



Aspectos florísticos, ecológicos y etnobotánicos de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Cactaceae), una planta endémica y amenazada

Floristic, ecological and ethnobotanical aspects of *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Cactaceae), an endemic and threatened plant

Beatriz Rendón-Aguilar¹ , Luis Alberto Bernal-Ramírez² , Ángel Salvador Arias-Montes³ , Cecilia Leonor Jiménez-Sierra¹ ,
Claudia Ballesteros-Barrera¹ , Sinuhé Ortega-Jiménez⁴, David Bravo-Avilez^{5,6} 

Resumen:

Antecedentes y Objetivos: En Oaxaca, México, se reportan 26 especies del género *Mammillaria*; siete de ellas endémicas. *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* está catalogada como amenazada. Los objetivos del trabajo fueron describir las características demográficas, reproductivas y aspectos etnobotánicos de su uso, así como los aspectos florísticos y bioclimáticos de las localidades estudiadas.

Métodos: En enero de 2015 se encontraron dos localidades de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* en la Sierra Norte. Entre enero y marzo se ubicaron cinco transectos de 5 m² en una de ellas, en los cuales se registró el número de individuos, se establecieron categorías de tamaño y se obtuvo la estructura poblacional. Para la marcha floral se eligieron diez flores y cada dos horas se registró el diámetro de la apertura del perianto. Se registraron las especies de plantas vasculares que crecían cerca de ella y se obtuvieron datos de las variables climáticas. Se entrevistó a los pobladores para documentar el conocimiento y uso que le dan a esta cactácea.

Resultados clave: La estructura poblacional es multimodal. Los individuos juveniles conforman 65% y los adultos reproductivos 33% en la localidad estudiada. La antesis dura siete horas; se observó dicogamia y hercogamia, lo cual indica un sistema de crusa xenógamo. La subespecie es reconocida con nombres en español y zapoteco y es usada de manera ocasional como alimento, medicina y ornamento. Se registraron 15 especies pertenecientes al bosque de *Pinus* y *Abies*. Las preferencias ambientales de la subespecie son temperaturas de 9.6-12.7 °C y precipitación de 1009-1405 mm.

Conclusiones: El sistema de crusa xenógamo resulta preocupante por la observación de un solo visitante floral. La presencia de cerdas y espinas radiales sugiere adaptaciones morfofisiológicas de esta subespecie al frío. Se sugiere profundizar en la presencia y efectividad de los polinizadores y en la dinámica de reclutamiento de la subespecie.

Palabras clave: estructura poblacional, México, Oaxaca, sistema de crusa, subespecie endémica, uso tradicional.

Abstract:

Background and Aims: In Oaxaca, Mexico, 26 species of the genus *Mammillaria* are reported, seven of them being endemic. *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* is listed as threatened. The objectives of this paper were to describe the demographic, reproductive and ethnobotanical aspects of its use, as well as the floristic and bioclimatic aspects of the studied localities.

Methods: In January 2015, two localities of *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* were found in the Sierra Norte. Between January and March, five transects of 5 m² were located in one of them, in which the number of individuals was recorded, size categories were established, and the population structure was obtained. For the flowering process, ten flowers were chosen, and the perianth diameter was recorded every two hours. The vascular plants surrounding the sampled site were recorded and data on climatic variables were obtained. The inhabitants were interviewed to document the local knowledge and uses of this cactus.

Key results: The population structure is multimodal. Juvenile individuals make up 65% and reproductive adults 33% in the studied locality. Anthesis lasts seven hours; dichogamy and hercogamy were observed, indicating a xenogamous breeding system. The subspecies is recognized with names in Spanish and Zapotec and is occasionally used as food, medicine, and ornament. Fifteen species belonging to the *Pinus* and *Abies* forest were recorded. The environmental preferences of the subspecies are temperatures of 9.6-12.7 °C, and precipitation of 1009-1405 mm.

Conclusions: The xenogamous breeding system is worrisome due to the observation of just one floral visitor. The presence of bristles and radial spines in this subspecies suggests morphophysiological adaptations to cold. It is advisable to delve into the presence and effectiveness of pollinators and the recruitment dynamics of the subspecies.

Key words: breeding system, endemic subspecies, Mexico, Oaxaca, population structure, traditional use.

¹Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento de Biología, Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1 A Sección, Alcaldía Iztapalapa, 09310 Cd. Mx., México.

²Universidad Autónoma de Tlaxcala, Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, km 10.5 carretera San Martín Texmelucan s/n, San Felipe Ixtacuixtla, 90120 Ixtacuixtla de Mariano Matamoros, Tlaxcala.

³Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Jardín Botánico, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Apdo. postal 70-614, 04510 Cd. Mx., México.

⁴Asesor técnico y comunero de la localidad de San Miguel Cajonos, 68880 Oaxaca, México.

⁵Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, km 1 carretera a San Juan de La Costa "EL COMITAN", La Paz, 23205 BCS, México.

⁶Autor para la correspondencia: liramartell@gmail.com

Recibido: 20 de mayo de 2022.

Revisado: 15 de junio de 2022.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 3 de agosto de 2022.

Publicado Primero en línea: 30 de agosto de 2022.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 129 (2022).

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

Citar como: Rendón-Aguilar, B., L. A. Bernal-Ramírez, A. S. Arias-Montes, C. L. Jiménez-Sierra, C. Ballesteros-Barrera, S. Ortega-Jiménez y D. Bravo-Avilez. 2022. Aspectos florísticos, ecológicos y etnobotánicos de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Cactaceae), una planta endémica y amenazada. Acta Botanica Mexicana 129: e2077. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2077>

e-ISSN: 2448-7589



Introducción

México es el centro de diversificación del género *Mammillaria* Haw. (Cactaceae) (Pilbeam, 1999; Barthlott et al., 2015), donde se han documentado al menos 143 especies y 61 subespecies (Korotkova et al., 2021). Estas se encuentran ampliamente distribuidas en el territorio nacional, mientras que solo algunas están presentes en Centroamérica, el norte de Sudamérica y las Antillas Mayores (Anderson, 2001; Butterworth y Wallace, 2004). En México, particularmente para el estado de Oaxaca, Hernández y Gómez-Hinostrosa (2015) reportan 26 especies de *Mammillaria*, siete de las cuales son endémicas (*M. deherdtiana* Farwig, *M. hernandezii* Glass & R.A. Foster, *M. rekoi* (Britton & Rose) Vaupel, *M. kraehenbuehlii* (Krainz) Krainz, *M. tonalensis* D.R. Hunt, *M. oteroii* Glass & R.A. Foster y *M. huitzilopochtli* D.R. Hunt), lo que convierte a Oaxaca en la tercera entidad federativa con el mayor número de especies endémicas del género, después de Baja California Sur con 10 y Tamaulipas con ocho.

Aunque la mayoría de las especies del género habita en regiones áridas o semiáridas, es posible encontrar varias en afloramientos rocosos de regiones templadas, algunas de las cuales presentan poblaciones en altitudes superiores a 2500 m s.n.m. (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2015). Tal es el caso de *M. rhodantha* Link & Otto y *M. discolor* Haw. con poblaciones reportadas a 2950 y 3000 m s.n.m., respectivamente. Otro ejemplo lo constituye *Mammillaria deherdtiana*, cuyos reportes previos la ubican en un rango altitudinal entre 2000 y 3100 m s.n.m., dependiendo de la subespecie (Pilbeam, 1999; Acosta, 2002).

Las especies de *Mammillaria*, en general, son muy apreciadas como ornamentales, tanto por su pequeño tamaño y la distribución y formas de sus tubérculos y espinas, como por la belleza y colorido de sus flores. Aunado a esto, algunas de ellas son empleadas con otros fines. Por ejemplo, el látex obtenido de *M. heyderi* Muehlenpf. y *Cochemiea grahamii* (Engelm.) Doweld (= *M. grahamii* Engelm.) se utiliza como medicamento para aliviar el dolor de oído y la sordera (Anderson, 2001; Rodrigo-Salazar, 2011). Las plantas completas de *M. heyderi* y *M. senilis* Lodd. ex Salm-Dyck son usadas en rituales tradicionales y *M. bocasana* Poselg. tiene una utilidad artesanal y con ella se elaboran anzuelos de pesca (Anderson, 2001). Además, en la

región central y sur del país sus pobladores consumen los frutos, denominados chilillos o chilitos, de algunas especies de *Mammillaria*: *M. carnea* Zucc. ex Pfeiff., *M. haageana* Pfeiff., *M. karwinskiana* subsp. *collinsii* (Britton & Rose) D.R. Hunt (= *M. vobournensis* subsp. *collinsii* (Britton & Rose) U. Guzmán), *M. geminispina* Haw, *M. magnimamma* Haw., *M. sempervivi* DC., *M. uncinata* Zucc. ex Pfeiff., entre otras (Anderson, 2001; Villavicencio-Nieto et al., 2015; Pardo-Salas et al., 2021), y en el noreste, particularmente en el estado de Nuevo León, los frutos comestibles son denominados como “pichilingas” (Anónimo, datos no publicados).

Durante el desarrollo del proyecto de investigación “Inventario etnoflorístico en regiones oaxaqueñas con gran biodiversidad” (JF102) apoyado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Rendón-Aguilar, 2017), se registraron dos localidades de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Bravo) D.R. Hunt, en los municipios San Francisco Cajonos y Santo Domingo Xagacía, Sierra Norte de Oaxaca. Por la rareza de esta subespecie, resultó relevante investigar sobre sus características demográficas y reproductivas, describir las comunidades vegetales y el perfil bioclimático donde crecen, e identificar aspectos etnobotánicos en las comunidades locales.

Materiales y Métodos

Especie de estudio

Mammillaria deherdtiana es una especie endémica de Oaxaca, México y está catalogada como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y como vulnerable en la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, Arias et al., 2017). Dentro de este taxón se reconocen dos subespecies: 1) *M. deherdtiana* subsp. *deherdtiana*, con poblaciones que habitan en un rango altitudinal entre 2000 y 2600 m en los municipios oaxaqueños Nejapa de Madero, Juquila Mixes, Tlacolula de Matamoros, Yautepec y Santiago Lachiguiri y 2) *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii*, reportada en la Sierra Norte (Sierra de Juárez) a 3100 m s.n.m., en las cercanías del municipio San Antonio Cuajimoloyas (Pilbeam, 1999; Acosta, 2002). Esta subespecie habita en acantilados escarpados y crece en hendiduras de rocas, entre camas de musgo (Figs. 1A, B1, C, D, E). Es una planta solitaria, con tallos globosos, erectos, de 3 cm de altura





Figura 1: Aspectos del hábitat de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Bravo) D.R. Hunt. A. individuo en floración; B1. individuos con flores; B2. individuo con frutos; C. vista del hábitat donde crece *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii*; D. *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* creciendo sobre hendiduras de roca; E. presencia de musgo y acículas de pino en el hábitat; F. agrupaciones de individuos donde se realizó uno de los transectos; G. individuo con presencia de flores abiertas; H. presencia de un visitante floral: díptero (familia Syrphidae) sobre *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii* en antesis; I1. flores abiertas de los morfos con diferente coloración de la subespecie; I2. flores cerradas de los morfos con diferente coloración de la subespecie. Fotografías: B. Rendón-Aguilar, D. Bravo-Avilez y L. A Bernal-Rámirez.

y 4 cm de diámetro. Sus axilas son desnudas o ligeramente lanosas, presenta 20-21 espinas radiales de 18 mm de longitud parecidas a agujas blancas vidriosas y 3-5 espinas centrales de 10-20 mm de largo, color pardo-rojizo, más rígidas que las radiales, rectas o ligeramente curvadas. Las flores miden 4 cm de longitud y son de color magenta. El fruto está medianamente embebido en el tallo por la base y cuenta con semillas negras (Pilbeam, 1999; Anderson, 2001) (Cuadro 1; Figs. 1B1, B2, G). Su distribución tan restringida y las condiciones microambientales en que crece la hacen un material de estudio interesante.

Sitio de estudio

En enero y febrero de 2015 se ubicaron dos nuevas localidades de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii*. La primera se encuentra en el municipio San Francisco Cajonos, en el pa-

raje denominado “Las Calaveras” perteneciente a la agencia municipal San Miguel Cajonos, a una altitud de 3344 m (Fig. 2). La otra localidad se ubica en el municipio Santo Domingo Xagacía, en el paraje “Piedra Ventana”, a una altitud de 3014 m (Fig. 2). Ambas localidades se encuentran en bosque de coníferas (Rzedowski, 2006), con presencia de *Pinus hartwegii* Lindl. y *Abies hickelii* Flous & Gaussen (Rendón-Aguilar, 2017). En cada localidad se observaron al menos 10 manchones de individuos de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii* ubicados sobre peñascos de roca volcánica, con una pendiente muy pronunciada, totalmente expuesta al viento (Figs. 1C, D, F).

Se eligió el paraje “Las Calaveras” para hacer la descripción de las características demográficas y reproductivas de los manchones de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii*, así como de los aspectos florísticos, por ser la localidad de ma-

Cuadro 1: Características de altitud, tipo de espina y pubescencia; y características de la flor de nueve especies de *Mammillaria* Haw. (Tomado de Anderson, 2001 (altitud); Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2015 (tipo de espinas y características de la flor)).

Especie	Altitud (m s.n.m.)	Tipo de espina y pubescencia			Tamaño y color de flor			
		Número y color de espinas radiales	Presencia de cerdas y lana blanca en axilas	Pequeña (mm)	Mediana (mm)	Rosa- blanco	Rojo	Magenta
<i>M. deherdtiana</i> subsp. <i>dodsonii</i> (Bravo) D.R. Hunt	3000-3220	30-36, blanca	Sí, ligeramente lanosas o desnudas	50				X
<i>M. formosa</i> Galeotti ex Scheidw.	690-2780	20-24, blanca	Sí	10-15			X	
<i>M. mercadensis</i> Patoni	1370-2700	13-35, blanca- amarilla	Sí, escasamente lanosa	10-20				X
<i>M. uncinata</i> Zucc. ex Pfeiff.	1070-2700	3-6, rosa-blanca	Lanosas al principio	15-20		X	X	
<i>M. haageana</i> Pfeiff.	700-2740	18-30, blanca	Sí, más de 20 cerdas	10		X		
<i>M. senilis</i> Lodd. ex Salm- Dyck	2160-2770	30-40, blanca	Lana y cerdas	60-70			X	
<i>M. glassii</i> R.A. Foster	1400-2800	50-60, blanca	20-30 cerdas	14		X		
<i>M. discolor</i> Haw.	1800-3000	10-18, blanca	Poca lana	20-27		X		
<i>M. rhodantha</i> Link & Otto	1700-2950	13-18, blanca	Lanosas al principio con pocas cerdas	20				X



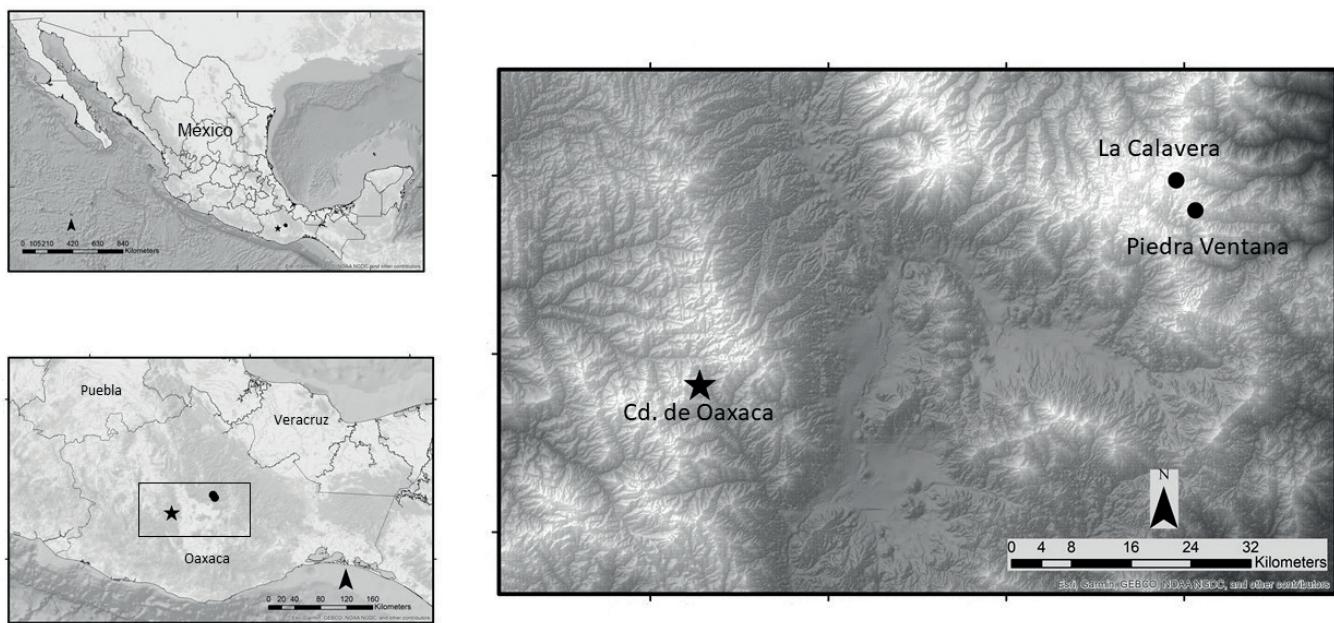


Figura 2: Localización de las nuevas localidades de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Bravo) D.R. Hunt. en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Las coordenadas no se presentan en el mapa por protección de las poblaciones de la subespecie.

yor altitud y de mayor densidad registrada, mientras que el perfil bioclimático y los aspectos etnobotánicos se registraron en las dos localidades.

Características demográficas

En febrero de 2015, en el paraje “Las Calaveras” se establecieron cinco transectos de 5 m² cada uno, los cuales estaban separados por una distancia de 2-4 m los más próximos y hasta 20 m los más lejanos. Se contabilizó el número de individuos por transecto y se registró el diámetro de sus tallos. Con base en estos dos parámetros se definieron ocho categorías de tamaño: plántula (P, diámetro <5.9 mm); juveniles que incluyen individuos no reproductivos entre 6 y 29 mm, dentro de esta, se establecieron tres subcategorías: juvenil 1 (J1, 6 a 9.9 mm); juvenil 2 (J2, 10 a 19.9 mm) y juvenil 3 (J3, 20 a 29.9 mm). Adultos, que incluyen organismos con estructuras reproductivas, esta categoría fue subdividida en: adulto 1 (A1, 30 a 39.9 mm), adulto 2 (A2, 40 a 49.9 mm), adulto 3 (A3, 50 a 59.9 mm) y adulto 4 (A4, >60 mm).

Características reproductivas

El 21 de febrero de 2015 se realizaron las observaciones para describir la marcha floral de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii*. Para ello, en uno de los transectos se eligieron 10 flores provenientes de 10 individuos. A partir de las 10:00 hrs se inició el registro del número y diámetro de las flores abiertas en cada individuo y cada dos horas se tomaron los datos hasta las 19:00 hrs. También se registró y colectó uno de los cinco individuos de la única especie que se presentó como visitante floral, el cual fue fijado en alcohol para su determinación en el laboratorio.

Aspectos florísticos

Se registró el tipo de vegetación donde crece *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii* y se colectaron las plantas vasculares presentes en ambas localidades. La colecta se realizó siguiendo las técnicas convencionales (Lot y Chiang, 1986) y solo fue de especies que presentaban alguna estructura reproductiva para lograr su determinación. Las plantas fueron deshidratadas en una secadora. Posteriormente se determinaron con el apoyo de diferentes taxónomos exper-

tos y se resguardaron en los herbarios UAMIZ y MEXU de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y la Universidad Nacional Autónoma de México, respectivamente.

Perfil bioclimático de las localidades estudiadas

Para determinar las condiciones bioclimáticas de las localidades “Las Calaveras” y “Piedra Ventana”, se usaron 19 capas climáticas de alta resolución para México en formato ráster, las cuales contienen información mensual de precipitación y temperatura promedio del país durante el período 1910-2009 con una resolución espacial de $\sim 1 \text{ km}^2$ (30 segundos de arco) (Cuervo-Robayo et al., 2014). Para obtener los datos de altitud se usó la cobertura del modelo digital de elevación a una resolución de $\sim 1 \text{ km}^2$ (USGS, 2018). Por medio de la herramienta Extract by mask del menú Spatial Analyst tools del programa Arcgis v. 10.4 (ESRI, 2016) se extrajeron los valores de las variables para ambas localidades (Cuadro 2). Esta información contribuye al conocimiento de las tolerancias climáticas de las poblaciones de esta subespecie.

Aspectos etnobotánicos

Para registrar el conocimiento y uso de la subespecie, se seleccionaron aleatoriamente a 10 personas de las localidades de San Miguel Cajonos y Santo Domingo Xagacía. Con la ayuda de fotografías de la planta se les hicieron entrevistas acerca del nombre con el que la conocen, para qué la usan, qué parte reconocen como útil y su forma de uso.

Resultados

Características demográficas

Se registró un total de 104 individuos de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* para los cinco transectos, con una media de 21 individuos (± 2.12 e.e.) por cada uno. Todos mostraron crecimiento monopódico, con un diámetro medio poblacional de 26.93 (± 14.74) mm (Fig. 1E, G).

La estructura poblacional mostró que las plántulas (P) así como los adultos (A4) son las categorías con menor número de individuos, correspondiendo cada una de ellas a 0.96% de la localidad. Los juveniles J1-J3 constituyen 65.38% y los adultos A1-A3, que son los individuos reproductivos con más de 30 mm de diámetro, representan 32.7% de la localidad (Fig. 3).

Cuadro 2: Valores de las variables bioclimáticas de las localidades de estudio en la Sierra Norte de Oaxaca, México, de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Bravo) D.R. Hunt.

Variables	Piedra Ventana	Las Calaveras
Temperatura promedio anual ($^{\circ}\text{C}$)	12.7	9.6
Oscilación diurna de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	8.5	8.9
Isotermalidad ($^{\circ}\text{C}$) (cociente entre parámetros 2 y 7)	0.6	0.6
Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)	0.4	0.3
Temperatura máxima promedio del periodo más cálido ($^{\circ}\text{C}$)	20	16.9
Temperatura mínima promedio del periodo más frío ($^{\circ}\text{C}$)	6.1	3.7
Oscilación anual de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (cociente entre parámetros 5 y 6)	13.9	13.2
Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso ($^{\circ}\text{C}$)	13	9.4
Temperatura promedio del cuatrimestre más seco ($^{\circ}\text{C}$)	11.5	9.3
Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido ($^{\circ}\text{C}$)	14.3	11
Temperatura promedio del cuatrimestre más frío ($^{\circ}\text{C}$)	11.3	8.7
Precipitación anual (mm)	1009	1405
Precipitación del periodo más lluvioso (mm)	52	70
Precipitación del periodo más seco (mm)	0	0
Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)	86	86
Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)	514	736
Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)	35	63
Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)	162	197
Precipitación del cuatrimestre más frío (mm)	40	72
Altitud (m s.n.m.)	3026	3200

Características reproductivas

La marcha floral mostró que la antesis dura al menos 7 horas, empezando entre las 10:00 y 11:00 y terminando alre-



dedor de las 18:00 (Fig. 4). La apertura máxima del perianto (30.2 mm) se observó a las 15:00, aunque no fue posible saber si las flores abren un solo día. Se observó dicogamia (protandria parcial), ya que las anteras desprendieron polen desde las primeras horas del día y el estigma presentó turgencia a partir de las 15:00, momento en el que emergió del tubo floral. Esto último indica hercogamia, lo cual determina un sistema de cruce xenógamo. Solo se observaron cinco individuos de una especie de díptero (familia Syrphidae) visitando las flores de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Fig. 1H) en la localidad “Las Calaveras”.

Se identificaron dos morfotipos florales (Figs. 1I1, 1I2) que difieren en el color del perianto: el morfotipo magenta, el más frecuente, y el de color blanco, del cual se registraron dos individuos con flores.

Aspectos florísticos

Se registraron 15 especies en la localidad “Las Calaveras”. En el estrato arbóreo circundante dominan *Pinus hartwegii* Lindl., *P. douglasiana* Martínez (“ocotes”) y *Abies hickelii* Flous & Gaussen (“oyamel de Juárez”), mientras que en el estrato inferior se encuentran especies arbustivas y herbáceas como *Arbutus xalapensis* Kunth (“madroño”), *Arctostaphylos pungens* Kunth, *Nolina* aff. *parviflora* (Kunth) Hemsl. (“borracho”), *Baccharis conferta* Kunth (“chamizo”), *Clinopodium macrostemum* (Moc. & Sessé ex Benth.) Kunt-

ze (“poleo”), *Litsea guatemalensis* Mez, *Gentiana ovatiloba* Kusn., *Sedum praealtum* A. DC., *Solanum appendiculatum* Humb. & Bonpl. ex Dunal, *Eryngium* sp., *Lycopodium* sp. y *Agave atrovirens* Karw. ex Salm-Dyck (“maguey manso”) (Figs. 1C, D, F). La fisiografía del lugar es muy accidentada y presenta gran cantidad de afloramientos rocosos, lugar donde se establece *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* coexistiendo con musgos que le dan sustrato a estas plantas (Fig. 1E).

Perfil bioclimático de las localidades

De acuerdo con los datos fisiográficos y climáticos, las localidades estudiadas de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* se encuentran ubicadas en la Provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur, con un tipo de clima Cb'(m) semifrío, húmedo con verano fresco largo (García, 1998). Para la localidad “Las Calaveras” el valor de la temperatura promedio anual es 9.6 °C y para “Piedra Ventana” 12.7 °C; la precipitación total anual es de 1405 y 1009 mm, respectivamente (Cuadro 2).

Aspectos etnobotánicos

Noventa por ciento de las personas entrevistadas reconoció la planta al observar las fotografías, así como al describir el hábitat en el que crecía. *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* es reconocida como “biznaga”, “biznaguita”, “cabeza de bruja” o “piña”, en español, y como “yetze bholh”, en zapoteco, término que hace alusión a la forma de la planta (bola de espina).

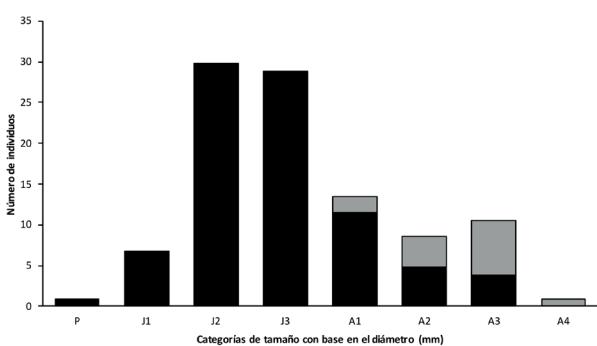


Figura 3: Estructura poblacional de una localidad de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Bravo) D.R. Hunt. en la Sierra Norte de Oaxaca, México. En color gris se muestran a los organismos reproductivos. (P=plántula, menor a 5.9 mm; J1=juvenil 1, de 6 a 9.9 mm; J2=juvenil 2, de 10 a 19.9 mm; J3=juvenil 3, de 20 a 29.9 mm; A1=adulto 1, de 30 a 39.9 mm; A2=adulto 2, de 40 a 49.9 mm; A3=adulto 3, de 50 a 59.9 mm; A4=adulto 4, mayor a 60 mm).

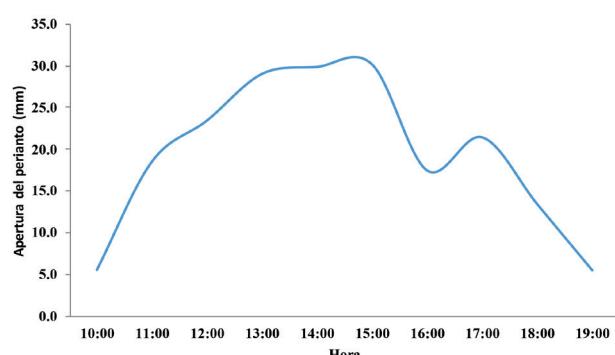


Figura 4: Marcha floral (N=10) de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* (Bravo) D.R. Hunt. en la Sierra Norte de Oaxaca, México.

Setenta por ciento de los colaboradores coincidieron en el uso de esta especie como alimento. El tallo es la parte útil y se consume fresco después de retirar las espinas. Los colaboradores la describen como un alimento que refresca debido a la gran cantidad de agua que contiene, y a que presenta un sabor parecido al de ciertas cucurbitáceas (pepino y sandía). Algunas personas mencionaron que la flor se corta y se succiona de la base para obtener el néctar.

Esta cactácea se emplea como medicamento en la cura de afecciones del riñón, estreñimiento y hernias abdominales. En todos los casos se quitan las espinas y el tallo limpio se coloca en agua, la cual se bebe como “agua de uso” para aliviar dichos padecimientos. También es empleada para curar el reumatismo; en este caso se utiliza toda la planta y, sin retirar las espinas, con ella se dan golpes suaves sobre las regiones afectadas. Otro de sus usos es el ornamental; para ello, se recolectan ejemplares que son trasladados a las casas y son colocados en macetas o pequeñas jardineras dentro de los traspatios, para tenerlos de “lujo”.

Discusión

Se reportan dos nuevas localidades de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* en la Sierra Norte de Oaxaca. El estudio comprende la descripción de las características demográficas y reproductivas de transectos ubicados en la localidad “Las Calaveras” así como la descripción de los componentes florísticos de dicha localidad. También se incluyeron aspectos bioclimáticos y etnobotánicos de las dos localidades. Esta información era inexistente para la subespecie y es fundamental para poder evaluar sus riesgos, partiendo de su estatus de conservación, ya que se encuentra catalogada como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y vulnerable por la la Lista Roja de la IUCN (Arias et al., 2017).

Las localidades de la subespecie se encontraron sobre hendiduras de roca, rodeadas de musgo y de individuos de *Arctostaphylos pungens* y *Pinus hartwegii*, cuyas acículas y hojas aportan el sustrato a esta cactácea (Figs. 1D, E). *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* se caracteriza por crecer en altitudes muy elevadas (más de 3000 m). Los reportes derivados de este trabajo coinciden con lo registrado previamente, pero resalta el hecho de que en

la localidad de “Las Calaveras” la altitud es de 3344 m, la más alta registrada para el género. La literatura reporta pocas especies de *Mammillaria* distribuidas en estas altitudes (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2015). Del total de especies del género *Mammillaria*, se estima que nueve especies (3.2%) crecen por encima de 2500 m s.n.m. (Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2015) y únicamente *M. deherdtiana* y *M. discolor* crecen a 3000 m s.n.m. o más (Cuadro 1). Las nueve especies coinciden con la presencia de un buen número de espinas radiales de color blanco y de cerdas y/o lanosidad en las axilas de los tubérculos, lo que podría tratarse de adaptaciones a las altitudes inusuales para el género, que les puede conferir protección contra la intensa radiación solar y el frío, como se ha reportado para otras cactáceas en Sudamérica (Cook y Cook, 1917; Gibson y Nobel, 1986). De igual forma, flores con colores más vistosos y de tamaño mayores a 50 mm están presentes en algunas de estas especies, lo cual puede aportar a la atracción de polinizadores, particularmente en sitios expuestos a fuertes vientos que dificultan la permanencia de insectos durante mucho tiempo para hacer las visitas florales y la polinización. Estas cuestiones deberían ser probadas posteriormente.

La estructura poblacional multimodal se asemeja a la descrita para poblaciones de otras cactáceas que viven en ambientes desérticos o semidesérticos. Este tipo de estructura se ha relacionado con la presencia de eventos esporádicos de reclutamiento favorecidos por condiciones ambientales óptimas, como presencia de lluvias o de veranos no muy cálidos o secos (Gibson y Nobel, 1986; Godínez-Álvarez et al., 2003). Sin embargo, el macroambiente donde se encuentran las localidades de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii* es húmedo y frío y está sujeto a fuertes vientos debido a la altitud. No existen estudios de la estructura poblacional en otras especies de *Mammillaria* en este tipo de ambientes, por lo cual resulta interesante estudiar más a fondo la relación entre las condiciones microambientales y la estructura poblacional.

El sistema de cruce xenógamo que documentamos en la especie se ha reportado en la mayoría de las cactáceas globosas estudiadas y en las que la intervención de un vector biológico para lograr la polinización cruzada es imprescindible (Bowers, 2002; McIntosh, 2002; Nassar et



al., 2007; Flores-Martínez et al., 2013). Sin embargo, solo se observó a pocos individuos de una especie de díptero no identificada (familia Syrphidae), visitando las flores de *M. deherdtiana* subsp. *dodsonii* en la localidad de “Las Calaveras”. Es posible que este visitante juegue el papel de polinizador de esta cactácea, debido a que algunas especies de Syrphidae han sido reportadas como polinizadoras de diversos miembros de esta familia (Speight y Lucas, 1992; Barahona-Segovia, 2021). Sin embargo, resulta indispensable realizar estudios más detallados para registrar de manera precisa a los visitantes florales y cuál es su función.

La presencia de flores de color blanco en especies con flores que normalmente son diferentes a este color ha sido reportada como albinismo en otras plantas herbáceas (Rodríguez-Navarro et al., 2010). Al momento es difícil interpretar si los hallazgos de este trabajo se tratan de albinismo, pero es común encontrar flores con diversas coloraciones dentro de poblaciones de una misma especie y son consideradas como morfotipos distintos. Será importante analizar el papel que juegan estos morfotipos en la atracción de polinizadores y sobre todo en el marco del cambio climático.

Los reportes de consumo de especies de *Mammillaria* en la literatura mencionan al fruto como la parte útil (Villavicencio-Nieto et al., 2015; Pardo-Salas et al., 2021), mientras que en *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* la parte consumida es el tallo completo como remedio para aliviar el reumatismo. Este uso se ha documentado recientemente en *Mammillaria nunezii* (Britton & Rose) Orcutt en el Estado de México (Beatriz Rendón, obs. pers.).

La preservación de los recursos naturales no puede tratarse sin tomar en cuenta el conocimiento tradicional de los pueblos originarios y/o mestizos (Toledo y Barrera-Bassols, 2008). Los usos comestibles, medicinales y de ornato, implican necesariamente la extracción de la planta. Sin embargo, los sitios donde se encuentran las localidades son de difícil acceso y de poca recurrencia. Además, estos sitios de mayor altitud son sagrados en su cosmovisión. De hecho, no se observaron procesos de disturbio intensivo. Estos factores pueden ser importantes para que las localidades donde se encuentra esta subespecie no estén en riesgo por una excesiva extracción del recurso.

Durante las visitas a las localidades de *Mammillaria deherdtiana* subsp. *dodsonii* se presentó la importancia biológica y geográfica de esta subespecie a las autoridades locales y a los encargados del cuidado de las zonas comunales del municipio, así como a los pobladores de la región, con la finalidad de que siga siendo protegida por ellos mismos.

Contribución de autores

BRA, LABR y DBA concibieron y diseñaron el estudio, tomaron los datos en campo y escribieron la primera versión del manuscrito. ASAM determinó la especie y participó en la revisión del manuscrito. CLJS analizó los datos demográficos y reproductivos. CBB analizó los datos bioclimáticos. SOJ asesoró y guió en el trabajo de campo en las localidades de estudio. Todos los autores contribuyeron a la discusión, revisión y aprobación del manuscrito final.

Financiamiento

Este estudio fue apoyado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Proyecto JF102 “Inventario etnoflorístico en regiones oaxaqueñas con gran biodiversidad” y el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP).

Agradecimientos

A los pobladores de la región que compartieron sus conocimientos tradicionales de la subespecie, a las autoridades locales por el permiso para trabajar en sus localidades y por el apoyo logístico. A los revisores anónimos que enriquecieron el manuscrito.

Literatura citada

Acosta, C. S. 2002. Plantas vasculares raras, amenazadas, o en peligro de extinción del estado de Oaxaca, un panorama preliminar. Polibotánica 13: 47-82.

Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. Portland, USA. 776 pp.

Arias, S., M. Cházaro, H. M. Hernández y C. Gómez-Hinostrosa. 2017. *Mammillaria deherdtiana* (amended version of 2013 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T151790A121508575. DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T151790A121508575.en>



Barahona-Segovia, R. M., A. Ricarte, L. Pañinao-Monsálvez, A. M. Humaña y C. E. Valdivia. 2021. First records of *Meromacrus cactorum* (Diptera: Syrphidae) from Chile, with new biological data. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 80(3): 37-40. DOI: <https://doi.org/10.25085/rsea.800305>

Barthlott, W., K. Burstedde, J. L. Geffert, P. L. Ibisch, N. Korotkova, M. D. Rafiqpoor, A. Stein y J. Mutke. 2015. Biogeography and biodiversity of cacti. *Schumannia* 7: 1-205

Bowers, J. E. 2002. Flowering patterns and reproductive ecology of *Mammillaria grahamii* (Cactaceae), a common, small cactus in the Sonoran Desert. *Madroño* 49: 201-206.

Butterworth C. A. y R. S. Wallace. 2004. Phylogenetic studies of *Mammillaria* (Cactaceae)-insights from chloroplast sequence variation and hypothesis testing using the parametric bootstrap. *American Journal of Botany* 91(7): 1086-1098. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.91.7.1086>

Cook, O. F. y A. C. Cook. 1917. Polar bear cacti. *Journal of Heredity* 8(3): 113-120.

Cuervo-Robayo, A. P., O. Téllez-Valdés, M. A. Gómez-Albores, C. S. Venegas-Barrera, J. Manjarrez y E. Martínez-Meyer. 2014. An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology* 34(7): 2427-2437. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.3848>

ESRI. 2016. ArcGIS Desktop: Release 10. Environmental Systems Research Institute. California, USA. <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>

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

García, E. 1998. Climas (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> (consultado julio de 2022).

Gibson, A. C. y P. S. Nobel. 1986. The Cactus Primer. Harvard University Press. Cambridge, UK. 286 pp.

Godínez-Álvarez, H., T. Valverde y P. Ortega-Baes. 2003. Demographic Trends in the Cactaceae. *The Botanical Review* 69(2): 173-203.

Hernández, H. M. y C. Gómez-Hinostrosa. 2015. Mapping the cacti of Mexico. Part II. *Mammillaria*. DH Books. Milborne Port, UK. 189 pp.

Korotkova, N., D. Aquino, S. Arias, U. Eggli, A. Franck, C. Gómez-Hinostrosa, P. C. Guerrero, H. M. Hernández, A. Kohlbecker, M. Köhler, K. Luther, L. C. Majure, A. Müller, D. Metzing, R. Nyffeler, D. Sánchez, B. Schlumpberger y W. G. Berendsohn. 2021. Cactaceae at Caryophyllales.org - a dynamic online species-level taxonomic backbone for the family. *Willdenowia* 51(2): 251-270. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.51.51208>

Lot, A. y F. Chiang. 1986. Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. México, D.F., México. 142 pp.

McIntosh, M. E. 2002. Plant size, breeding system, and limits to reproductive success in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecology* 162: 273-288. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1020329718917>

Nassar, J. M., N. Ramírez, M. Lampo, J. A. González, R. Casado y F. Nava. 2007. Reproductive biology and mating system estimates of two Andean melocacti, *Melocactus schatzlii* and *M. andinus* (Cactaceae). *Annals of Botany* 99(1): 29-38. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcl229>

Pardo-Salas, S. M., F. Aguilar-Galván y L. Hernández-Sandoval. 2021. Plantas silvestres comestibles de la Barreta, Querétaro, México y su papel en la cultura alimentaria local. *Etnobiología* 19(1): 41-62.

Pilbeam, J. 1999. *Mammillaria*. Nuffield Press. Oxford, UK. 376 pp.

Rendón-Aguilar, B. 2017. Inventario etnoflorístico en regiones oaxaqueñas con gran biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. JF102. Cd. Mx., México. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfJF102.pdf> (consultado julio de 2022).

Rodrigo-Salazar, J. 2011. Determinación del mecanismo antiinflamatorio de peniocerol y chichipecenina aislados de *Myrtillocactus geometrizans*. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 172 pp.

Rodríguez-Navarro, M. L., R. Barone-Tosco, F. Hernández-Romero, B. Fariña-Trujillo y M. Rodríguez-López. 2010. Algunas

plantas de Tenerife con flores albinas o parcialmente albinas. *Quercus* 288: 42-43.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. 504 pp.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059. 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. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Cd. Mx., México. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010 (consultado julio de 2022).

Speight, M. C. D. y J. W. A. Lucas. 1992. Liechtenstein Syrphidae (Diptera). *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg* 19: 327-463.

Toledo, V. M. y N. Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Romanjà/Valls, s.a. Barcelona, España. 230 pp.

USGS. 2018. USGS Eros archive digital elevation Hydro1k. <http://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-hydro1k> (consultado julio de 2022).

Villavicencio-Nieto, M. A., B. E. Pérez-Escandón y B. N. López-Gutiérrez. 2015. Plantas útiles de tres municipios (Metztitlán, Atotonilco el Grande y Huasca de Ocampo) de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. In: Pulido-Flores, G., S. Monks y M. López-Herrera (eds.). *Estudios en Biodiversidad*, Vol. I. Lincoln, NE: Zea Books. Nebraska, EUA. Pp. 173-179.