

El microhábitat de *Mammillaria magnimamma* Haw. (Cactaceae) en el municipio de El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala, México

The micro-habitat of *Mammillaria magnimamma* Haw. (Cactaceae) in the municipality of El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala, Mexico

Aurelio Colmenero-Robles✉*, Salvador Acosta-Castellanos**,
Imelda Rosas-Medina*

Colmenero-Robles, A., Acosta-Castellanos, S., & Rosas-Medina, I. (2022).
El microhábitat de *Mammillaria magnimamma* Haw. (Cactaceae) en el
municipio de El Carmen Tequexquitla, Tlaxcala, México. *Investigación y
Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(85), e4167,
<https://doi.org/10.33064/iycuaa2022854167>

RESUMEN

La familia Cactaceae en el estado de Tlaxcala está representada por los géneros *Coryphanta*, *Cylindropuntia*, *Mammillaria*, *Marginatocereus*, *Myrtillocactus*, *Opuntia* y *Stenocactus* con un total de 28 especies. El género *Mammillaria* comprende cinco especies: *M. discolor*, *M. haageana*, *M. magnimamma*, *M. rhodantha* y *M. uncinata*. Los estudios florísticos han citado la presencia de *M. magnimamma* en los bosques de pino piñonero y matorrales xerófilos de la Cuenca Oriental del territorio tlaxcalteca. En este trabajo se documenta por primera vez la presencia de *M. magnimamma* en el municipio de El Carmen Tequexquitla, sobre lomeríos de origen ígneo cubiertos por *Yucca*, *Agave*, *Opuntia*, *Dasyliirion* y *Mimosa*. Las variantes de los microhábitats y el censo de la población de *M. magnimamma* se determinaron en las localidades de mayor densidad. Se concluye que el microhábitat particular sobre rocas fisuradas, profundidad del suelo, efecto de nodricidad y el bajo impacto antropogénico, favorecen la sobrevivencia de la población de *M. magnimamma*.

Palabras clave: Carmen Tequexquitla; lomeríos; rocas ígneas; matorral xerófilo; Cuenca Oriental.

Recibido: 9 de agosto de 2021 Aceptado: 1 de diciembre de 2021

*Beca COFAA-IPN. Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Adolfo López Mateos. Edificio de la Secretaría Académica, 2º piso, Av. Luis Enrique s/n., Col. Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero, C. P. 07320, Ciudad de México, México. Correo electrónico: acolmenero@ipn.mx; irosasm@ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4959-7663>; <https://orcid.org/0000-0001-6616-3808>

**Beca COFAA-IPN. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Calle E. Zapata 28 int. E303, San Pedro Xalpa, Alcaldía Azcapotzalco, C. P. 02710, Ciudad de México, México. Correo electrónico: salvacst@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4388-4032>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

The Cactaceae family in the State of Tlaxcala is represented by the genera *Coryphanta*, *Cylindropuntia*, *Mammillaria*, *Marginatocereus*, *Myrtillocactus*, *Opuntia*, and *Stenocactus* with a total of 28 species. The genus *Mammillaria* comprises five species: *M. discolor*, *M. haageana*, *M. magnimamma*, *M. rhodantha*, and *M. uncinata*. Floristic studies have cited the presence of *M. magnimamma* in the forests of pinyon pine and xerophilous scrub of the Oriental Basin of the territory of Tlaxcala. It is documented for the first time the presence of *M. magnimamma* in the municipality of El Carmen Tequexquitla, on hills of igneous origin with xerophilous scrub of *Yucca*, *Agave*, *Opuntia*, *Dasylium*, and *Mimosa*. The variants of the microhabitats and the census of the *M. magnimamma* population were determined in the localities with the highest density. It is concluded that the special microhabitat on fissured rocks, the soil depth, effect of nurse plants, and low anthropogenic impact, favors survival of *M. magnimamma* population.

Keywords: Carmen Tequexquitla; hills; igneous rocks; xerophilous scrub; Oriental Basin.

INTRODUCCIÓN

Las cactáceas en México y en otros países del Continente Americano forman parte del grupo de las fanerógamas más vulnerables, ya que muchas de sus poblaciones han sido afectadas por causas naturales y antrópicas (Cavalcante Cardoso, Calvente, Ferreira Dutra, & Sakuragui, 2018; Hernández & Godínez, 1994). Las evidencias más notables que reflejan la destrucción de su hábitat tienen su origen en incendios, apertura de nuevas áreas para la agricultura, construcción de caminos, de represas, crecimiento urbano no planeado, actividades recreativas no reguladas, actividad minera y extracción de material pétreo (García Ponce, 2002; Hernández & Gómez-Hinostrosa, 2015). El ramoneo de la ganadería extensiva en los matorrales xerófilos afecta la cobertura y modifica el microhábitat durante las primeras etapas del crecimiento juvenil de las cactáceas; además, el pisoteo del ganado causa un efecto sinérgico negativo sobre el ciclo de vida de este grupo (Jiménez Sierra, 2011). La extracción y comercio ilegal de especies también afecta seriamente las poblaciones, especialmente de aquellas especies con alto grado de endemismo y rareza (Valverde et al., 2009). Esto puede ocasionar fragmentación de poblaciones y alteraciones en procesos fundamentales como polinización, dispersión de semillas y pérdida de diversidad genética entre especies a consecuencia de la baja densidad en su hábitat (Huamaní-Sulca, De la Cruz-Arango, Chuchón-Martínez, & Peláez-Peláez, 2020).

Respecto al origen de las cactáceas, las condiciones de aridez que surgieron en Norteamérica durante el Mioceno favorecieron la diversificación de géneros de las familias Fabaceae, Burseraceae, Agavaceae y Cactaceae. En esta última los géneros *Echinocereus* y *Mammillaria* mostraron las mayores tasas de diversificación, como puede apreciarse actualmente en el centro-occidente de México y suroeste de EE. UU. (Hernández-Hernández, Brown, Schlumpberger, Eguiarte, & Magallón, 2014). En el Continente Americano el género *Mammillaria* comprende alrededor de 155 especies desde el sur de EE. UU., México, Las Antillas, algunos países de Centroamérica y hasta el norte de Sudamérica (Britton & Rose, 1963; Hernández & Gómez-Hinostrosa, 2015). El género tiene en México su principal centro de diversificación y forma parte de todas aquellas comunidades vegetales presentes en zonas áridas y semiáridas; el hábitat

comprende desde zonas de litoral hasta áreas montañosas con bosques mixtos o bosques de coníferas (Bravo Hollis & Sánchez-Mejorada, 1991).

En el territorio mexicano *M. magnimamma* es una especie endémica que se distribuye entre cotas altitudinales entre 1,700 y 2,600 m s. n. m., en planicies y suelos someros o profundos, desde el norte al centro de México (Guzmán, Arias, & Dávila, 2003; Valverde, Quijas, López-Villavicencio, & Castillo, 2004). Los estudios filogenéticos del género *Mammillaria* han permitido establecer 23 series. Los patrones biogeográficos de la serie *Stylothelae* se distribuyen en toda la parte central del territorio mexicano; sin embargo, el grupo *Mercadensis* solo se distribuye al oeste del meridiano 102°W en Durango, Jalisco, Zacatecas y sur de Coahuila; el grupo *Crinita* al este en Guanajuato, Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí y al sur de Tamaulipas. No es el caso para los miembros del grupo *Bombycina* que se distribuyen a ambos territorios de dicho meridiano en Jalisco y Aguascalientes (Butterworth, 2003).

En el estado de Tlaxcala, a diferencia de las familias Asteraceae, Poaceae y Fabaceae que reúnen alrededor de 160 géneros, Cactaceae solo está integrada por los géneros: *Coryphanta*, *Cylindropuntia*, *Mammillaria*, *Marginatocereus*, *Myrtillocactus*, *Opuntia* y *Stenocactus* con un total de 26 especies. El género *Mammillaria* comprende las especies *M. discolor*, *M. haageana*, *M. magnimamma*, *M. rhodantha* y *M. uncinata* (Castillejos Cruz & Ramírez Ramírez, 1992; Castillejos Cruz, Solano Camacho, & Ángeles, 2007).

Los individuos de *M. magnimamma* son de forma cónica, simple o cespitosa, formando pequeños o grandes clones, con el ápice aplanado, algo hundido en el centro; raíz napiforme profunda; látex en ocasiones lechoso abundante; tubérculos cónicos dispuestos en espiral, axilas con lana blanca; aréolas obovadas a circulares, con lana blanca pasando a negruzca, espinas en número y forma variables; las radiales y subuladas, muy variables en forma y disposición; espinas centrales 1-2 o generalmente ausentes, divergentes y dirigidas hacia los lados o en diferentes direcciones; flores campanuladas, dispuestas en dos círculos colocados en la proximidad del meristemo apical; filamentos de color crema en la base y rojizos en la parte superior; estilo de color crema; frutos rojo-purpúreos en estado maduro; semillas piriformes de color negro a castaño (Lerner de Scheinvar, 2001).

El objetivo del presente trabajo consistió en identificar los microhábitats y llevar a cabo el censo de la población de *M. magnimamma* en las localidades de mayor densidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El municipio de El Carmen Tequexquitla (figura 1) se localiza al extremo oriental del estado de Tlaxcala, ocupa una superficie de 45.48 km², entre los paralelos 19° 24' y 19° 17' norte y entre los meridianos 97° 37' y 97° 44' oeste. Colinda al oeste con los municipios de Atlzayanca y Cuapiaxtla, ambos del territorio tlaxcalteca; al este con el municipio de Oriental, al norte con el municipio de Libres y al sur con el municipio de San José Chiapa, los cuales pertenecen al estado de Puebla (INEGI, 2010). Entre los poblados importantes del municipio sobresalen Villa de El Carmen Tequexquitla, La Soledad, Colonia Vicente Guerrero, el Barrio de Guadalupe y Mazatepec (Gobierno del Estado de Tlaxcala, 1 de octubre de 2014).

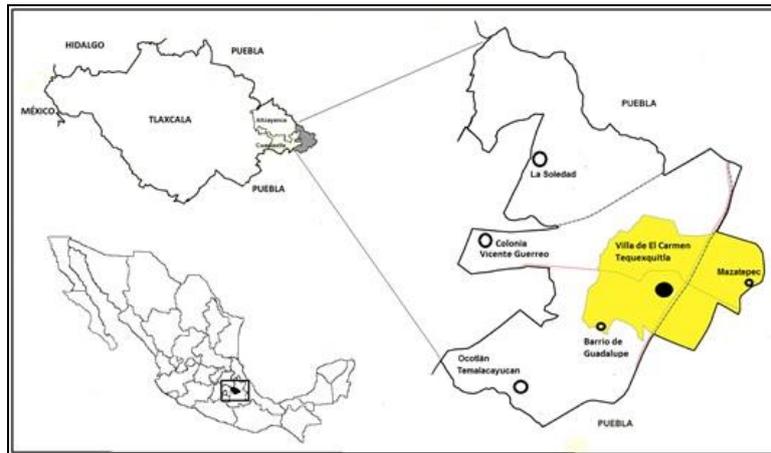


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de El Carmen Tequexquilita ubicado en la Cuenca Oriental. Elaboración propia a partir de INEGI (2010).

Caracterización ambiental

Geomorfología. Destacan la llanura con lomerío y mesetas basálticas escalonadas bajas, ya que se encuentran a 2,400 m s. n. m. y no sobrepasan los 2,550 m s. n. m. En este mismo sentido, las elevaciones cerillos sobresalen con altitudes de hasta 2,700 m s. n. m. localizados al norte y noroeste del poblado de La Soledad (INEGI, 2010).

Climas. Los climas son del tipo $C(w)_0$ templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad y el tipo BS_{1k} semiseco templado con lluvias en verano (INEGI, 2010). La temperatura promedio anual es 13.8°C y la precipitación promedio anual es de 447.8 mm (Díaz Padilla; Medina García, Ruíz Corral, & Serrano Altamirano, 2009)

Geología. Los rasgos geológicos del área municipal se componen de rocas ígneas extrusivas del neógeno. Las tobas intermedias que recubren brechas volcánicas. El material aluvial del Cuaternario, producto de la acción de las lluvias, está conformado por arenas de color claro y compuesto por fragmentos rocosos (INEGI, 2010).

Suelos. El municipio se caracteriza por cinco tipos: Regosol, Cambisol, Litosol, Fluvisol y Solonchak. El Regosol es un suelo muy poco desarrollado con horizonte A ócrico; el Cambisol presenta un horizonte de duripan o tepetate; el Litosol es un suelo poco profundo, la roca se encuentra a menos de 10 cm de profundidad; el Fluvisol tienen origen en los sedimentos fluviales con materia orgánica escasa; el Solonchak es un suelo arcilloso con acumulación de sales, bien desarrollado y profundo (INAFED, s. f.).

Hidrografía. Al interior del municipio la hidrografía se constituye por los caudales que solo ocurren durante la época de lluvias donde sobresale el río Atzayanca, cuyo origen proviene de los escurrimientos de la última sección orográfica del parteaguas que sirve de límite con el municipio de Libres. Al oriente del municipio se localiza la laguna de Totolcingo, un gran cuerpo receptor de agua salobre que colinda con el estado de Puebla (INAFED, s. f.).

Vegetación. El área territorial municipal forma parte de las zonas áridas y semiáridas de la Cuenca Oriental con matorral xerófilo, *sensu* Rzedowski (1978) se aprecian las siguientes especies: *Yucca periculosa*, *Nolina parviflora*, *Junniperus deppeana*, *Opuntia streptacantha*, *Agave obscura*, *Amelanchier denticulata*, *Croton ciliatoglandulifer*, *Bouvardia terniflora*, *Bouteloua curtipendula*, entre otras (Granados Victorino, Granados Sánchez, & Sánchez-González, 2015). Al interior del área municipal de El Carmen, en la cima del cerro Las Peñas (2,700 m s. n. m.) se aprecia el bosque de pino piñonero (Díaz Pérez & Plascencia Hipólito, 1997). El matorral xerófilo (figura 2) es el más extenso, más o menos conservado, que cubre varios lomeríos constituidos por *Yucca periculosa*, *Dasyllirion* sp. y *Nolina parviflora*; así como especies de los géneros *Opuntia*, *Mimosa*, *Agave*, *Bouvardia*, *Salvia*, *Stevia*, *Tagetes*, *Ipomoea*, *Bouteloua* y *Cheilanthes*. El pastizal halófilo se localiza en la margen de la laguna Totolcingo, con los siguientes elementos florísticos: *Distichlis spicata*, *Suaeda diffusa*, *Cyperus* sp., *Solanum rostratum*, *Bouteloua* sp. y *Rhynchospora setacea* (Díaz Pérez & Plascencia Hipólito, 1997).

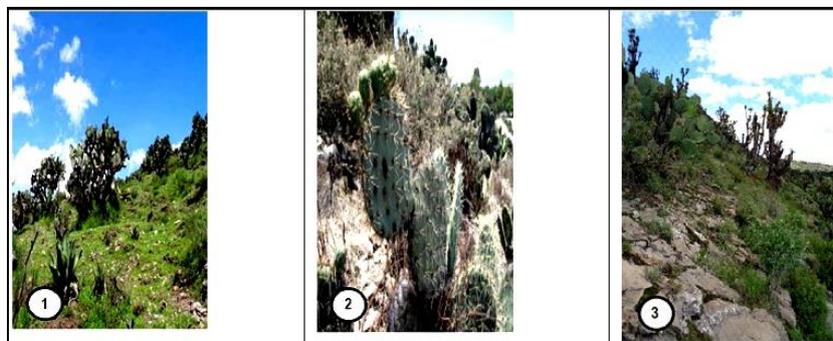


Figura 2. Aspectos del matorral xerófilo donde se ubican las poblaciones de *M. magnimamma*. Localidad 1 (cerro Huaytepec); localidad 2 (cerro Totolcingo); localidad 3 (lomeríos al sureste del Barrio de Guadalupe).

Fotografías del equipo de investigación.

En cuanto al trabajo de campo, para el presente estudio a fin identificar los distintos microhábitats de las poblaciones de *M. magnimamma* en una primera etapa se realizaron transectos en tres localidades y se identificó el tipo de vegetación de acuerdo con Rzedowski (1978). La primera localidad seleccionada fue la ladera sur del cerro Huaytepec ubicado al norte del municipio de El Carmen; la segunda corresponde a la ladera occidental del cerro Totolcingo, cercano a Mazatepec; la tercera localidad la representa el lomerío al sureste del Barrio de Guadalupe (figura 3). Los transectos se diseñaron en línea recta con una longitud aproximada de 30 m x 5 m de ancho. En el caso de la ladera al sur del Barrio de Guadalupe y del cerro Totolcingo se trató de mantener ese diseño; sin embargo, la presencia de grandes rocas, cactáceas arborescentes y debido a la densidad de los arbustos hizo necesarios algunos ajustes para mantener el esquema de observación.

En cada una de dichas localidades se realizaron observaciones de individuos o colonias de *M. magnimamma* referentes al microhábitat, considerando la profundidad del suelo, fisura de rocas, suelo con fragmento de rocas y posibles condiciones de nodricidad con algunos elementos florísticos del matorral xerófilo. Asimismo, se determinaron de forma visual los patrones de distribución en cada una de las

localidades. En la segunda etapa se diseñaron 50 cuadrantes de 2 m x 5 m, de los cuales se seleccionaron 10 cuadrantes al azar con el objetivo de realizar el censo de las poblaciones de *M. magnimamma*. Se colocó horizontalmente un primer hilo piola en la parte superior de la ladera con una longitud de 10 m. Un segundo hilo se tendió desde la parte superior hacia abajo de la ladera en ángulo de 90° con longitud de 50 m. Sobre el primer hilo se marcó distancia cada 2 m y en el segundo cada 5 m; lo que permitió formar un mosaico de 50 cuadros que en total cubrieron 500 m². Se numeraron de izquierda a derecha; los primeros cuadros se codificaron como 1-1, 1-2, 1-3 y subsecuentes; en la segunda hilera se asignaron los códigos 2-1, 2-2, 2-3, así sucesivamente. Como complemento de esta etapa se registró el estado de floración o fructificación de las plantas. La identificación taxonómica de *M. magnimamma* se basó en la comparación de caracteres morfológicos de acuerdo con la descripción de Lerner de Scheinvar (2001).

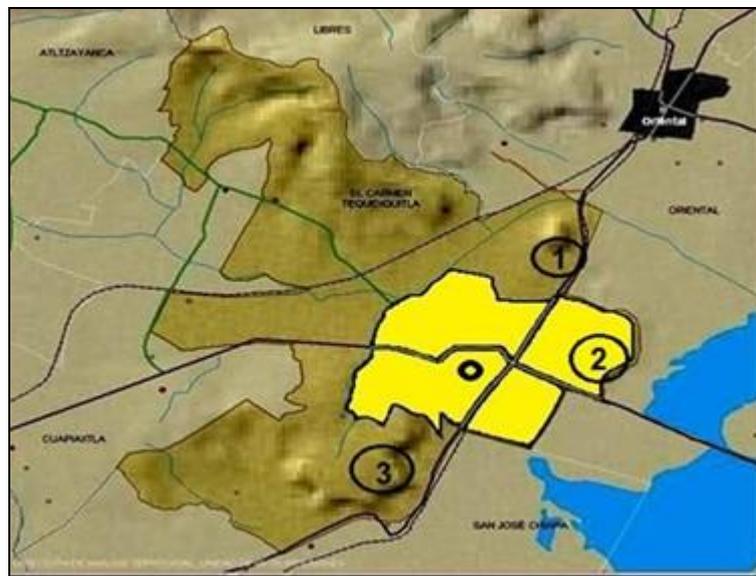


Figura 3. Las poblaciones de *M. magnimamma*. Localidad 1 (cerro Huaytepec); localidad 2 (cerro Totolcingo); localidad 3 (lomeríos al sureste del Barrio de Guadalupe). Elaboración propia con base en Secretaría de Desarrollo Social (2017).

RESULTADOS

En este estudio se documenta por primera vez la presencia de varias poblaciones de *M. magnimamma* en el municipio de El Carmen Tequexquitla; ya que Sánchez Flores (1993) las reportó en los municipios de Altzayanca y Cuapiaxtla y la obra de Hernández y Gómez-Hinostrosa (2015) cita esta especie en los municipios de Calpulalpan y Cuapiaxtla. El trabajo de campo realizado en el municipio de El Carmen Tequexquitla permite ampliar el área de distribución de esta especie. En cuanto a las condiciones ecológicas más sobresalientes de *M. magnimamma*, cuyas poblaciones suelen estar constituidas por un solo individuo o por crecimiento colonial y forman parte del matorral xerófilo, destacan los siguientes elementos florísticos: *Yucca periculosa*,

Dasyliirion sp., *Opuntia streptacantha* y *Agave* sp., elementos arbustivos de *Mimosa* y elementos herbáceos de *Bouvardia ternifolia*, *Penstemon* sp., *Croton* sp. y *Bouteloua* sp.

En cuanto a las observaciones en los recorridos de campo se reportó que en la localidad 1, ladera de exposición sur del cerro Huaytepec la pendiente presenta una inclinación de 30° con marcado sobrepastoreo y poca cobertura vegetal en el inferior (herbáceo), el estrato superior se caracteriza por la dominancia fisonómica de *Opuntia streptacantha*, *Agave* y *Yucca periculosa*; en esta localidad los individuos que conforman la población de *M. magninamma* presentan un patrón de distribución agregada donde predominan las formas coloniales sobre suelos más o menos profundos y con poca frecuencia sobre rocas fisuradas. En la localidad tres el lomerío alberga un matorral xerófilo de *Yucca-Agave* con laderas de 45° de pendiente; la población de esta especie presenta un patrón de distribución espacial muy continuo o regular favorecido por el sustrato rocoso, mismo que aflora en mayor proporción. En la localidad 2 la ladera occidental del cerro Totolcingo tiene una pendiente alrededor de 30°; predominan los géneros *Opuntia*, *Mimosa* y *Yucca*, la población presenta un patrón de distribución espacial muy similar a la localidad 3 con formas individuales y coloniales en distintas etapas de crecimiento. Solo en esta localidad se realizó el censo con el apoyo brindado por el dueño del predio muy cercano al cerro Totolcingo.

a) Los microhábitats

En los tres sitios las poblaciones de *M. magninamma* muestran condiciones distintas ante el efecto de las actividades antropogénicas. El ejemplo más evidente lo representa el sitio del cerro Huaytepec, con menor proporción del número de microhábitats en función de las condiciones del suelo y la baja proporción sobre el sustrato geológico. Los dos sitios restantes muestran un mayor número de microhábitats identificados que incluyen rocas fisuradas, suelo con fragmentos rocosos, suelo somero, suelo relativamente profundo y también coloniza áreas donde cohabita con los géneros *Mimosa* y *Opuntia*, que por la mayor frecuencia y espacio geográfico ocupado impiden los efectos adversos de las actividades antropogénicas. Estas condiciones se pueden apreciar en la figura 4.

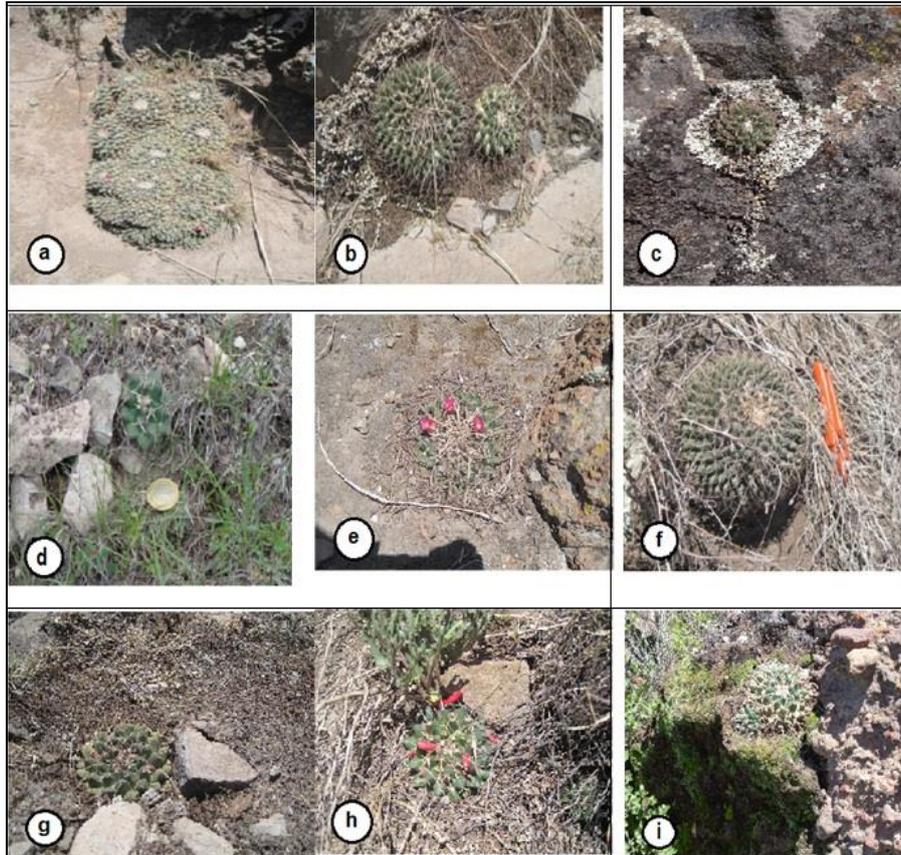


Figura 4. Microhábitats donde se desarrolla *M. magnimamma*. En a) Crecimiento colonial sobre suelo profundo (cerro Huaytepec). b) Individuos sobre suelo profundo (cerro Totolcingo). c) Crecimiento individual sobre roca fisurada (cerro Totolcingo). d) Individuo entre fragmentos de roca (lomerío al sureste del Barrio de Guadalupe). e) Individuo en etapa de floración (cerro Totolcingo). f) Individuo en etapa adulta. g) Crecimiento protegido entre rocas y musgos (cerro Totolcingo). h) Individuo en etapa de fructificación (cerro Totolcingo). i) Crecimiento individual sobre roca fisurada (cerro Huaytepec).
Fotografías de los autores.

b) El censo en la localidad del Cerro Totolcingo

Como resultado de la selección al azar los 10 cuadrantes se muestran en la tabla 1. Los registros de las formas de crecimiento corresponden a la localidad 2 (cerro Totolcingo). Estos resultados muestran que en las estructuras reproductivas (botones florales, flores y frutos) hay mayor presencia de botones florales y por hábito de crecimiento individual y colonial, los valores muestran una fuerte proporción de formas individuales sobre las coloniales en razón aproximada de 10 a 1. Como característica adicional, durante los meses de marzo hasta junio se aprecian individuos en la etapa de floración y fructificación.

Tabla 1
Censo de individuos por las formas de crecimiento y estructuras reproductivas de *M. magnimamma*

Rasgos sobresalientes		Cuadrantes seleccionados									
		1/1	2/4	3/5	4/3	5/1	6/1	7/3	8/3	9/1	10/2
Formas de crecimiento	Individual	4	9	5	11	30	21	4	4	2	7
	Colonial*		1*					2*	3*		
Densidad promedio		9.7 individuos /10 m ² (0.97 individuos/m ²) y con valor 0.6 colonias/10 m ² (0.06 colonias/m ²)									
Estructuras florales	Botones florales	4	10	5	11	30	21	6	9	2	7
	Flores	0	4	10	0	3	0	1	0	0	0
	Frutos	0	23	2	4	20	3	0	2	0	3

Nota: La tabla muestra la información de los 10 cuadrantes que cubren un área de 100 m² seleccionados de un área de 500m². Se aprecia la predominancia de las formas individuales. El valor de densidad promedio, no estandarizado, con un valor promedio de 9.7 individuos en 100 m y la cantidad de colonias es sustantivamente bajo. Finalmente, los datos en las estructuras florales sobresalen los botones florales. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Un alto porcentaje de las especies del género *Mammillaria* en México se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-2010 (SEMARNAT, 2010) o bajo el criterio de la IUCN y están catalogadas en la categoría de amenazadas o en peligro de extinción (Bracamonte & Tinoco Ojanguren, 2015; Hernández & Godínez, 1994). En el aspecto ecológico las especies del género *Mammillaria* se distribuyen en el bosque tropical caducifolio (Padilla-Lepe, Arreola-Nava, & Guzmán Hernández, 2011), en matorrales xerófilos (Hernández, Gómez-Hinostrosa, & Bárcenas, 2001; Pompa-Castillo, Luna-Cavazos, & García Moya, 2021; Ramos Álvarez & González Medrano, 1972), pastizales (Aquino García & Arias, 2010; Zamudio & Guzmán, 2017); con menos frecuencia en los bosque de encino (Aquino García & Arias, 2010; Meza-Rangel, Tafuya, Lindig-Cisneros, Sigala-Rodríguez, & Pérez Molphe-Balch, 2014), en bosques mixtos (Cabrera-Luna, Huerta-Cantera, Salinas-Soto, & Olvera-Valero, 2015; Martínez-Ávalos, Golubov, Arias, & Villarreal Quintanilla, 2011) y en bosque de coníferas (García Morales, 2013).

Otra serie de estudios abordan principalmente la característica morfológica de los frutos, la biología floral o los aspectos fisiológicos (Flores-Martínez, Manzanero Medina, Golubov, & Mandujano, 2013). La mayoría de ellos se ha realizado sobre la germinación de semillas (Benítez-Rodríguez, Orozco-Segovia, & Rojas-Aréchiga, 2004; Flores Martínez & Manzanero Medina, 2003; Ruedas, Valverde, & Castillo Argüero, 2000), los aspectos demográficos y dinámica poblacional (Deméneghi Calatayud, Navarro Carvajal, & Saldívar Sánchez., 2013; Ferrer, Durán, Méndez, Dorantes, & Dzib, 2011; Jiménez Sierra, 2011; Martínez-Ramos, Arroyo-Cosultchi, Mandujano, & Golubov, 2016) o sobre la diversidad genética de las especies de este género (Ibarra Suárez, 2009; Solórzano, Cuevas-Alducín, García-Gómez, & Dávila, 2014).

El trabajo de investigación realizado por Valverde, Trejo y Castillo (1999) en el Pedregal de San Ángel (Ciudad de México) considera que el factor lumínico y profundidad del suelo determinan las variantes en los microhábitats. Este carácter tan particular de la especie cuyas semillas son fotoblásticas positivas es un rasgo determinante en el posterior crecimiento de las plántulas (Ruedas et al., 2000). No menos importantes son las investigaciones sobre el comportamiento de sobrevivencia de varias especies del género *Mammillaria* a consecuencia de las actividades antrópicas (Santini González, 2007; Ureta & Martorell, 2009).

Por la amplia distribución de *M. magnimamma* en los once estados de la República Mexicana ha sido posible registrar las distintas variantes de hábitats desde los sustratos geológicos basálticos y riolíticos hasta los sustratos sedimentarios (calizas), la distribución en varios tipos de matorrales xerófilos, pastizales, bosques de encino o bosques de pino-encino (Hernández & Gómez-Hinostroza, 2015). En este sentido, los patrones de distribución y grado de poblamiento de *M. magnimamma* en la región del cerro Totolcingo confirma también los puntos de vista de Matías Palafox (2004), que indican que la elevada cantidad de individuos de una especie está fuertemente correlacionada con aquellos arbustos que propician la formación de *islas de fertilidad* y el fenómeno de *nodricismo*, situación que pudiera indicar dos efectos sinérgicos más que excluyentes. Asimismo, el éxito posible en el crecimiento de las poblaciones de las especies se favorece por el banco de semillas que se forma muy cerca del tallo como un patrón de reproducción iterópara (Rosas Barrera & Mandujano Sánchez, 2002; Santos-Díaz, Pérez Molphe-Balch, Ramírez-Malagón, Núñez-Palenius, & Ochoa-Alejo, 2010).

En una primera hipótesis se puede considerar que las poblaciones de *M. magnimamma* en general mantienen una dinámica de estabilidad por todos aquellos individuos en diferentes etapas de crecimiento. Este aspecto puede ser representativo de una marcada correlación de la historia de vida desde las etapas juveniles, sobrevivencia y fecundidad en el área geográfica del municipio, como lo destaca Hernández-Oria et al. (2003) para las poblaciones de *M. mathildae*. La presencia de las formas individuales de *M. magnimamma* fue observado por Bravo Hollis y Sánchez-Mejorada (1991) en el sustrato rocoso de la lava volcánica en el Pedregal de San Ángel.

Sobre la baja presencia de formas coloniales en la ladera del cerro Totolcingo y su comparación con las poblaciones de la ladera del cerro de Huaytepec con formas coloniales, este comportamiento colonial en la ladera de cerro Huaytepec parece que tiene como causa la frecuente actividad del sobrepastoreo del ganado ovino. Una situación semejante han reportado Ferrer et al. (2011) para *M. gaumeri* ante eventos extremos, como la frecuencia de huracanes o incendios, predominan las formas coloniales. En tanto, los valores de densidad promedio individuales que se obtuvieron fueron de 9.7/10 m², esto representa 0.97 individuos /m²; la densidad de las formas en colonias fue de 0.60/100 m² que se puede expresar con un valor de 0.006/m². Los resultados del presente concuerdan en otras especies del género con la densidad encontrada para *M. dixanthocentron* con 1.04 individuos/m² (Ramos López, 2008). En otro estudio realizado acerca de *M. magnimamma* por Trejo Núñez (1999) en la Reserva del Pedregal de San Ángel (Ciudad Universitaria de la actual Ciudad de México) registró una densidad de 0.06 individuos/m².

En otros estudios *M. pectinifera* presenta un promedio de 0.567 individuos/m² (Valverde et al., 2009); en el caso de *Mammillaria eriacantha* la densidad fue de 0.68 individuos/m² (Valencia-Díaz, Flores-Palacios, & Castillo-Campos, 2012); para el caso

de *Mammillaria humboldtii* se determinó una densidad de 0.7172 individuos/m² (Martínez-Ramos et al., 2016). Cabe aclarar que la colocación del hilo piola fue sumamente complicada sobre arbustos y opuntias. Por esta razón se decidió solo realizar el censo de las poblaciones de *M. magnimamma* en 10 cuadrantes que representan solo 25% de la superficie previamente planeada.

CONCLUSIONES

Los microhábitats identificados se localizaron en laderas y lomeríos con rocas de origen ígneo, cubiertas por matorral xerófilo y pastizal con uso pecuario. Resalta que las condiciones más propicias de los microhábitats se encuentran en el cerro Totolcingo y lomeríos al sur del Barrio de Guadalupe debido a la protección de la gran cantidad de rocas de basalto que sobresalen, los distintos arbustos y el bajo impacto antropogénico, lo que favorece la mayor densidad de esta especie. La remoción de especies arbustivas presentes en la ladera o modificación del sustrato rocoso del cerro Totolcingo y lomeríos al sureste del Barrio de Guadalupe podrían influir en el decaimiento del poblamiento de esta especie con el grave riesgo de llegar a umbrales negativos de sobrevivencia; efecto que puede observarse en el cerro de Huaytepec debido al marcado efecto del sobrepastoreo, ya que la población presenta un número menor de etapas juveniles.

REFERENCIAS

- Aquino García, D. A., & Arias, S. (2010). Cactáceas del Distrito de Nochixtlán, Oaxaca, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 55(3), 68-84. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/Cactaceasysuculentasmexicanas/2010/vol55/no3/1.pdf>
- Benítez-Rodríguez, J. L., Orozco-Segovia, A., & Rojas-Aréchiga, M. (2004). Light effect on seed germination of four *Mammillaria* species from the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Central Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 49(1), 11-17. doi: 10.1894/0038-4909(2004)049<0011:LEOSGO>2.0.CO;2
- Bracamonte T., J. A., & Tinoco Ojanguren, C. (2015). El género *Mammillaria*. *Nuestra Tierra*, 23, 18-19. Recuperado de <http://www.erno.geologia.unam.mx/uploads/nuestra-tierra/archivos/23/primavera2015.pdf>
- Bravo Hollis, H., & Sánchez-Mejorada, H. (1991). *Las cactáceas de México. Volumen III*. D. F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Britton, N. L., & Rose, J. N. (1963). *The Cactaceae: Descriptions and illustrations of plants of the Cactus Family. Vol. IV*. DC, US: Carnegie Institution of Washington.
- Butterworth, C. A. (2003). *Phylogenetic studies of Tribe Cacteeae (Cactaceae) with special emphasis on the genus Mammillaria* (Tesis de doctor, Iowa State University). doi: 10.31274/rtd-180813-11575
- Cabrera-Luna, J. A., Huerta-Cantera, H. E., Salinas-Soto, P., & Olvera-Valerio, D. (2015). Flora y vegetación de la Sierra El Rincón, Querétaro y Michoacán, México. *Botanical Sciences*, 93(3), 615-632. doi: 10.17129/botsci.168

Castillejos Cruz, C., & Ramírez Ramírez, R. I. (1992). *Florística y vegetación del estado de Tlaxcala* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperada de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000186325

Castillejos Cruz, C., Solano Camacho, E., & Ángeles, E. (2007). Florística del estado de Tlaxcala. En I. L. Luna, J. J. Morrone, & D. Espinosa Organista (Eds.), *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana* (pp. 255-271). D. F., México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Cavalcante Cardoso, W., Calvente, A., Ferreira Dutra, V., & Sakuragui, C. M. (2018). Anthropogenic pressure on the diversity of Cactaceae in a region of Atlantic Forest in Eastern Brazil. *Haseltonia*, 2018(24), 28-35. doi: 10.2985/026.024.0105

Deméneghi Calatayud, A. P., Navarro Carbajal, M. C., & Saldivar Sánchez, S. (2013). Dinámica poblacional de *Mammillaria pectinifera*, en el municipio de Santa Clara Huitziltepec, Puebla, México. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 59(3), 68-81. Recuperado de https://www.cactuspro.com/biblio_fichiers/pdf/CactSuccMex/Cactaceas_2013_3_O.pdf

Díaz Padilla, G., Medina García, G., Ruiz Corral, J. A., & Serrano Altamirano, V. (2009). Estadísticas climatológicas básicas del estado de Tlaxcala (Período 1961-2003). Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Recuperado de <https://docplayer.es/34406794-Estadisticas-climatologicas-basicas-del-estado-de-tlaxcala.html>

Díaz Pérez, M. L., & Plascencia Hipólito, M. C. (1997). *Caracterización fisonómica ecológica de la vegetación de la subcuenca de oriental Puebla-Tlaxcala-Veracruz* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000250999

Ferrer, M., Durán, F., Méndez, M. Dorantes, A., & Dzib, G. (2011). Dinámica poblacional de genets y ramets de *Mammillaria gaumeri* cactácea endémica de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89, 83-105. doi: 10.17129/botsoci.370

Flores Martínez, A., & Manzanero Medina, G. I. (2003). Germinación comparativa de especies del género *Mammillaria* endémicas de Oaxaca. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, Tomo XLVIII, año 48, No.2, 36-51.

Flores-Martínez, A., Manzanero Medina, G. I., Golubov, J., & Mandujano, M. C. (2013). Biología floral de *Mammillaria huitzilopochtli*, una especie rara que habita acantilados. *Botanical Sciences*, 91(3), 349-356. doi: 10.17129/botsoci.13

García Morales, L. (2013). The golden Mammillarias of Tamaulipas. *Xerophilia*, 2(5), 5-13. Recuperado de <https://xerophilia.ro/wp-content/uploads/2013/06/Xerophilia-nr.5-red.pdf>

García Ponce, G. (2002). Distribución y evaluación de las poblaciones naturales del género *Ariocarpus* (Scheidweiler) en Coahuila, México (Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). Recuperada de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5873/T13354%20ARCIA%20PONCE,%20GABRIEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Gobierno del Estado de Tlaxcala. (1 de octubre de 2014). Programa municipal de desarrollo urbano de El Carmen Tequexquitta. *Periódico Oficial 40*, Primera Sección. Recuperado de <http://periodico.tlaxcala.gob.mx/indices/Peri40-1a2014.pdf>

Granados Victorino, R. L., Granados Sánchez, D., & Sánchez-González, A. (2015). Caracterización y ordenación de los bosques de pino piñonero (*Pinus cembroides* subsp. *orizabensis*) de la Cuenca Oriental (Puebla, Tlaxcala y Veracruz). *Madera y Bosques*, 21(2), 23-43. doi: 10.21829/myb.2015.212443

Guzmán, U., Arias, S., & Dávila, P. (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. D. F., México: Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Hernández, H. M., & Godínez A., H. (1994). Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana*, 26, 33-52. doi: 10.21829/abm26.1994.690

Hernández, H. M., & Gómez-Hinostrosa, C. (2015). Mapping the cacti of Mexico. Their geographical distribution based on referenced records. Part II Mammillaria. En: *Succulent Plant Research* (Vol. 9). Inglaterra: dhbooks. Conabio, and Missouri Botanical Garden Press.

Hernández, H. M., Gómez-Hinostrosa, C., & Bárcenas, R. T. (2001). Diversity, spatial arrangement, and endemism of Cactaceae in the Huizache area, a hot-spot in the Chihuahuan Desert. *Biodiversity and Conservation*, 10, 1097-1112. doi: 10.1023/A:1016606216041

Hernández-Hernández, T., Brown, J. W., Schlumpberger, B. O., Eguiarte, L. E., & Magallón, S. (2014). Beyond aridification: Multiple explanations for the elevated diversification of cacti in the New World Succulent Biome. *New Phytologist*, 202(4), 1-16. doi: 10.1111/nph.12752

Hernández-Oria, J. G., Chávez Martínez, R., Galindo Sotelo, G., Hernández Martínez, M. M., Lagunas Solís, G., Martínez Romero, R., Sánchez Martínez, E. (2003). Evaluación de aspectos ecológicos de una población de *Mammillaria mathildae* Kraehenbuehl & Krainz en Querétaro. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 48(4), 100-110. Recuperado de <http://web.ecologia.unam.mx/cactsucmex/numeros/2003.html>

Huamaní-Sulca, R. E., De La Cruz-Arango, J., Chuchón-Martínez, S., & Peláez-Peláez, F. (2020). Endemic communities of Cactaceae in danger of extinction. A need for conservation of natural resources in the district of Pacaycasa. Ayacucho-Peru. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 92-109. doi: 10.36610/j.jsab.2020.080200092x

Ibarra Suárez, A. (2009). *Estudio de la diversidad genética de cactáceas endémicas del género Mammillaria del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca, México* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperada de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000656459

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. El Carmen Tequexquitta, Tlaxcala* [Documento en formato pdf]. México: Autor. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/29/29007.pdf

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. (s. f). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. El Carmen Tequexquilita*. Recuperado de www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM29tlaxcala/municipios/29007a.html

Jiménez Sierra, C. L. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12(1), 1-22. Recuperado de <https://ru.tic.unam.mx/handle/123456789/1844>

Lerner de Scheinvar, L. A. (2001). Cactaceae. En G. C. de Rzedowski, & J. Rzedowski (Eds.), *Flora fanerogámica del Valle de México* (2ª ed., pp. 431-470). Michoacán, México: Instituto de Ecología, A. C.-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Martínez-Ávalos, J. G., Golubov, J., Arias, S., & Villarreal-Quintanilla, J. A. (2011). Una nueva especie de *Mammillaria* (Cactaceae) para Tamaulipas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 97, 83-91. doi: 10.21829/abm97.2011.252

Martínez-Ramos, M., Arroyo-Cosultchi, G., Mandujano C., M., & Golubov, J. (2016). Dinámica poblacional de *Mammillaria humboldtii* una cactácea endémica de Hidalgo, México. *Botanical Sciences*, 94(2), 199-208. doi: 10.17129/botsci.270

Matías Palafox, M. L. (2004). *Distribución de cactáceas en dos microhábitats de un matorral crasicaule* (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Metropolitana). Recuperada de <http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=11168&docs=UAMI11168.PDF>

Meza-Rangel, E., Tafoya, F., Lindig-Cisneros, R., Sigala-Rodríguez, J. J., & Pérez Molphe-Balch, E. (2014). Distribución actual y potencial de las cactáceas *Ferocactus histrix*, *Mammillaria bombycina* y *M. perezdelarosae* en el estado de Aguascalientes, México. *Acta Botánica Mexicana*, 108, 67-80. doi: 10.21829/abm108.2014.197

Padilla-Lepe, J., Arreola-Nava, H. J., & Guzmán Hernández, L. (2011). *Mammillaria xaltiangensis* (Cactaceae) en Jalisco. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89, 122-125. doi: 10.17129/botsci.373

Pompa-Castillo, E. F., Luna-Cavazos, M., & García Moya, E. (2021). Composición y estructura de comunidades asociadas de pino-izotal (*Pinus pseudostrobus-Nolina parviflora*), en Puebla, México. *Caldasia*, 43(1), 65-79. doi: 10.15446/caldasia.v43n1.82394

Ramos López, A. L. (2008). Estudio poblacional de *Mammillaria dixanthocentro* Backeb. ex Motram en el Valle de Cuicatlán, Oaxaca (Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional). Recuperada de <https://tesis.ipn.mx/jspui/handle/123456789/88>

Ramos Álvarez, C. H., & González Medrano, F. (1972). La vegetación de la zona árida veracruzana. *Anales del Instituto de Biología Serie Botánica*, 43(1), 77-100.

Rosas Barrera, M. D., & Mandujano Sánchez, M. C. (2002). La diversidad de historias de vida de cactáceas, aproximación por el triángulo demográfico. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 47(2), 33-41. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Maria-Mandujano/publication/285902459_La_diversidad_de_historias_de_vida_de_cactaceas_aproximacion_por_el_triangulo_demografico/links/56955a2208ae3ad8e33d6426/La-

diversidad-de-historias-de-vida-de-cactaceas-aproximacion-por-el-triangulo-demografico.pdf

Ruedas, M., Valverde, T., & Castillo Argüero, S. (2000). Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (Cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 66, 25-35. doi: 10.17129/botsoci.1608

Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. D. F., México: Limusa.

Sánchez Flores, M. (1993). *Las cactáceas del estado de Tlaxcala* (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Tlaxcala) [Consultada por el autor en la biblioteca de la Facultad de Agrobiología de la UA de Tlaxcala].

Santini González, B. A. (2007). *Efecto de la heterogeneidad temporal y el disturbio sobre la dinámica poblacional de dos especies raras del género Mammillaria (Cactaceae)* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperada de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000617312

Santos-Díaz, M. S., Pérez Molphe-Balch, E., Ramírez-Malagón, R., Núñez-Palenius, H. G., & Ochoa-Alejo, N. (2010). Chapter 1. Mexican threatened cacti: Current status and strategies for their conservation. En G. H. Tepper (Ed.), *Species diversity and extinction* (pp. 1-60). NY, US: Nova Sciences Publisher. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/285997331>

Secretaría de Desarrollo Social. (2017). *El Carmen Tequexquitta (29007)*. Mapa base [Imagen en portal gubernamental].

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*. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>

Solórzano, S., Cuevas-Alducín, P. D., García-Gómez, V., & Dávila, P. (2014). Diversidad genética y conservación de *Mammillaria huitzilopochtli* y *M. supertexta*, dos especies amenazadas endémicas de la región semiárida del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(2), 565-575. doi: 10.7550/rmb.39066

Trejo Núñez, M. L. (1999). *Abundancia y patrón de distribución espacial de Mammillaria magnimamma (Haworth) Cactaceae en La Reserva del Pedregal de San Ángel, México, D. F.* (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperada de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000270582

Ureta, C., & Martorell, C. (2009). Identifying the impacts of chronic anthropogenic disturbance on two threatened cacti to provide guidelines for population-dynamics restoration. *Biological Conservation*, 142(10), 1992-2001. doi: 10.1016/j.biocon.2008.12.031

Valencia-Díaz, S., Flores-Palacios, A., & Castillo-Campos, G. (2012). Tamaño poblacional y características del hábitat de *Mammillaria eriacantha*, una cactácea endémica del centro de Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 90(2), 195-202. doi: 10.17129/botsoci.484

Valverde, P. L., Zavala-Hurtado, J. S., Jiménez-Sierra, C., Rendón-Aguilar, B., Cornejo-Romero, A., Rivas-Arancibia, S., & Pérez-Hernández, M. A. (2009). Evaluación del riesgo de extinción de *Mammillaria pectinifera*, cactácea endémica de la región de Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 219-230. doi: 10.22201/ib.20078706e.2009.001.598

Valverde, T., Quijas, S., López-Villavicencio, M., & Castillo, S. (2004). Population dynamics of *Mammillaria magnimamma* Haworth. (Cactaceae) in a lava-field in Central Mexico. *Plant Ecology*, 170(2), 167-184. doi: 10.1023/B:VEGE.0000021662.78634.de

Valverde, T., Trejo, M., & Castillo, S. (1999). Patrón de distribución y abundancia de *Mammillaria magnimamma* en la reserva del Pedregal de San Ángel, México, D. F. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 44(3), 64-74. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/310440033>

Zamudio, S., & Guzmán, U. (2017). Dos especies nuevas de *Mammillaria* (Cactaceae) del Centro de México. *Polibotánica*, 44, 1-10. doi: 10.18387/polibotanica.44.1



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licencianta no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licencianta.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.