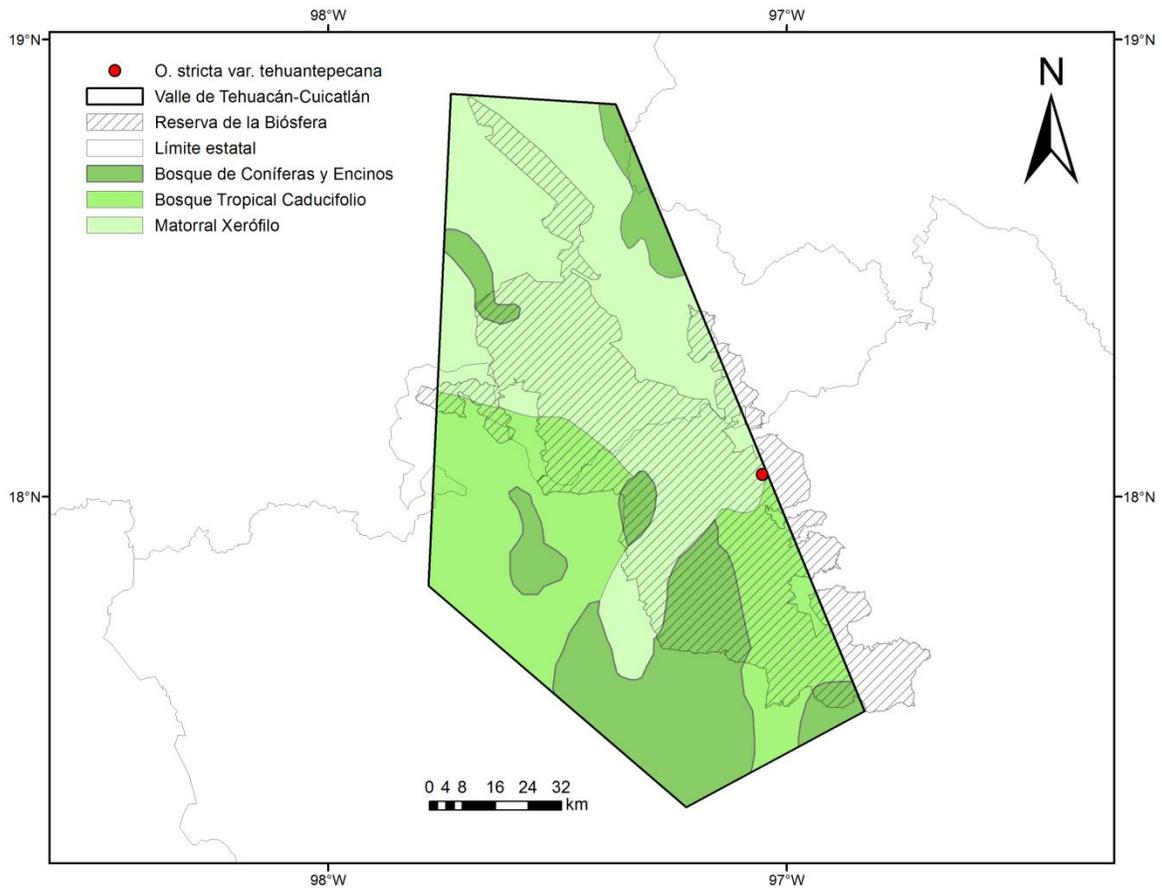


Figura 42. Distribución geográfica de *O. stricta* var. *tehuantepecana* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Especie considerada como *Opuntia. tehuantepecana* por Arias *et al.*, 2012, en este trabajo se presenta como variedad de *O. stricta* de acuerdo a Scheinvar *et al.*, en prensa, donde la incluyen es base a los siguientes caracteres: forma de los cladodios, el número y tamaño de las espinas y la forma y tamaño de las flores y frutos.

Opuntia tehuacana S. Arias & U. Guzmán, 1997.

Descripción de la especie

Planta arbustiva de 0.4-0.8 m de altura. **Tronco** no definido, generalmente ramifica desde la base. **Cladodios** ascendentes o postrados suborbiculares a obovados, también los hay anchamente obovados de 17-29 cm de largo y 10.5-26. cm de ancho, verde claros a verde-amarillentos, podarios a veces evidentes, frecuentemente cubiertos por manchas oscuras; epidermis glabra; aréolas dispuestas en 6-8 series, distantes entre sí 2.2 -3.5 cm, elípticas de , 2.8-4.3 mm de largo, fieltro gris oscuro, con 1-2 cerdas cortas y deciduas; glóquidas dispuestas en la parte superior de la aréola de 1-2 mm de largo, color marrón oscuro; espinas presentes en todas las aréolas de 1-4(-7), ligeramente subuladas, aciculares, ascendentes, rectas y ligeramente torcidas de 1-3(-4.5) cm de largo, blanco amarillentas o blanco-grisáceo que se oscurecen con la edad. **Flores** 3.0-5.0 cm de largo; pericarpelo obovoide 2.2-3.2 cm de largo, 2-2.5 cm de ancho, verde claro, podarios evidentes, epidermis glabra, aréolas dispuestas en 4 series, fieltro marrón, glóquidas amarillas las de las aréolas superiores de mayor tamaño, escamas basales deltoides, carnosas, próximas a los tépalos; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice ligeramente retuso o apiculado, anaranjados a rojos, base amarilla, franja media rojo oscura al final de la antesis; segmentos interiores obovados, ápice ligeramente obtuso, rojo-anaranjados; estambres con filamentos rosados, o amarillo verdosos; estilo 2.0-2.2 cm de largo verde amarillento o rosado, lóbulos del estigma 5-12, amarillentos; granos de polen poligonales, reticulados con muros anchos y perforaciones pequeñas. **Frutos** obovoides de 3.0-5.0 cm de largo y 2.8-3.0 cm de ancho, amarillo claro, podarios ligeramente evidentes, epidermis glabra, con aréolas en 3 series, lana blanquecina, glóquidas escasas, paredes de 0.5 mm de ancho, pulpa verde-rojiza, también puede ser amarilla, ácida; semillas de 3.0-4.5 mm color marrón (Figura 43).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia olmeca* Pérez, Reyes & Brachet, 2005.

Fenología: Floración de mayo a junio.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Oaxaca y Puebla.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de cinco municipios (Cuadro 1), representada en bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 44).

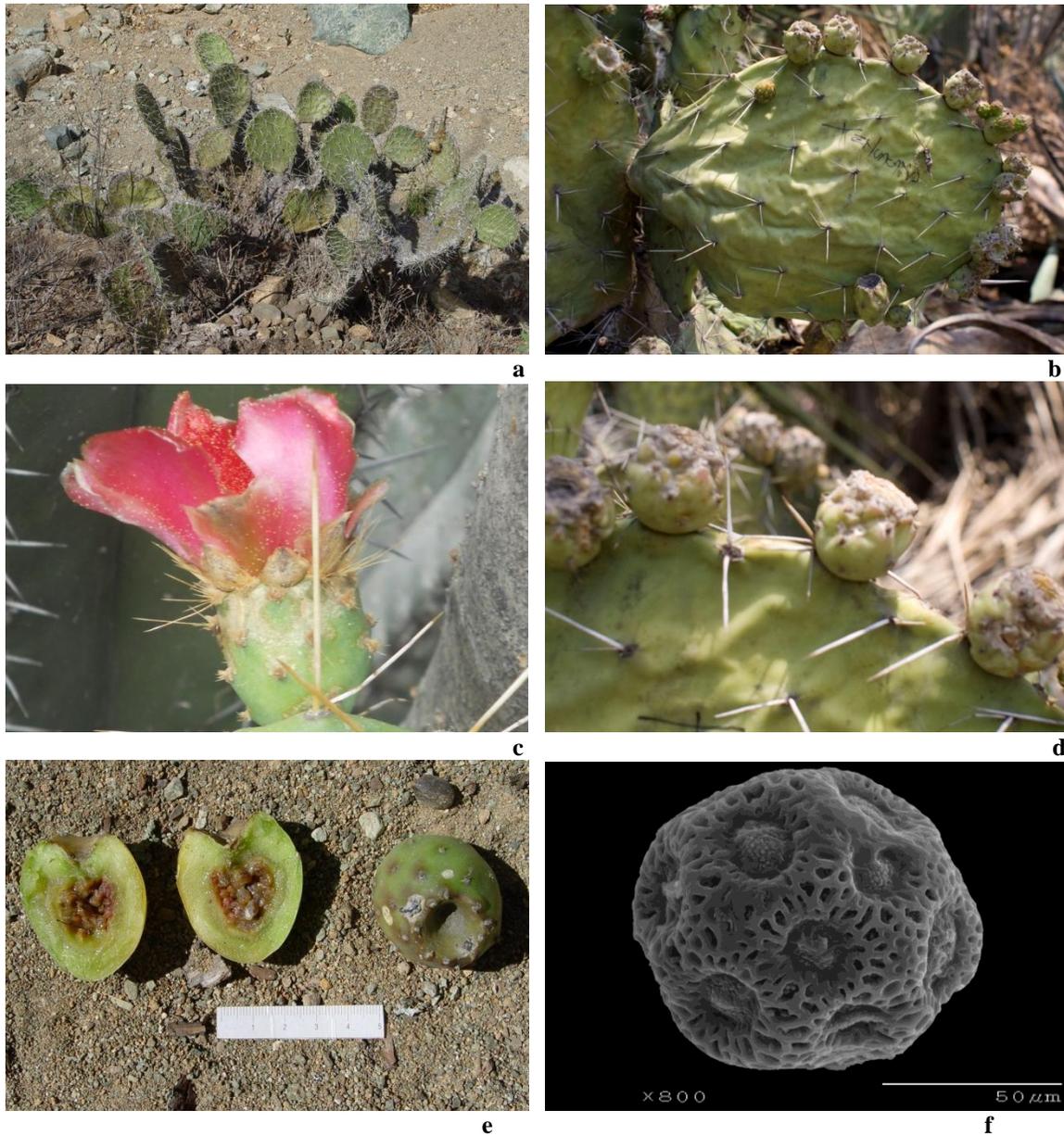


Figura 43. *O. tehuacana*. a. Hábito arbustivo (*Arias s/n*). b. Cladodio con frutos inmaduros (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM). c. Flor rosada vista lateral (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM). d. Frutos sobre el cladodio (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM). e. Frutos corte longitudinal (*Arias s/n*). f. Grano de polen cladodio (planta cultivada en el Jardín Botánico IB-UNAM).

Fotos: a y e proporcionadas por Salvador Arias; b y d, C. Martínez; c, D. Ordóñez; f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *D. Aquino* 62, 112 (MEXU); *G. Juárez* 672 (MEXU); *R. García* 293, 294, 742 (MEXU). Puebla: *C. Smith* 3747 (MEXU); *S. Arias* 1476a (MEXU); *U. Guzmán* 1006 (MEXU).

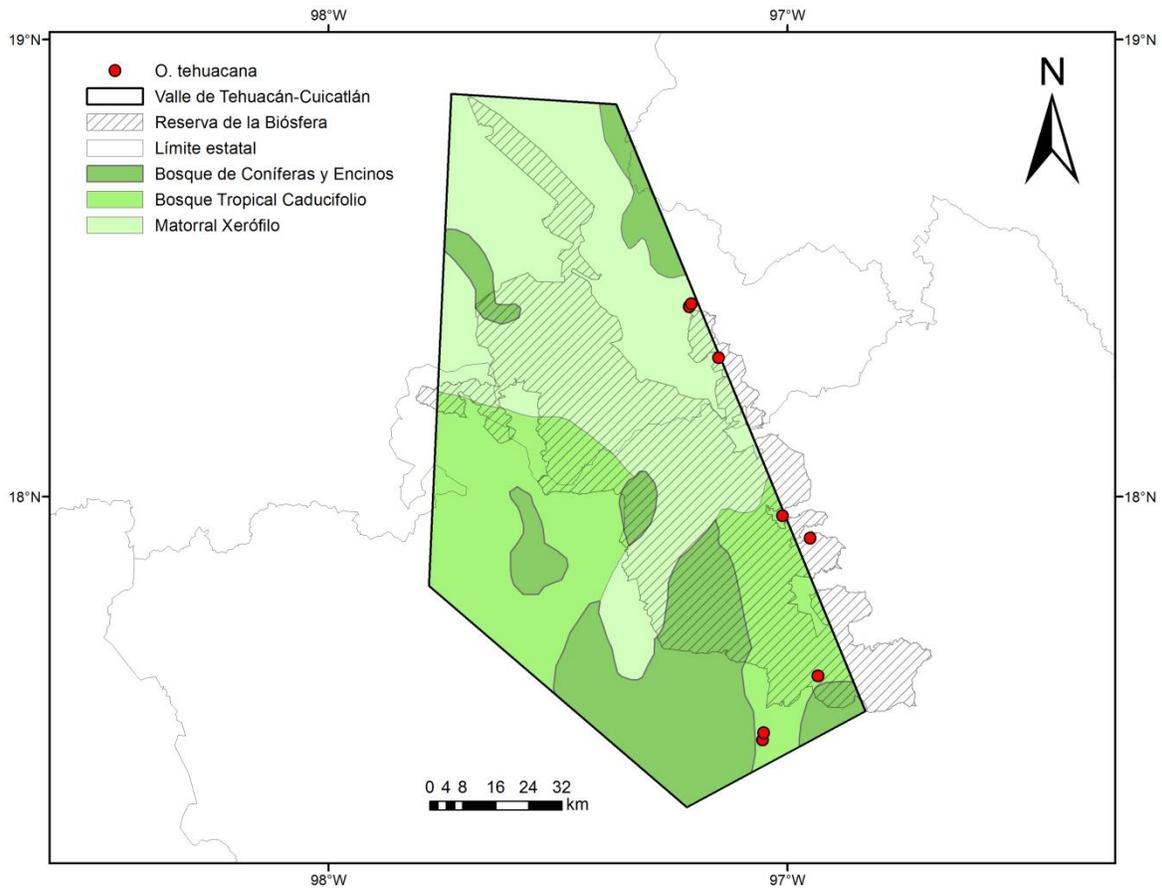


Figura 44. Distribución geográfica de *O. tehuacana* dentro del Valle de T-C.

Observaciones

Nombre considerado sinónimo de *Opuntia olmeca* (ver página 51).

Opuntia tomentosa Salm-Dyck, 1822.

Nombre común. Nopal blanco, Nopal San Gabriel.

Descripción de la especie

Planta arbustiva o arborescente de 1.0-4.0 m de altura. **Tronco** definido, grisáceo, ramifica desde los 70-90 cm de alto. **Cladodios** ascendentes, obovados de 15-32 cm de largo y 12-16 cm de ancho, verde oscuro o verde claro, con podarios ligeramente elevados, muy evidentes en cladodios jóvenes; epidermis pubescente; aréolas en 6-7 series, distantes entre sí de 1.5-3.0 cm, redondeadas a obovadas, de 2.0-2.5 cm de largo, fieltro gris negruzco; glóquidas amarillas, deciduas; espinas comúnmente ausentes, de 0-5, aciculares y subuladas, rectas, divergentes, algunas algo aplanadas o torcidas, de 0.5-3.0 cm de largo, color blanco con la punta amarilla, más oscuras con la edad. **Flores** de 4.0-6.0 cm de largo; pericarpelo generalmente globoso, de 1.8-2.7 cm de largo, verde claro, frecuentemente tuberculado, pubescente, con 5 series de aréolas, fieltro oscuro y glóquidas amarillas, espinas presentes algunas veces; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice apiculado, color amarillo-anaranjado o rojizos con banda mediana más oscura; segmentos interiores obovados, ápice retuso, color anaranjados, rojizos o amarillos con banda mediana más oscura; estambres no alcanzan la mitad de los segmentos del perianto, filamentos anaranjado-rojizo, anteras amarillas; estilo de 1.8-2.0 cm de largo, color amarillo a rojo, lóbulos del estigma 5-8, blanquecinos a verdosos; granos de polen hexagonales, reticulados con muros anchos y perforaciones grandes. **Frutos** globosos a obovoides, de 3.0-5.2 cm largo por 2.4-4.0 cm de ancho, rojos, frecuentemente tuberculados, pubescentes, aréolas dispuestas en 5-6 series, fieltro oscuro y glóquidas amarillas, pulpa roja y dulce; semillas poligonales de 4.0-5.0 mm de largo, arilo lateral ancho e irregular, región hilo-micropilar profunda (Figura 45).

Sinónimos considerados por otros autores: *O. hernandezii* DC., 1828; *O. tomentosa* Salm-Dyck var. *hernandezii* (DC.) Bravo, 1975. *Opuntia oblongata* H. L. Wendl. Ex Pfeiff., 1837. *Opuntia macdougaliana* Rose, 1908; *O. velutina* F. A. C. Weber var. *macdougaliana* (Rose) Bravo, 1972. *Opuntia tomentella* A. Berger, 1912. *Opuntia icterica* Griffiths, 1913. *Opuntia sarca* Griffiths ex Scheinvar, 1981. *Opuntia tomentosa* Salm-Dyck var. *herrerae* Scheinvar, 1981.

Fenología: Floración de marzo a agosto.

Distribución geográfica en México: Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 21 municipios (Cuadro 1), representada en los tres principales tipos de vegetación bosque de coníferas y encinos, bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 46).

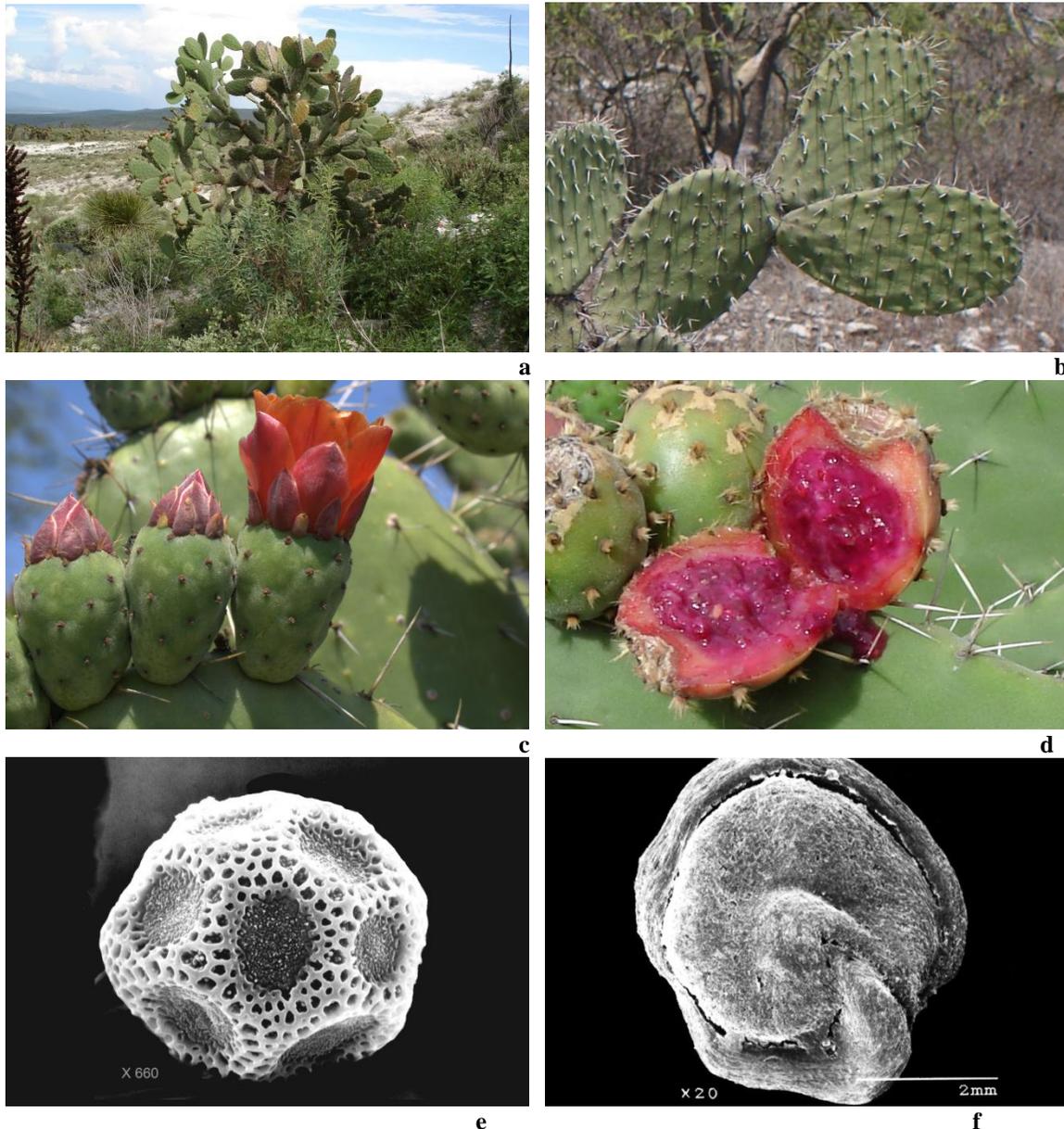


Figura 45. *O. tomentosa*. a. Hábito arborescente. (Scheinvar 7562, cerca de Coapan, Tehuacán, Pue). b. Cladodio obovado (Ordóñez 49, pasando Teotongo, después de la desviación a Trinidad Vista Hermosa, San Antonio Acutla, Oax). c. Flor vista lateral (Pineda 26, carretera rural Tlaxiaco-San Miguel Achiutla, San Agustín Tlaxiaco, Oax). d. Fruto corte longitudinal (Scheinvar 7562). e. Grano de polen (Scheinvar s/n, Valle de México). f. Semilla (Scheinvar 7562).

Fotos: a, y d, G. Olalde; b, C. Martínez; c, D. Ordóñez; e y f, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: Oaxaca: *A. García* 235, 8775 (MEXU); *D. Aquino* 30, 41, 66, 79, 86, 94, 123, 141, 151, 160, 184, 206, 218 (MEXU); *D. Ordóñez* 24 (MEXU); *J. Calzada* 23939 (MEXU); *R. Cedillo* 2235 (MEXU); *R. García* 369, 915 (MEXU); *S. Arias* 855, 884 (MEXU); *S. Gama* 66 (MEXU); *U. Guzmán* 830 (MEXU). **Puebla:** *E. Guízar* 4536 (MEXU); *H. Bravo s. n.* (MEXU); *L. Scheinvar* 7562 (MEXU); *S. Arias* 932, 936, 1012, 1102, 1104 (MEXU); *S. Gama* 75 (MEXU).

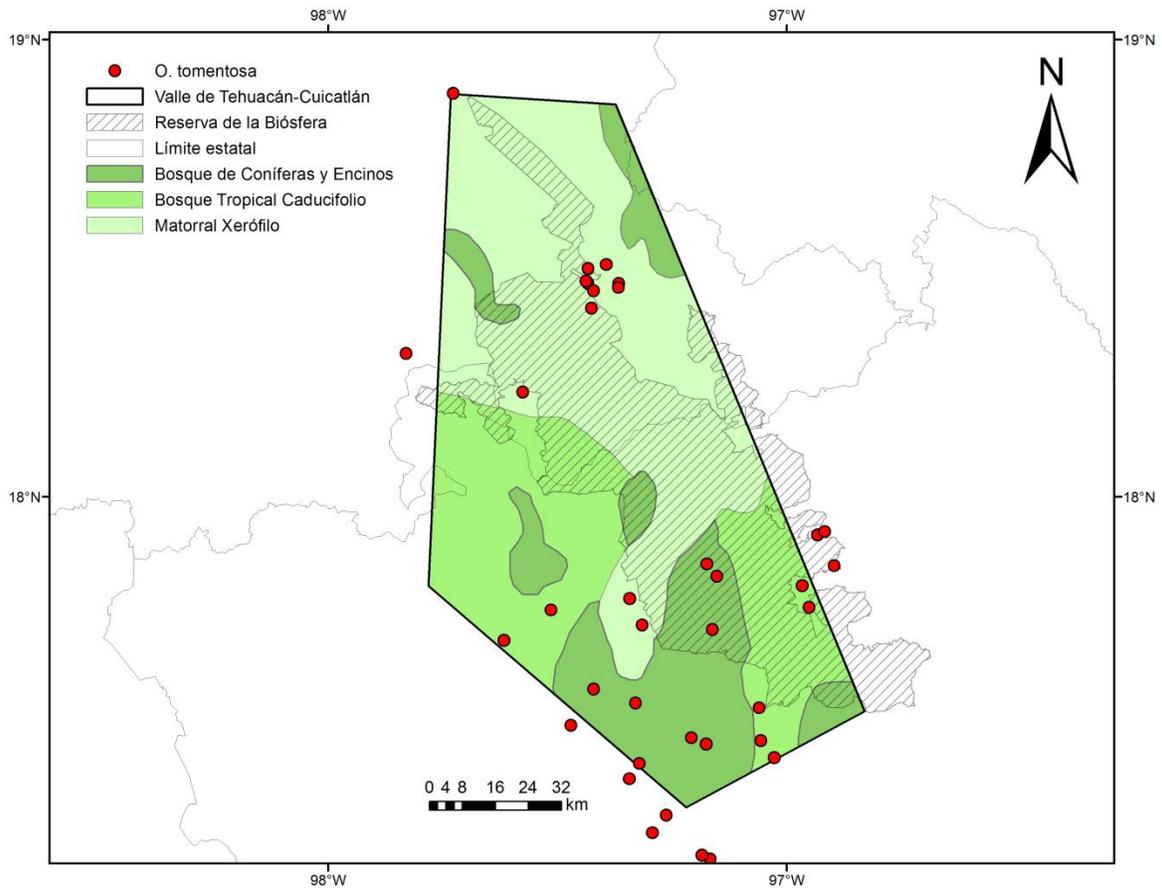


Figura 46. Distribución geográfica de *O. tomentosa* dentro del Valle de T-C.

Opuntia velutina F.A.C Weber, 1904.

Descripción de la Especie

Planta arborescente o arbustiva de 1.0-4.0 m de altura. **Tronco** bien definido, escamoso, gris o café oscuro, en ocasiones la ramificación es desde la base. **Cladodios** ampliamente obovados de 15-26 cm de largo y 14-20 cm de ancho, verde amarillentos, podarios algo elevados; epidermis pubescente que le da una apariencia brillante al cladodio; aréolas en 5-6 series, distantes entre sí 2.0-4.0 cm, piriformes a obovadas de 3.0-5.0 mm de largo, con fieltro gris claro y marrón, algunas veces con 2-4 cerdas pequeñas y blancas; glóquidas muy abundantes, dispuestas alrededor de la mitad superior de la aréola, color amarillo-rojizas brillantes, de 0.5-2.0 cm de largo; espinas 1-6, subuladas, algo aplanadas y generalmente retorcidas, reflexas, rectas, divergentes, algunas encorvadas, de 1.0-5.0 cm de largo, blancas con la punta amarilla. **Flores** de 3.0 a 5.6 cm de largo; pericarpelo obovado a subgloboso de 1.5-3.6 cm de largo, color verde amarillento, muy pubescente, tuberculado, aréolas circulares, dispuestas en 5-6 series, muy cercanas entre sí, escama basal crasa, corta y verde, fieltro color marrón, cerdas abundantes de 1.0-1.6 cm de largo, amarillo-rojizo, glóquidas dispuestas en la parte superior de la aréola, de 0.5-1.0 cm de largo, amarillas; segmentos exteriores del perianto obovados, ápice acuminado, amarillos o a veces anaranjados, con una banda mediana verde; segmentos interiores obovados, ápice retuso a acuminado, amarillo brillante, con tintes naranja en la parte media superior; estambres alcanzan la mitad del los segmentos del perianto, filamentos amarillo-rojizos, anteras amarillas; estilo de 1.2-2.3 cm de largo, blanco o amarillo claro, lóbulos del estigma 6-8, verde-claro; granos de polen esféricos, reticulados con muros delgados y perforaciones pequeñas. **Frutos** globoso a obovados de 3.0-3.2cm de largo y 2.3-3.0 de ancho, color blanco amarillento, también se ha reportado color rojo, cicatriz floral poco profunda, pubescente, con 6-7 series de aréolas, fieltro marrón, cerdas de 1.0 cm de largo, amarillas, glóquidas de 0.5-1.0 cm de largo, amarillas, paredes muy delgadas, pulpa color verde y dulce; semillas lenticular de 4.0-4.5 mm de largo, marrón-amarillenta, arilo lateral ancho e irregular, región hilo-micropilar profunda (Figura 47 y 48).

Sinónimos considerados por otros autores: *Opuntia nelsonii* Rose, 1908. *Opuntia affinis* Griffiths, 1914; *O. velutina* F. A. C. Weber var. *affinis* (Griffiths) Bravo, 1972.

Fenología: Se ha observado en floración desde mayo hasta diciembre.

Distribución geográfica en México: Endémica de México, Guerrero, Morelos, Oaxaca y Puebla.

Distribución geográfica en los municipios del Valle de T-C: Se encontró dentro de 17 municipios (Cuadro 1), representada en bosque tropical caducifolio y matorral xerófilo (Figura 49).



Figura 47. *O. velutina*. **a.** Hábito arbustivo. (Ordóñez 03, carretera de cuota número 135, rumbo a San José Miahuatlán, Pue). **b.** Cladodio obovado con botones florales. (Ordóñez 11, camino de terracería en Cuicatlán, San Juan Bautista Cuicatlán, Oax). **c.** Detalle de glóquidas. (Ordóñez 62, cerca de San Martín Toxpalan, Pue). **d.** Flor vista lateral con abundantes glóquidas (Ordóñez 03). **e.** Flor vista superior (Ordóñez 03). **f.** Flor corte longitudinal (Ordóñez 03).

Fotos: a, b, d, e y f, G. Olalde; c, D. Sule

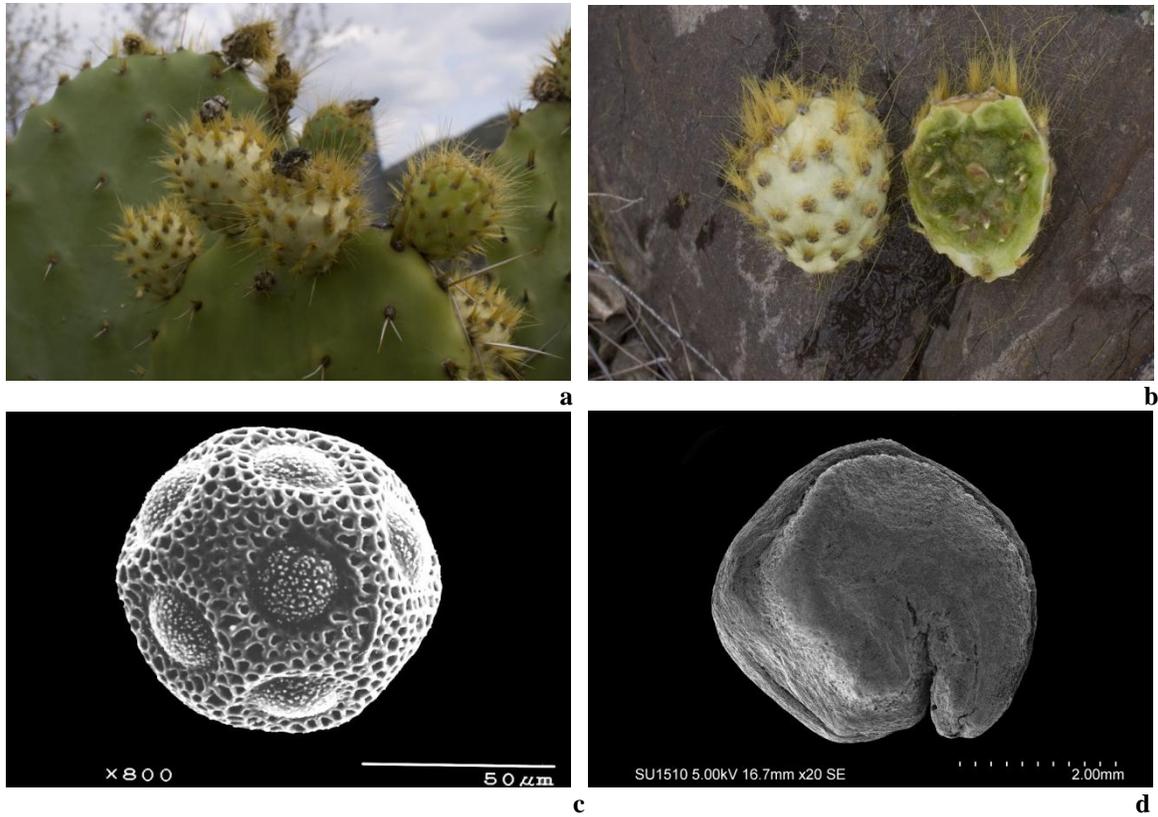


Figura 48. *O. velutina*. **a.** Frutos maduros con abundantes glóquidas (Ordóñez 03). **b.** Fruto corte longitudinal, pulpa verde (Ordóñez 03). **c.** Grano de polen, (Ordóñez 11). **d.** Semilla (Ordóñez 03).
Fotos: a y b, G. Olalde; c y d, B. Mendoza.

Ejemplares de herbario consultados: **Oaxaca:** A. Miranda 1153 (CHAP); C. Cruz 973 (MEXU); D. Aquino 117 (MEXU); D. Ordóñez 11 (MEXU); E. Torres 137, 144, (MEXU), 143 (INEGI); F. Chiang 1867 (MEXU); H. Bravo s. n. (MEXU); I. Trejo 1615 (MEXU); J. Calzada 18409 (MEXU); L. Scheinvar 7548, 7552 (MEXU); R. García 212, 369 (MEXU); S. Arias 890 (MEXU); U. Guzmán 938 (MEXU). **Puebla:** D. Ordóñez 03 (MEXU); L. Scheinvar 7559, 7560, 7561 (MEXU); P. Tenorio 12049, 17254 (MEXU); S. Arias 845, 912a, 919 (MEXU).

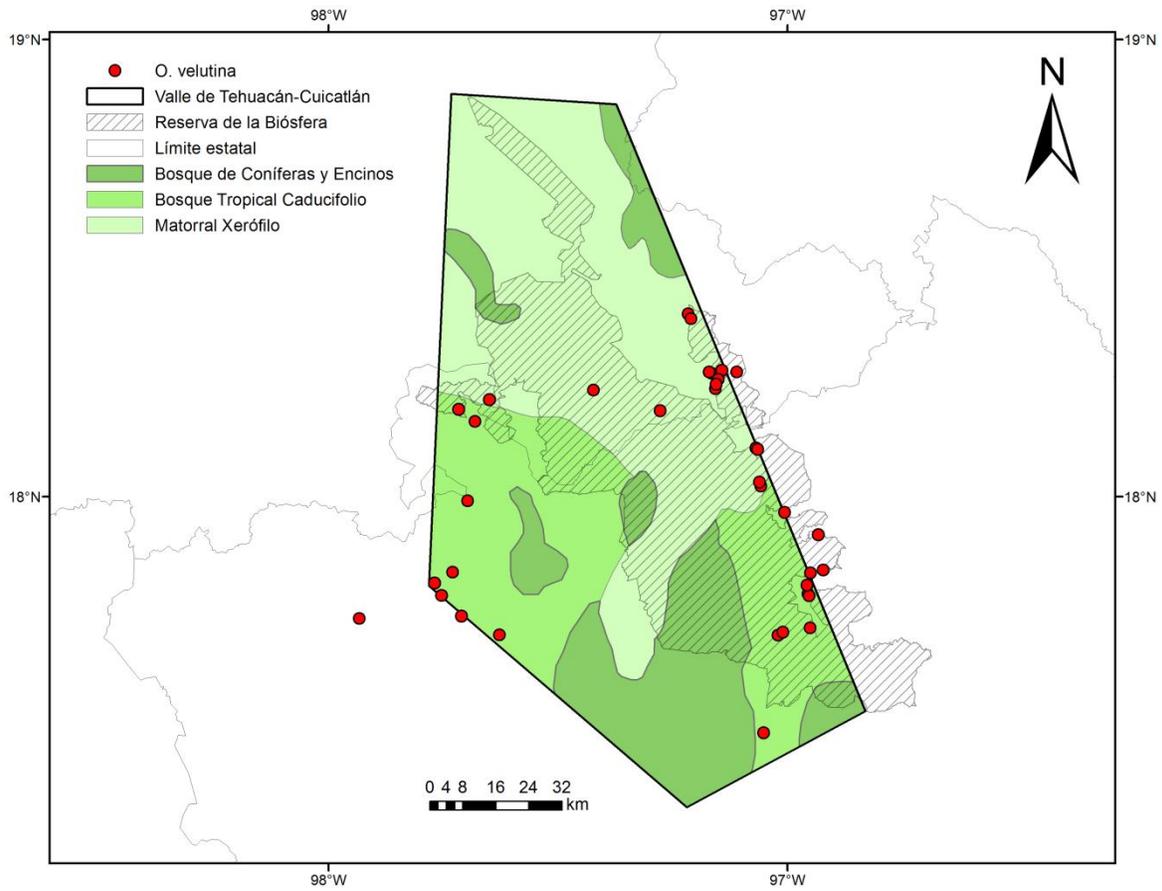


Figura 49. Distribución geográfica de *O. velutina* dentro del Valle de T-C.

6.6 Ejemplares de herbario

Se entregaron 78 ejemplares de 21 plantas diferentes correspondientes a 12 especies, depositados en las colecciones de estos cuatro herbarios MEXU, CHAPA, ARIZ y MO.

6.7 Conservación *ex situ*

El material colectado en campo forma parte de la *Colección Nacional de Nopales Silvestres Mexicanos* del Jardín Botánico del IB-UNAM que tiene como objetivo la conservación de las especies vegetales, la investigación y la educación. Los ejemplares fueron plantados en el camellón número 7 (Figuras 50 y 51), actualmente se cuenta con 21 plantas correspondientes a 11 especies.



Figura 50 Fotografía del camellón número 7 donde están ubicados los nopales del Valle de T-C.

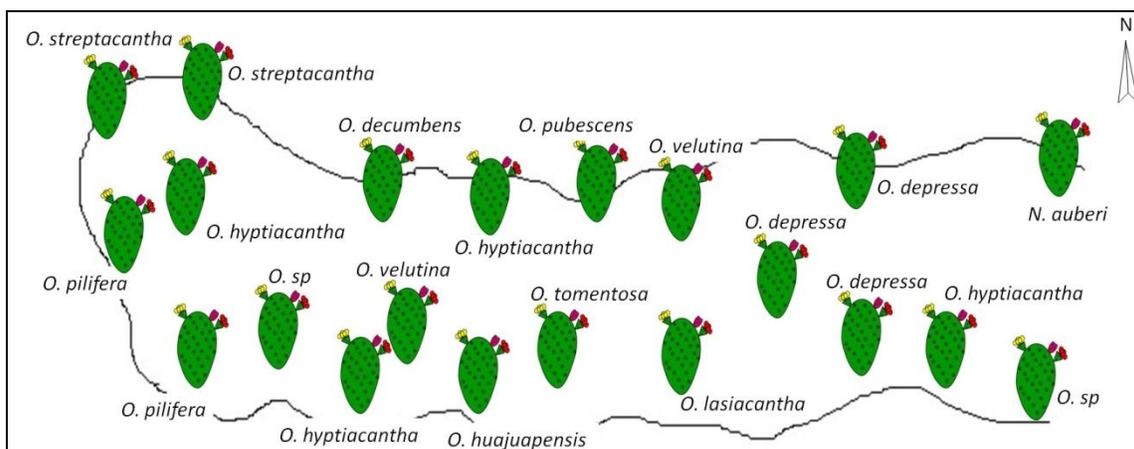


Figura 51. Mapa del camellón número 7, donde fueron plantados los ejemplares colectados, se observan la ubicación de los ejemplares y su nombre correspondiente.

7. DISCUSIÓN

La identificación de las especies de *Opuntia* y *Nopalea* comúnmente resulta complicada por las grandes variaciones morfológicas intra e interespecíficas, también por los diferentes criterios para clasificarlas y el gran número de sinónimos que esto ha generado. Sin embargo se lograron identificar un total de 18 especies de nopales silvestres para el Valle de T-C. La mayoría de los ejemplares fueron determinados, excepto algunos pocos que fue imposible identificar, principalmente por falta de estructuras reproductoras.

Arias *et al.* (2012), reportaron 15 especies de nopales (13 del género *Opuntia* y dos de *Nopalea*), para el Valle de T-C, este resultado es distinto al generado en este trabajo, la diferencia en el número de especies se debe a que en el presente estudio no se consideró a *N. cochenillifera* por ser una especie domesticada que se cultiva y aprovecha en la región (Casas *et al.*, 2001). Además porque ellos no incluyen a *O. chiangiana* descrita por Scheinvar y Manzanero en 2009; mientras que consideran a *O. olmeca* descrita por Pérez, Reyes & Brachet en 2005, sinónimo de *O. tehuacana*; *O. pumila* sinónimo de *O. pubescens*; y por último *O. puberula* sinónimo de *O. decumbens*.

Si bien Arias *et al.* 2012 consideran los nombres antes mencionados como sinónimos, en este trabajo se considera que sí representan especies distintas, basándose en las características distintivas que fueron discutidas en las fichas descriptivas. Para aclarar estas discusiones, son de utilidad estudios comparativos con análisis morfométricos (p. ej. Sánchez *et al.*, 2013) que ayudan a identificar caracteres que permitan delimitar especies. Entre las herramientas más recientes para la identificación taxonómica están los análisis moleculares, como los de la variación de secuencias de DNA ortólogo (Hebert *et al.*, 2003).

Aunque se cuenta con un número de colectas significativo respecto al total de registros encontrados de nopales silvestres, no fue posible encontrar todas las especies que han sido reportadas para el Valle de T-C (*O. chiangiana*, *O. olmeca* y *O. stricta* var. *tehuantepecana*) esto podría deberse a que estudios anteriores sugieren que estas especies son endémicas o que presentan una distribución restringida dentro del Valle, cabe resaltar que esas mismas especies que no fueron encontradas, también son las que tienen menor número de registros en los herbarios, lo cual apoya la hipótesis de sobre su distribución.

En términos de riqueza florística si se compara el Valle de T-C con otras áreas conocidas florísticamente, la diversidad de plantas en el Valle de T-C es inusualmente alta

(Dávila *et al.*, 2002), esto se debe en gran medida a que es una zona de ecotonía donde confluyen algunas comunidades xerofitas propias de climas áridos y semiáridos de América del Norte, con otras comunidades tropicales de la zona árida de la Cuenca río Balsas (Villaseñor *et al.*, 1990).

Con respecto a la riqueza en especies de nopales silvestres, encontramos que el Valle de T-C cuenta con un número considerable, aproximadamente el 20 % del total que hay en México según Scheinvar *et al.* (en prensa) y esto puede ser debido a la heterogeneidad de hábitats del Valle de T-C, que permite la presencia y distribución de especies de nopales afines a diversas asociaciones vegetales.

Comparando el número de especies de nopales del Valle de T-C con regiones tanto del norte como del sur de México, con base a la información de distribución de Guzmán *et al.*, 2007, se observa que las especies que el Valle comparte con la región al norte (Hidalgo), tienen su límite de distribución en Oaxaca, y si comparamos con una región al sur (Guerrero), las especies que estos comparten no se distribuyen más allá del estado de Puebla, esto nos dice que el Valle T-C es una zona donde confluyen especies de nopales del norte y del sur de México.

A pesar de que el método utilizado en el presente estudio no permite saber la abundancia relativa de las especies de nopales silvestres presentes en el Valle de T-C, se podría sugerir que las especies que cuentan con un mayor número de registros son las más abundantes. Por ejemplo *O. pilifera* fue la especie con un mayor número de registros, seguida de la *O. huajuapensis* y *O. depressa*. Asimismo las especies con menos registros *O. stricta* var. *tehuantepecana*, *O. chiangiana* y *O. olmeca*, serían las menos abundantes.

Otra evidencia que apunta en esa dirección es que para el caso *O. huajuapensis* y *O. pilifera* están registradas en un mayor número de localidades lo que sugiere que están bien representadas en el Valle de T-C. Pero para el caso de *O. lasiacantha* que aunque cuenta con un gran número de registros en diferentes localidades, únicamente se encontró distribuida en la porción sur del Valle.

Además si también consideramos los tipos de vegetación en los cuales se distribuyen los nopales silvestres, tenemos que el bosque tropical caducifolio cuenta con un mayor número de especies (17) seguido del matorral xerófilo (14) y por último el bosque de coníferas y encinos (10). Otro aspecto notable es que ciertas especies fueron generalmente

encontradas en ciertos tipos de vegetación como el caso de *O. lasiacantha* que fue mayormente registrada en el bosque de coníferas y encinos, y para otros tipos de vegetación no se hizo ningún registro, o la *O. parviclada*, *O. tehuacana* y *O. velutina* que no fueron registradas ni una sola vez en ese mismo ambiente.

Y también se puede observar que la *O. decumbens*, *O. puberula* y en menor cantidad la *N. auberi*, tienen afinidad por las zonas de menor altitud en las localidades por donde corren los principales ríos del Valle T-C. Sin embargo para sacar conclusiones más acertadas sobre estos temas es necesario realizar estudios con métodos que permitan evaluar estas hipótesis

Es interesante resaltar que debido a la facilidad que tienen los nopales para propagarse, resultan altamente proclives a ser trasladados por las actividades humanas, esto puede evidenciarse directamente en campo cuando se encuentran frecuentemente algunas especies en zonas perturbadas como caminos, tierras de cultivo y poblados. Entonces se podría pensar que algunas especies se ven favorecidas por los disturbios y cambios de uso de suelo, sin embargo hay muchas otras que no toleran el disturbio y a eso se podría deber su limitada distribución.

Ninguna de las especies de nopales que están incluidos en este trabajo cuenta con alguna categoría de riesgo mayor. Todas las especies encontradas en el Valle de T-C se encuentran dentro del apéndice II de CITES, ninguna se encuentra en alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y dentro de la Lista Roja de la IUCN la mayoría de las especies están en la categoría de Preocupación Menor, pero no se incluye a *O. chiangiana*, *O. olmeca* y *O. pumila*, debe ser considerado que las dos primeras especies son endémicas y de distribución restringida en el Valle al hacer una evaluación de riesgo.

Se buscó que la clave dicotómica generada incluyera varias características de las especies, para facilitar la identificación aún cuando no se cuente con estructuras reproductoras, ya que la identificación de estas especies en ocasiones resulta muy complicada si no se cuenta con dichas estructuras.

En este trabajo se buscó que la información contenida en las fichas descriptivas fuera lo más completa posible, haciendo una síntesis de información recabada en campo y en la literatura, así también complementando lo mejor posible con ilustraciones de las

diferentes características de cada una de las especies encontradas, que resulta una herramienta muy útil para la identificación de estas plantas.

El generar información nueva que incremente las colecciones biológicas sustentadas por material científico es relevante porque así se actualiza y depura la información ya existente, este trabajo contribuyó directamente a incrementar la colección de cuatro herbarios y la generación de un área destinada al Valle de T-C en la Colección *ex situ* de Nopales Silvestres Mexicanos del Jardín Botánico del IB-UNAM.

Gracias a la búsqueda bibliográfica, la revisión de diferentes colecciones biológicas y al trabajo de campo, realizados en este trabajo, se generó una importante aportación de datos y material científico que enriquece el conocimiento de los nopales silvestre del Valle de T-C.

8. CONCLUSIÓN

Se presentó la descripción y distribución de 18 especies de nopales silvestres de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* para el Valle de T-C, debido a la complejidad taxonómica que presentan estos géneros y para poder dilucidar las controversias que se han generado en los casos particulares de la *O. decumbens* vs. *O. puberula*, *O. tehuacana* vs. *O. olmeca* y *O. pubescens* vs. *O. pumila* son necesarios más estudios dirigidos específicamente a ese objetivo.

Gracias a los trabajos realizados en el Valle de T-C se cuenta con una buena información sobre las especies de nopales silvestres distribuidos en el Valle, pero es requerido el incremento y actualización de la información.

Los estudios que nos permiten conocer la riqueza, la distribución y la presencia de especies endémicas o de distribución restringida, generan conocimientos básicos que pueden ser utilizados en otras investigaciones y para diversos propósitos, como los estudios biogeográficos, ecológicos, evolutivos, entre otros. Así también son de utilidad para la implementación de planes de manejo adecuados, que permitan la conservación y protección de las especies, porque aunque la región ya fue decretada como área natural protegida, los problemas de cambio de uso de suelo y deforestación, incrementan en esta región. Estos estudios también pueden ser usados en el adecuado aprovechamiento de los recursos, ya que las especies de los géneros *Opuntia* y *Nopalea* son de gran importancia económica para nuestro país, por su variedad de usos.

Se espera que la clave dicotómica ayude a la fácil identificación de las especies y que el nuevo material científico que se incluyó en las colecciones sea de utilidad.

Los datos que fueron generados durante la elaboración de este trabajo formaron parte de la base de Nopales Silvestre que formó parte del proyecto GE005 CONABIO y en la actualidad del proyecto Atlas de Nopales Silvestres realizados en el Laboratorio de Cactología del Jardín Botánico del IB-UNAM, además todas las imágenes generadas, forman parte de las bases fotográficas de dicho Laboratorio.

9. LITERATURA CITADA

- Anderson, E.F. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press. Portland, Oregon.
- Arias, S., S. Gama-López, L.U. Guzmán-Cruz y Vázquez-Benítez B. 2012. *Cactaceae* Juss. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 95. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Bravo, H. H. 1930. Contribución al conocimiento de la flora mexicana. Las cactáceas de Tehuacán. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* **1**: 87-124.
- Bravo-Hollis, H. 1931. Contribución al conocimiento de las cactáceas de Tehuacán. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 51 p.
- Bravo-Hollis, H. 1978. *Las Cactáceas de México*. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
- Bravo-Hollis, H. y L. Scheinvar. 1999. *El interesante mundo de las cactáceas*. Fondo de Cultura Económica. México. D. F.
- Britton, N. L. y J. N. Rose. 1919. *The Cactaceae: Descriptions and illustrations of plants of the cactus family*. Vol. 1. The Carnegie Institution of Washington. Washington D. C.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, J. L. Viveros, J. Caballero, L. Cortés, P. Dávila, R. Lira e I. Rodríguez. 2001. Plant resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany* **55**(1): 129-166.
- CITES. [Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora]. 2013. Apéndices I, II y III. <<http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>> (Consultado en agosto del 2013).
- COMENTUNA, Red Nopal y CONABIO. 2008. *Nopales, tunas y xoconostles*. Consejo Mexicano de Nopal y Tuna, A. C./Red Nopal/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2008. *Portal de Geoinformación*. División política estatal 1: 1000000. <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>> (Consultado en abril del 2012).

-
- CONABIO. [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. 2008. *Portal de Geoinformación. Vegetación potencial Escala 1:4000000*. <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>> (Consultado en abril del 2012).
- CONANP [Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas]. 2011. *Sistema de información geográfica. Áreas Naturales Protegidas Federales de México 1:4000000* <<http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/informacion/info.htm>> (Consultado en abril del 2012).
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York.
- Cruz-Cisneros R. y J. Rzedowski. 1980. Vegetación de la Cuenca del Río Tepelmeme, Alta Mixteca, Estado de Oaxaca (México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Instituto Politécnico Nacional* **22**: 19-88.
- Dávila-Aranda, P. 1983. Flora genérica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 694 p.
- Dávila-Aranda, P., J. L. Villaseñor R., R. Medina L., A. Ramírez R., A. Salinas T., J. Sánchez-Ken y P. Tenorio L. 1993. Listados Florísticos de México X. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.
- Dávila P., M. del C. Arizmendi, A. Valiente-Banuet, J. L. Villaseñor, A. Casas y R. Lira. 2002. Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation* **11**: 421-442.
- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Gibson, A. C. y P. S. Nobel. 1986. *The Cactus Primer*. Harvard University Press. Cambridge, Mass.
- Goytia-Jiménez, M. A. y D. Granados-Sánchez. 1981. Estudio florístico-sinecológico del Valle de Tehuacán, Puebla. En: Resúmenes, VIII Congreso Mexicano de Botánica. p. 178-179.

-
- Guzmán, L., S. Arias y P. Dávila. 2007. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D. F.
- Griffith, M. P. y M. Porter. 2009. Phylogeny of Opuntioideae (Cactaceae). *International Journal of Plant Sciences* **170**(1): 107-116.
- Hebert, P. D. N., A. Cywinska, S. Ball, J. R. de Waard. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **270**: 313-32.
- Hernández, M. H. y H. Godínez A. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* **26**: 33-52.
- Hunt, D. 1999. *CITES cactaceae Checklist*. Royal Botanic Gardens Kew/International Organization for Succulent Plant Study. Melbourne Port.
- Hunt, D. 2006. *The New Cactus Lexicon*. Vol. 1. dh books. Melbourne Port.
- IUCN [International Union for Conservation of Nature]. 2013. Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. (Consultado en agosto del 2013).
- Jaramillo-Luque, V. J. 1982. Ordenación y clasificación de vegetación en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 91 p.
- Jaramillo-Luque, V. y F. González-Medrano. 1983. Análisis de la vegetación arbórea en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **45**: 49-64.
- Ledezma-Menxueiro, A. R. 1979. Tipos de vegetación y algunas características ecológicas en que se desarrolla, en los Municipios de Caltepec y Zapotitlán Salinas. Puebla. México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey.
- Leuenberger, B. E., 1976. *Die Pollenmorphologie der Cactaceae, und ihre Bedeutung für die Systematik, Mit Beiträgen zur Methodik rasterelektronenmikroskopischer Pollenuntersuchungen und mit EDV-unterstützten Korrelationsanalysen*. J. Cramer. Vaduz.
- Llovera-Lozano, J. 1985. Aislamiento y caracterización de bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico de rizosfera de nopal *Opuntia* sp. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. 47 p.

-
- MacNeish, R. 1967. A summary of subsistence. En: Byers D. (ed.). *The Prehistory of the Tehuacán Valley. Environment and Subsistence*. Vol. 1. University of Texas Press. Austin. p. 290-309.
- Majure, L. C., R. Puente, M. P. Griffith, W. S. Judd, P. S. Soltis y D. E. Soltis. 2012. Phylogeny of *Opuntia* s.s. (Cactaceae): Clade delineation, geographic origins, and reticulate evolution. *American Journal of Botany* **99**(5): 847-864.
- Martínez, M. 1948. Algunas observaciones relativas de la flora de Cuicatlán, Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México* **19**: 365-391.
- Meyrán-García. J. 1980. *Guía botánica de cactáceas y otras suculentas del Valle de Tehuacán*. Sociedad Mexicana de Cactología, México.
- Miranda, F. 1948. Datos sobre la vegetación en la cuenca alta del Papaloapan. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México* **19**: 333-364.
- Ochoa-Tejeda, V. 2001. Geomorfología, clima y vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán Pue. Oax. México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 88 p.
- Pimienta, E. 1997. El nopal en México y el mundo En: C. Valles-Septién (ed.). *Suculentas Mexicanas: Cactáceas*. Sociedad Mexicana de Cactología /Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. p. 87-94.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México D. F.
- Sánchez, D., S. Arias y T. Terrazas. 2013. Análisis morfométrico de las especies de *Echinocereus* sección *Triglochidiati* (Cactaceae) en México. *Brittonia* **65**(3): 368-385.
- Scheinvar, L., G. Olalde y C. Gallegos. “en prensa”. *Atlas de Nopales Silvestres*. SAGARPA/SINAREFI.
- SEMARNAP [Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca] 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Tehuacán-Cuicatlán ubicada en los estados de Oaxaca y Puebla. Diario Oficial de la Federación, 18 de septiembre de 1998.
- SEMARNAT [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su

-
- inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 2a sección, 30 de diciembre de 2010.
- Smith, C. E. Jr. 1965. Flora, Tehuacan Valley. *Fieldiana, Botany* **31**(4): 101-143.
- SSP [Secretaría de Programación y Presupuesto]. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico.
- Stuppy, W. 2002. Seed Characters and the generic classification of the Opuntioideae (Cactaceae). En: Hunt D. y N. Taylor (eds.). *Studies in the Opuntioideae (Cactaceae)*. David Hunt. Melbourne Port. p. 25-58.
- Valiente-Banuet, A., A. Casas, A. Alcántara, P. Dávila, N. Flores-Hernández, M. del C. Arizmendi, J. L. Villaseñor y J. Ortega R. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **67**: 24-74.
- Villaseñor, J. L. 1982. Las Compositae del valle de Tehuacán-Cuicatlán flora genérica. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 174 p.
- Villaseñor, J. L., P. Dávila y F. Chiang. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **50**: 135-149.
- Zavala-Hurtado, J. A. 1982. Estudios ecológicos en el Valle semiárido de Zapotitlán, Puebla. I. Clasificación numérica de la vegetación basada en atributos binarios de presencia o ausencia de las especies. *Biótica* **7**(1): 99-120.