

**RANGO DE TOLERANCIA Y ABUNDANCIA
DE *CORYPHANTHA CHIHUAHUENSIS* (CACTACEAE)
EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO**

IRMA K. IBARRA-DÍAZ VELARDE

Estudiante de la Facultad de Zootecnia y Ecología
Universidad Autónoma de Chihuahua
Periférico Francisco R. Almada, Km 1
Chihuahua, Chih. México, CP. 31031; 52-614-434 03 04
kidv5@hotmail.com

TOUTCHA LEBGUE-KELENG, JUAN A. ORTEGA-GUTIERREZ, y CARLOS MORALES-NIETO

Profesor-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología
Universidad Autónoma de Chihuahua
Periférico Francisco R. Almada, Km 1
Chihuahua, Chih. México, CP. 31031. 52-614-434 03 04.
tlebgue@uach.mx
jortega@uach.mx
cnieto@uach.mx

OSCAR VIRAMONTES-OLIVAS

Profesor-Investigador de la Facultad de Contaduría y Administración
Universidad Autónoma de Chihuahua
Circuito Universitario #1, Nuevo Campus Universitario
Chihuahua, Chih. México, CP. 31125.; 52-614- 442 00 30
oviramon@uach.mx

IGNACIO REYES-CORTES

Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Chihuahua
Circuito Universitario s/n Campus II. 52-614-442 95 00.
iareyes2020@gmail.com

RESUMEN

El rango de tolerancia es un conjunto de variables bióticas y abióticas que marcan límites de confort para las especies vegetales. Muestran atributos que ayudan a identificar el nivel de integración de una comunidad y conservación de la biodiversidad. El objetivo del estudio fue determinar el rango de tolerancia biótico de *Coryphantha chihuahuensis* mediante la asociación vegetal a la que responde y estimar su abundancia. El estudio se basa en un trabajo de campo con 20 parcelas de 100 m² cada una, donde el eje central es una planta de *C. chihuahuensis*. Sobre este cuadrante se realizó un levantamiento de especies existentes (arbustos, hierbas, gramíneas y cactáceas) y la cuantificación de ejemplares de *C. chihuahuensis*. Se analizó el número de especies, géneros y familias; así como la probabilidad de presencia de cada una. Se utilizaron estadísticas descriptivas que ayudaron a determinar la media de abundancia de la especie. Florísticamente, se obtuvieron un total de 25 familias, 51 géneros y 70 especies. La mayor probabilidad de presencia fueron las arbustivas con un 40%, seguidas por gramíneas 21%, herbáceas 20% y cactáceas 18%. La estima de abundancia para *C. chihuahuensis* es de seis plantas por 100 m² con todos los puntos de estudio y tres plantas sin incluir los sitios con mayor presencia para evitar sesgo. La abundancia de la especie va de una a 23 plantas en cada parcela. Aparte de tener una distribución muy restringida, *C. chihuahuensis* se encuentra vulnerable debido a que su hábitat está siendo invadido por el desarrollo urbano de la ciudad de Chihuahua.

ABSTRACT

The tolerance range is a set of biotic and abiotic variables that set limits of comfort for plant species. They show attributes that help identify the level of community integration and conservation of biodiversity. The objective of the study was to determine the range of biotic tolerance of *Coryphantha*

chihuahuensis through the plant association to which it responds and to estimate its abundance. The study is based on field work with 20 plots of 100 m² each, where the central axis is a *C. chihuahuensis* plant. On this quadrant we surveyed existing species (shrubs, grasses, herbaceous and cacti) and quantified *C. chihuahuensis* specimens. The number of species, genera, and families was analyzed as well as the probability of presence of each one. Descriptive statistics were used to help determine the average abundance of the species. Floristically, a total of 25 families, 51 genera, and 70 species were obtained. The highest probability was 40% for shrubs, followed by grasses 21%, herbaceous 20%, and cacti 18%. The abundance estimate for *C. chihuahuensis* was six plants per 100 m² with all study points and three plants without including sites with greater presence to avoid bias. The abundance of the species ranges from 1 to 23 plants in each plot. Apart from its restricted distribution, *C. chihuahuensis* is vulnerable because its habitat is being invaded by urban development from the city of Chihuahua.

La estructura de una comunidad biológica está determinada por patrones espaciales de distribución, por la clase y número de individuos que forman las poblaciones. En ellas se distinguen tres aspectos fundamentales: composición, estratificación y límites. La asociación vegetal muestra un conjunto de características fisiográficas y climáticas específicas. Además, cada sitio cuenta con condiciones bióticas y abióticas particulares que marcan límites y por tanto un rango de confort para las especies vegetales. Si este rango de tolerancia se altera, los organismos sufren un estrés que puede llegar a su extinción (Sánchez et al. 2011). El análisis y clasificación vegetal señalan un conjunto de variables biofísicas particulares, cuyos atributos ayudan a identificar el nivel de integración de una comunidad (Sosa et al. 2006; Rocha-Loredo et al. 2010), lo que conlleva a la conservación de la biodiversidad (Hernández & Godínez 1994). México a pesar de estar catalogado entre los cinco países megadiverso del mundo, ocupa el tercer lugar entre los países con mayores tasas de deforestación. Es un país con gran variedad de ecosistemas, pero el diagnóstico de su riqueza en diversidad vegetal todavía es insuficiente, así como algunos inventarios carecen de buena estructura (Valenzuela et al. 2015). Los mismos autores señalaron que más del 50% del territorio mexicano se encuentra ocupado por ecosistemas áridos y semiáridos, muchos de ellos perturbados y fragmentados. Al respecto señalaron que llegan a modificarse hasta 50,000 ha de vegetación en estas zonas por año. Esto a causa del cambio de uso de suelo, sobrepastoreo, extracción de especies, expansión agrícola y ganadera, principalmente (Valenzuela et al. 2015; Villanueva et al. 2016). A lo que subrayan Valenzuela et al. (2015) la poca documentación a esta afectación a la diversidad y composición vegetal en estos ecosistemas del país.

Dichos ecosistemas se caracterizan por tener las condiciones restringidas de humedad disponible en el suelo, junto con una estación corta de precipitación al año (250 mm o menor) y largas horas de exposición solar (Sosa et al. 2006; Lara-Juárez et al. 2016). Dentro de las zonas áridas y semiáridas se desarrolla la familia Cactaceae endémica del Continente Americano (Hernández & Godínez 1994; Villanueva et al. 2015; Lara-Juárez et al. 2016). Su mayor riqueza se encuentra en México, principalmente en tipos de vegetación de Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) (Hernández & Godínez 1994; Lara-Juárez et al. 2016). Estudios como los efectuados por López-Gómez et al. (2010) demostraron que en estos tipos de clima existe mayor abundancia de cactáceas en áreas con exposición sur, a pesar de que la orientación norte genera hasta seis veces mayor humedad, gracias a una menor radiación solar; lo que indica la necesidad de que esta familia es de larga duración de exposición solar (López-Gómez et al. 2010). Hernández & Godínez, (1994) y Villanueva et al. (2015) expusieron que los cactus son una de las familias más amenazadas, con un endemismo de hasta el 80% en el territorio mexicano. Villanueva et al. (2015) resaltaron el valor de estas plantas en el país debido a su impacto cultural, social, económico y ecológico, ya que han sido utilizadas en el sector alimenticio, medicinal, religioso, forrajero, así como cercos vivos, y plantas de ornato. Por tanto, son de las especies de planta más amenazadas por el comercio, la recolección ilegal, el cambio de uso de suelo y la industrialización.

El género *Coryphantha* es uno de los más diversos dentro de la familia con 60 o más taxones. Según Ditch & Luthy (2005) y Lebgue & Quintana (2013), a excepción de una franja pequeña en el suroeste de los Estados Unidos, la distribución del género está prácticamente restringida en México, extendiéndose desde el este hasta el oeste, cubriendo las dos Sierras Madres (Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental), y ocupando áreas de los dos desiertos (Chihuahuense y Sonorense), desde el norte hasta el sur del país. Una de las especies poco estudiadas dentro de esta familia es *Coryphantha chihuahuensis* endémica del estado de Chihuahua en el Desierto Chihuahuense (Estrada-Castillo & Villarreal-Quintanilla 2010; Lebgue & Quintana 2013). Su hábitat es limitado y se presenta en forma de manchones dentro de los Matorrales Desérticos Micrófilos (MDM) y Matorrales Desérticos Rosetófilos (MDR) a altitudes de 1200 a 1700 msnm (Lebgue & Quintana 2013).

En un estudio realizado por Alanís-Rodríguez et al. (2015) se analizaron dos tipos de MDR con distintos tipo de suelo (Rendzina + Litosol, textura media, lítico y Regosol calcárico + Litosol, textura media) donde demostraron que, aunque sea el mismo tipo de vegetación, existen variaciones bióticas o abióticas que conllevan a la formación de distintas asociaciones vegetales.

El objetivo del estudio fue determinar el rango de tolerancia biótico de *Coryphantha chihuahuensis* mediante la asociación vegetal a la que responde y estimar su abundancia. Esto será de interés para especialistas en biología, científicos o tecnólogos que requieran saber sobre la distribución ecológica y su especiación en el estado de Chihuahua.

REVISIÓN DE LITERATURA

Tipos de Vegetación en Chihuahua

El estado de Chihuahua tiene con una superficie de 247,087 km². Dentro de su fisiografía, la región centro se caracteriza por estar dentro de dos provincias fisiográficas: Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte. Estas últimas abarcan el 70% del territorio, representan las zonas áridas y semiáridas del estado (Estrada-Castillón & Villarreal-Quintanilla 2010; INAFED 2015; Consejo Nacional Forestal 2011; Gobierno del estado de Chihuahua 2015). A su vez, estas zonas ocupan el 34% del ecosistema Desierto Chihuahuense (DCh) (Estrada-Castillo & Villarreal-Quintanilla 2010), lugar donde se alberga parte de la región florística xerofítica de México, en donde sobresale la familia Cactaceae (Estrada-Castillón & Villarreal-Quintanilla 2010). El estado cuenta con matorral xerófilo, pastizal y bosque de encino-pino, principalmente (Rzedowski 2006). A lo que Lebgue & Quintana (2013) mencionaron que la vegetación hogar de las cactáceas son los matorrales desérticos micrófilos y rosetófilos, mezquiales, pastizales, bosques templados y bosques tropicales caducifolios.

Matorral Desértico o Xerófilo

El Matorral Desértico también conocido como Matorral Xerófilo se caracteriza por comunidades de porte arbustivo, adaptadas de climas áridos y semiáridos. Posee una gran diversidad de especies debido a la variedad de formas biológicas. El 32% de la superficie del estado de Chihuahua está ocupada por Matorrales Xerófilos (Lebgue & Quintana 2013). Esto contribuye a que la organización de algunas comunidades vegetales pueda llegar a ser muy sencillas. A su vez el endemismo encontrado en este tipo de vegetación es de una riqueza considerable (Rzedowski 2006). Cabe mencionar aquí que el Matorral Desértico o Xerófilo está formado por dos asociaciones vegetales que a continuación se describen brevemente:

Matorral Desértico Micrófilo y Rosetófilo

El aspecto fisonómico es el que identifica al Matorral Desértico Micrófilo (MDM), ya que se caracteriza por tener arbustos de hojas pequeñas, con o sin espinas. Estas agrupaciones son las más abundantes en las zonas áridas del estado inclusive del país y se ubican sobre planicies y lomeríos bajos. Dentro de las especies más sobresalientes están *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Prosopis*

glandulosa, *Fouquieria splendens*, *Parthenium incanum*, *Jatropha dioica*, *Cetlis pallida*, *Opuntia* sp., entre otras (Rzedowski 2006; Lebgue & Quintana 2013).

Los Matorrales Desérticos Rosetófilos (MDR) son caracterizados por tener vegetación con hojas grasas agrupadas en forma de rosetas. Se ubican en las partes altas de los lomeríos provenientes de rocas ricas en carbonato de calcio. Estos tipos de matorrales se ubican desde el este de Chihuahua hasta San Luis Potosí (Rzedowski 2006; Estrada-Castillón & Villarreal-Quintanilla 2010; Lebgue & Quintana 2013). Las plantas más características son: *Agave lechuguilla*, *Dasyllirion wheeleri*, *Yucca* sp., *Euphorbia antisiphylityca*, *Senna wislizenii*, *Tecoma stans*, *Aloysia wrightii*, entre otras. En ocasiones, es complicado hacer una delimitación precisa ya que las dos asociaciones vegetales llegan a compartir las mismas especies florísticas. Los dos tipos de matorrales antes mencionados; contienen el 65% de todas las especies de cactáceas encontradas en el estado de Chihuahua (Lebgue & Quintana 2013).



Figura 1. *Coryphantha chihuahuensis* en sitios de muestreo. Foto por I.K. Ibarra.

Hábitat de *Coryphantha chihuahuensis*

La distribución de *C. chihuahuensis* (Figura 1) es limitada. Fue recolectada por Palmer en 1908 en montañas a 20 km de la ciudad de Chihuahua, Chih. (Bravo-Hollis & Sanchez-Mejorada 1991; Anderson 2001). En estudios de campo como los realizados por Lebgue & Quintana (2013) reportaron a la especie en los alrededores de la ciudad de Chihuahua y municipios adyacentes de Delicias y Rosales. Los mismos autores mencionaron que la especie se desarrolla en tipo de vegetación de MDM y MDR; aparte de estas dos asociaciones vegetales no se conoce más sobre su distribución.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se llevó a cabo en los meses de julio y agosto de 2013. Se analizaron 20 puntos con presencia de *Coryphantha chihuahuensis* previamente registrados dentro del estado de Chihuahua, en los municipios de Chihuahua, Aldama, Aquiles Serdán, Rosales y Satevó (Figura 2; Tabla 1) (Ibarra-Díaz Velarde et al. 2016).

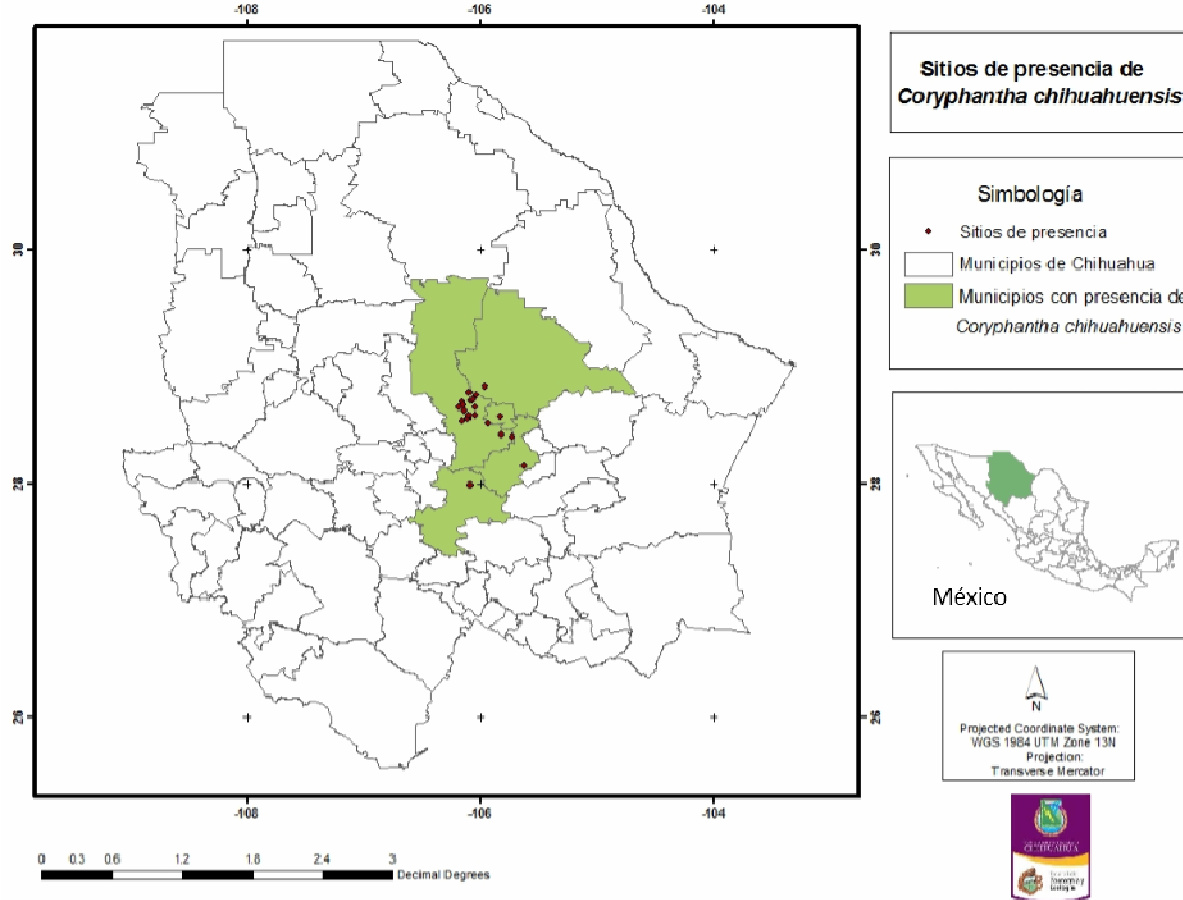


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio y 20 parcelas.

En estos puntos se seleccionó una planta de *Coryphantha chihuahuensis* al azar, misma que se tomó como eje central para delimitar un cuadrante de 10 X 10 m (Fig. 3), medida utilizada por Figueroa & Giménez (2015) para registrar densidad de especies. Sobre este cuadrante se realizó un levantamiento de especies existentes y la cuantificación de ejemplares de *C. chihuahuensis*. De igual forma, se tomó registro de especies de: arbustos (Sp), herbáceas (H), gramíneas (Z) y presencia de otras cactáceas (C); así como los datos espaciales de altitud, orientación o exposición. A los sitios de muestreos se les dio una clasificación en torno a su ubicación: cercano a zona urbana; cercano a caminos ya sean carreteras, caminos o brechas; cercano a desarrollos carreteros o nuevos caminos y; zonas internas. Los parámetros a seguir para la zona urbana fueron: espacio rodeado de desarrollo urbano y la cercanía al mismo no mayor a 500 m. Cercano a carreteras o caminos: un máximo de 500 m del camino al punto de muestreo o que exista vista de la parcela al camino. Cercano a desarrollos carreteros: carreteras en construcción a una distancia máxima de 500 m de la carretera o camino. Zonas internas: puntos a más de 500 m de algún camino, asentamiento o desarrollo humano (Tabla 2).

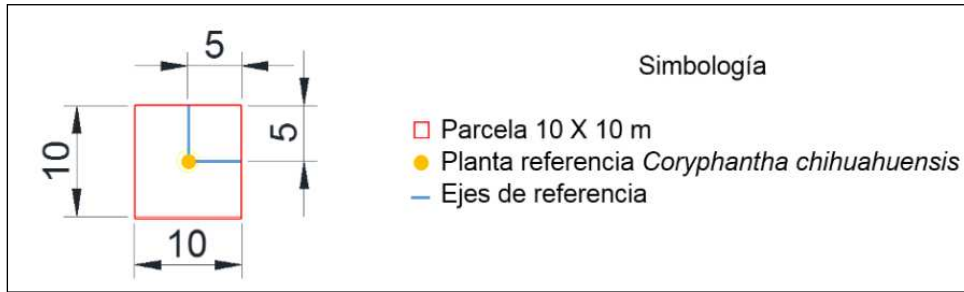


Figura 3. Modelo de parcela 10 X 10 m.

Análisis Estadísticos

Para determinar la sociabilidad vegetal de *Coryphantha chihuahuensis* se registraron las especies encontradas correspondientes a los grupos antes señalados, dentro de las parcelas de 10 X 10 m. Se elaboró una lista con los individuos por sitio. Se analizó el número de especies, género y familia; número total de especies por sitio; especies más frecuentes; como la probabilidad de presencia de cada una, se utilizó el programa Minitab 16. También, se utilizaron estadísticas descriptivas para determinar la media de abundancia de la especie. Para esto, utilizando Minitab 16 y Excel 2013, se realizaron dos cálculos: uno con el total de los registros y el otro sin considerar los tres sitios donde se registraron más abundancia poblacional de *C. chihuahuensis*; y esto para evitar algún sesgo.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Coryphantha chihuahuensis se desarrolla mayormente en el MDM (80%), ya que solo el 20% de las muestras fueron encontradas en las condiciones ambientales del MDR. Florísticamente, se obtuvieron en el área de estudio un total de 275 registros los cuales arrojaron 25 familias, 51 géneros, 71 especies incluyendo *C. chihuahuensis*. Según la forma de vida de las plantas, se encontraron 20 especies arbustivas (Tabla 4), 22 herbáceas (Tabla 5), 19 gramíneas (Tabla 6) y 10 suculentas (cactáceas) incluyendo *C. chihuahuensis* (Tabla 7). Aunque las herbáceas dominaron en diversidad, las arbustivas sobresalieron en abundancia. Estas últimas cuentan con 111 registros, seguidas de gramíneas con 58, herbáceas 56 y 50 cactáceas (incluyendo *C. chihuahuensis*) (Tabla 3). Las especies con mayor presencia son *Aloysia wrightii* (Sp4) y *Tecoma stans* (Sp18) registradas en los sitios 19 y 18, respectivamente; la arbustiva *Mimosa aculeatifolia* (Sp14) con 14 presencias; *Opuntia* sp. (C8) con 11 registró, seguidas de *Jatropha dioica* (Sp12) y *Sida procumbens* (H17) con 10 repeticiones cada uno. Con menor presencia se encuentra *Cenchrus ciliaris* (Z7) con 9, *Croton pottsii* (H5) y *Heteropogon contortus* (Z11) con 8 registros cada una.

Del total de las especies registradas, el 46.5% tienen presencia en un solo sitio; esto representa el 27.3% en arbustivas, el 36.4% de herbáceas, de gramíneas 24.2% y de cactáceas el 12.1%. Por otro lado, el 28.2% del total de las especies tienen presencia en 5 sitios o más. Las especies arbustivas repuntan en presencia con el 45%, seguida de las gramíneas con el 25%, las herbáceas y cactáceas con 15% cada una. Mientras que con 10 registros sólo se encuentran el 11.1% de las especies.

En cuanto a la probabilidad de presencia por formas de vida, las arbustivas representan un 40%, seguidas de las gramíneas y herbáceas con 21 y 20%, respectivamente y con menor probabilidad las cactáceas con un 18% (Tabla 3).

Al analizar los datos registrados, se detectó que *Coryphantha chihuahuensis* se asocia principalmente con *Aloysia wrightii* (Sp4) y *Tecoma stans* (Sp18) (95 y 90% de probabilidad de asociación); seguida por *Mimosa aculeatifolia* (Sp14) (70%); *Opuntia* sp. (C8) (55%); *Jatropha*

dioica (Sp12) (50%), *Sida procumbens* (H17) (50%), y *Celtis pallida* (Sp7) (45%), incluyendo dos gramíneas, *Cenchrus ciliaris* (Z7) y *Heteropogon contortus* (Z11) (45 y 40%). Dicha probabilidad de asociación se redujo para el resto de las especies encontradas en el área de estudio (35% o menos).

Por otro lado, la abundancia estimada de seis plantas de *Coryphantha chihuahuensis*/100 m², fue obtenida considerando a todos los sitios de muestreo; sin embargo, al eliminar los tres sitios con mayor concentración de individuos, esta abundancia se redujo a tres plantas/100 m². Dichos sitios con mayor población de *C. chihuahuensis* fueron el 8 con 23 plantas, el 2 con 19 y el sitio 19 con 11 plantas. El resto de los sitios presentaron poblaciones desde un individuo de planta hasta 7/100 m². La probabilidad de que existan de una a siete plantas en 100 m² es de 90%, mientras una población mayor a siete plantas es sólo del 20% (Tabla 8). Se podría asumir una diferencia de abundancia importante entre parcelas. Aunado a la clasificación de parcelas por ubicación, solo el 10% de los sitios de muestreo se localizaron en zonas internas, a diferencia del resto que se encuentran cercanos a algún tipo de desarrollo urbano. Lo que deja en duda si agentes externos (sobrepastoreo, recolección, cambios de uso de suelo, etc.) a su hábitat afectan o modifican la abundancia de la especie. A esto se puede agregar lo expuesto por Valenzuela et al. (2015) y Villanueva et al. (2016) donde aseveran las amenazas en zonas áridas y semiáridas del país, debido a sus condiciones medio ambientales extremas y los cambios de uso de suelo principalmente; donde además hacen énfasis en la fragilidad de la familia Cactaceae.

En la Tabla 2, se observa que ocho de los sitios de muestreo están cercanos a zona urbana, otros ocho contiguos a caminos o carreteras, dos colindantes a construcción de carreteras y dos en zonas internas. Esto indica que el 90% de los sitios estudiados se encuentran cercanos a algún tipo de desarrollo urbano; por lo que se puede considerar la vulnerabilidad de la especie de estudio. Tomando en cuenta el primer registro de la especie en 1908, reportado por Bravo-Hollis & Sánchez-Mejorada en 1991, el cual ubicó a la planta en lomeríos de la ciudad de Chihuahua; y su propio registro de 1991 especificó una distancia de 20 km de la ciudad pero sin dar una orientación. De 1991 a la fecha, la ciudad de Chihuahua aumentó su extensión territorial conforme al crecimiento poblacional que abarcó casi 1,000 ha en terreno (IMPLAN 2016). Observando el mapa de ubicación de los sitios en el presente estudio, muchos de los lomeríos mencionados en 1991 ya están urbanizados o muy cercanos a alguna área en desarrollo.

La vegetación encontrada corresponde a los dos tipos de vegetación MDM y MDR mencionados por Rzedowski (2006) y Lebgue & Quintana (2013); corroborando, así mismo, lo señalado por Lebgue & Quintana (2013) que *Coryphantha chihuahuensis* se desarrolla en los dos tipos de matorrales, aunque se haya observado una fuerte tendencia a MDM en este estudio. Además, las tres especies asociadas con mayor abundancia: *Aloysia wrightii* (Sp4), *Tecoma stans* (Sp18) y *Mimosa aculeatifolia* (Sp14), se encuentran en los dos matorrales. Por lo anterior, es probable que el hábitat real de *C. chihuahuensis* sea MDM y los sitios detectados como MDR sean puntos de transición entre ambos tipos de matorral. Esto difiere con Lara-Juárez et al. (2016), los cuales mencionan que el tipo de vegetación predominante para cactáceas es MDR. Sin embargo, el estudio realizado por Alanis-Rodríguez et al. (2015) lo reafirma, ya que demostraron que en un mismo tipo de vegetación en zonas distintas, se encuentran asociaciones vegetales diferentes.

Estos registro de elevaciones de la especie (1220 y 1655 msnm) están dentro del rango (1200 y 1700 msnm) expuesto por Lebgue & Quintana (2013).

CONCLUSIONES

Coryphantha chihuahuensis tiene como rango de tolerancia biótico los matorrales desérticos, principalmente el Matorral Desértico Micrófilo y en menor proporción el Matorral Desértico Rosetófilo; se asocia con *Aloysia wrightii* y *Tecoma stans*, ambas especies se encuentran en forma

abundante en los dos tipos de vegetación. La presencia de estas especies asociadas y aunada a algunas condiciones físico-ambientales del hábitat, como laderas rocosas, son determinantes en la ubicación de *C. chihuahuensis*.

Como conclusión final se estima que *Coryphantha chihuahuensis* es una especie muy vulnerable, tanto por las atribuciones como por las amenazas propias de la familia. El conocimiento de la misma ayudaría a su protección y conservación, sobre todo entre las poblaciones aledañas a su hábitat. Por sus condiciones y características particulares *C. chihuahuensis* podría llegar a ser una especie emblemática con porte de identidad para la ciudad de Chihuahua. Sin embargo, se recomienda ampliar la investigación para formalizar su estatus, así como la difusión sobre la importancia de esta especie para el estado de Chihuahua.

LITERATURA CITADA

- Alanís-Rodríguez, E., A. Mora-Olivo, J. Jiménez-Pérez, M.A. González-Tagle, J.I. Yerená-Yamallel, J.G. Martínez-Ávalos, & L.E. González-Rodríguez. 2015. Composición y diversidad del matorral desértico rosetófilo en dos tipos de suelo en el noreste de México. *Acta Bot. Mex.* 110: 105–117.
- Anderson, E. 2001. *The Cactus Family*. Timber Press. Portland, Oregon, USA.
- Bravo-Hollis, H. & H. Sánchez-Mejorada. 1991. *Las Cactáceas de México*. Vol. II. Univ. Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Ditch, R. & A. Lüthy. 2005. *Coryphantha Cacti of México and Southern USA*. Springer, Alemania.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo de los Municipios (INAFED). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: Chihuahua*. 2015. Chihuahua. <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM08chihuahua/mediofisico.html>>
- Consejo Nacional Forestal. Comité Técnico de Protección y Conservación Forestal. *Provincias y Subprovincias de México*. 2015. <<https://proteccionforestal.files.wordpress.com/2011/09/anexo-4-provincias-y-subprovincias-fisiogrc3a1ficas-de-mc3a9xico.docx>>
- Estrada-Castillo E. & J.A. Villarreal-Quintanilla. 2010. Flora del centro del estado de Chihuahua, México. *Acta Bot. Méx.* 92: 51–118.
- Figueroa, M.E. & A.M. Giménez. 2015. Consideraciones ecológicas sobre una población de *Lycium athium* (Solanaceae) y ampliación de su área de distribución. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50: 79–91.
- Gobierno del estado de Chihuahua. 2015. *Cartografía de uso de suelo y vegetación del estado de Chihuahua*. Secretaría de desarrollo rural. <<http://www.chihuahua.gob.mx/attach2/sdr/uploads/informeFinalCartografia.pdf>>
- Granados-Sánchez, D., A. Sánchez-González, V. Granados, L. Ro, & A. Borja de la Rosa. 2011. Ecología de la vegetación del desierto Chihuahuense. *Revist. Chapingo Ser. Ci. Forest. Ambient.* 17: 111–130.
- Hernández, H. & H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Bot. Mex.* 26: 33–52.
- Ibarra-Díaz Velarde, I., T. Lebgue-Keleng, O. Viramontes-Olivas, I. Reyes-Cortes, J.A. Ortega-Gutiérrez, & C. Morales-Nieto. 2016. Modelo de Nicho Fundamental para *Coryphantha chihuahuensis* (Cactaceae) en el estado de Chihuahua, México. *Ecol. Apl.* 15: 11–17.
- IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación Chihuahua). 2016. *Plan de Desarrollo Urbano 2040 Quinta actualización*. Chihuahua.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo de los Municipios (INAFED). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: Chihuahua*. 2015. Chihuahua. <<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM08chihuahua/mediofisico.html>>
- Lara-Juárez, E.I., J. Treviño-Carreón, B. Estrada-Drouaillet, W.A. Poot-Poot, V. Vargas-Tristán & C. Ballesteros-Barrera. 2016. Determinación de las especies nodriza de *Ferocactus pilosus*

- (Galeotti) Werderm. (Cactaceae) en Miquihuana, Tamaulipas, México. *Revist. Mex. Agroecosist.* 3: 184–194.
- Lebgue–Keleng, T., O. Viramontes, R.A. Soto–Cruz, M. Quiñonez–Martínez, S. Balderrama–Castañeda, & Y.E. Aviña–Dominguez. 2011. Cactáceas endémicas y raras del estado de Chihuahua, México. *Tecnoci. Chihuahua* 1: 27–33.
- Lebgue, K.T. & G. Quintana. 2013. Cactáceas de Chihuahua (ed. 2). PISA e Instituto Chihuahuense de la Cultura. Chihuahua, Chih., México.
- López–Gómez, V., P. Zedillo–Avelleyra, S. Anaya–Hong, E. González–Loozada, & Z. Cano–Santana. 2012. Efecto de la orientación de la ladera sobre la estructura poblacional y ecomorfología de *Neobuxbaumia tetetzo* (Cactaceae). *Bot. Sci.* 90: 453–457
- Rocha–Loredo, A.G., N. Ramírez–Marcial, & M. González–Espinosa. 2010. Riqueza y diversidad de árboles del bosque tropical caducifolio en la Depresión Central de Chiapas. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 87: 89–103.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México (ed. 1, digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Sánchez, J., V. Molina, R. Pérez, F.M. Silva, E.S. Ortiz, & E. Jurado. 2011. Cambio climático: ¿Precursor de migración de especies vegetales en la montaña más alta del norte de México? *Ciencia UANL* 14: 137–143.
- Sosa, M., J.L. Galarza, T. Lebgue, R. Soto, & S. Puga. 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la región árida del estado de Chihuahua, México. *Ecol. Apl.* 5 (1 y 2): 53–59.
- Tropicos 2016. Tropicos.org: Nomenclatural, bibliographic, and specimen data accumulated in MBG's electronic databases. Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org>>
- Valenzuela, L.M., J.C. Ríos, K.R. Barrientos, G. Muro, J. Sánchez, & E.A. Briceño. 2015. Estructura y composición florística en dos comunidades de Mezquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.) en Durango, México. *Inverciencia.* 40: 465–472.
- Villanueva, R.M., M.C. Navarro, & H.R. Eliosa. 2016. Germinación de tres especies de cactáceas endémicas de México en condiciones asépticas. *Zonas Árid.* 16: 1–16.

Tabla 1. Sitios de muestreo, punto central de cada parcela.

ID	Lugar	X	Y
1	Camino a Horcasitas	28° 25' 08"	105° 49' 18"
2	Cerca Bachiniva	28° 23' 59"	105° 43' 47"
3	Grutas Nombre de Dios	28° 42' 20"	106° 04' 48"
4	Granjas universidad	28° 33' 13"	106° 06' 19"
5	Cerro San Sebastián	28° 42' 18"	106° 09' 41"
6	Libra Delicias- Juárez	28° 46' 53"	106° 05' 54"
7	Nombre de Dios feria Santa Rita	28° 39' 10"	106° 02' 55"
8	Presa las vírgenes	28° 09' 18"	105° 37' 30"
9	Carretera Delicias – Satevo	27° 59' 08"	106° 05' 15"
10	Delicias - Chih km. 201	28° 30' 53"	105° 55' 47"
11	Boulevard a Almada	28° 34' 52"	106° 05' 49"
12	Cerro grande	28° 35' 12"	106° 02' 57"
13	Municipio Aquiles Serdán	28° 34' 14"	105° 50' 04"
14	Ejido Labor de Terrazas	28° 32' 21"	106° 09' 24"
15	Prolongación Francisco Villa	28° 40' 04"	106° 08' 53"

16 Pista aviones prolongación Cantera	28° 38' 57"	106° 11' 02"
17 Cerro atrás CIMA	28° 37' 24"	106° 08' 10"
18 Carretera Aldama Autódromo	28° 49' 21"	105° 57' 34"
19 Carretera Aldama libramiento Juárez-Delicias	28° 45' 24"	106° 02' 16"
20 Centro Cerro Nombre de Dios	28° 42' 57"	106° 04' 06"

Tabla 2. Clasificación de parcelas por su ubicación.

Clasificación	No. Sitio de muestreo
Cercano a zona urbana	3, 4, 5, 7,8,12,15,17
Cercano a caminos, carreteras o brechas	1, 2, 10, 13, 14,16, 18,20
Cercano a carreteras en construcción	6,19
Zonas internas	9, 11

Tabla 3. Formas de vida encontradas en parcelas, número de especies, cantidad de registros y probabilidad de presencia.

Forma de vida	No. de especies por grupo	No. de registros	Especies con un registro (%)	Especies superior a 5 registros (%)	10 registros ó más (%)	Probabilidad Presencia (%)
Arbustivas	20	111	27.3	45	62.5	40.4
Herbáceas	22	56	36.4	15	12.5	20.4
Gramíneas	19	58	24.2	25	0	21.1
Cactáceas	10*	50**	12.1	152	25	18.2
TOTAL	71	275	46.5	28.2	11.1	

*9 sin *Coryphantha chihuahuensis* **30 sin *Coryphantha chihuahuensis*

Tabla 4. Arbustos. Clasificación de especies, registro y probabilidad de presencia.

Clave	Especie	Registros	Prob.1	Prob.3
Sp1	<i>Acacia angustissima</i>	2	10%	3%
Sp2	<i>Acacia constricta</i>	6	30%	10%
Sp3	<i>Acacia neovernicosa</i>	1	5%	1%
Sp4	<i>Aloysia wrightii</i>	19	95%	27%
Sp5	<i>Asclepias oenotheroides</i>	1	5%	1%
Sp6	<i>Baccharis</i>	1	5%	1%
Sp7	<i>Celtis pallida</i>	9	45%	13%
Sp8	<i>Condalia ericoides</i>	1	5%	1%
Sp9	<i>Dasyilirion</i> sp.	2	10%	3%
Sp10	<i>Ephedra trifurca</i>	1	5%	1%
Sp11	<i>Fouquieria splendens</i>	7	35%	10%
Sp12	<i>Jatropha dioica</i>	10	50%	14%
Sp13	<i>Mimosa dysocarpa</i>	1	5%	1%
Sp14	<i>Mimosa aculeatifolia</i>	14	70%	20%
Sp15	<i>Nolina texana</i>	1	5%	1%
Sp16	<i>Prosopis glandulosa</i>	9	50%	13%
Sp17	<i>Senna wislizenii</i>	6	30%	9%
Sp18	<i>Tecoma stans</i>	18	90%	26%
Sp19	<i>Tiquilia greggii</i>	1	5%	1%
Sp20	<i>Ziziphus</i> sp.	1	5%	1%

Prob.1= Probabilidad de presencia por forma de vida; Prob.2= Probabilidad entre total de especies.

Tabla 5. Herbáceas. Clasificación de especies, registro y probabilidad de presencia.

Clave	Especie	Registros	Prob.1	Prob.2
H1	<i>Amoreuxia</i> sp.	1	5%	1%
H2	<i>Asclepias latifolia</i>	2	10%	3%
H3	<i>Aspicarpa humilis</i>	1	5%	1%
H4	<i>Bidens</i> sp.	1	5%	1%
H5	<i>Croton pottsii</i>	8	40%	11%
H6	<i>Cheilanthes villosa</i>	1	5%	1%
H7	<i>Chenopodium álbum</i>	1	5%	1%
H8	<i>Descurainia pinnata</i>	1	5%	1%
H9	<i>Datura stramonium</i>	1	5%	1%
H10	<i>Dichondra argétea</i>	3	15%	4%
H11	<i>Evolvulus alsinoides</i>	7	35%	10%
H12	<i>Evolvulus sericeus</i>	2	10%	3%
H13	<i>Hoffmannseggia</i> sp.	1	5%	1%
H14	<i>Ipomoea</i> sp.	4	20%	6%
H15	<i>Oenothera triloba</i>	1	5%	1%
H16	<i>Portulaca pilosa</i>	2	10%	3%
H17	<i>Sida procumbens</i>	10	50%	14%
H18	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	3	15%	4%
H19	<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	3	15%	4%
H20	<i>Tidestromia lanuginosa</i>	1	5%	1%
H21	<i>Viguiera cordifolia</i>	1	5%	1%
H22	<i>Vicia</i> sp.	1	5%	1%

Prob. 1= Probabilidad de presencia por forma de vida; Prob.2= Probabilidad entre total de especies.

Tabla 6. Gramíneas. Clasificación de especies, registro y probabilidad de presencia.

Clave	Especie	Registros	Prob.1	Prob.2
Z1	<i>Aristida adscensionis</i>	6	30%	9%
Z2	<i>Aristida divaricata</i>	4	20%	6%
Z3	<i>Bouteloua curtipendula</i>	5	25%	7%
Z4	<i>Bouteloua gracilis</i>	2	10%	3%
Z5	<i>Bouteloua hirsuta</i>	1	5%	1%
Z6	<i>Buchloe dactyloides</i>	1	5%	1%
Z7	<i>Cenchrus ciliaris</i>	9	45%	13%
Z8	<i>Cynodon dactylon</i>	1	5%	1%
Z9	<i>Elyonurus barbiculmis</i>	1	5%	1%
Z10	<i>Eragrostis cilianensis</i>	1	5%	1%
Z11	<i>Heteropogon contortus</i>	8	40%	11%
Z12	<i>Leptoloma cognatum</i>	3	15%	4%
Z13	<i>Leptochloa dubia</i>	1	5%	1%
Z14	<i>Lycurus phleoides</i>	4	20%	6%
Z15	<i>Melinis repens</i>	5	25%	7%
Z16	<i>Panicum hallii</i>	1	5%	1%
Z17	<i>Pennisetum</i> sp.	1	5%	1%
Z18	<i>Setaria leucopila</i>	2	10%	3%
Z19	<i>Setaria macrostachya</i>	2	10%	3%

Prob. 1= Probabilidad de presencia por forma de vida; Prob.2= Probabilidad entre total de especies.

Tabla 7. Cactáceas. Clasificación de especies, registro y probabilidad de presencia.

Clave	Especie	Registros	Prob.1	Prob.2
C1	<i>Coryphantha delaetiana</i>	1	5%	1%
C2	<i>Coryphantha ramillosa</i>	3	15%	4%
C3	<i>Coryphantha robustispina</i>	1	5%	1%
C4	<i>Coryphantha sneedii</i>	1	5%	1%
C5	<i>Coryphantha tuberculosa</i>	1	5%	1%
C6	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	3	15%	4%
C7	<i>Echinocereus pectinatus</i>	6	30%	9%
C8	<i>Opuntia</i> sp.	11	55%	16%
C9	<i>Opuntia imbricata</i>	3	15%	4%

Prob. 1= Probabilidad de presencia por forma de vida; Prob.2= Probabilidad entre total de especies.

Tabla 8. Población de *Coryphantha chihuahuensis* por sitio y su estima poblacional.

Sitio	Población	Estima poblacional
1	4	Baja
2	19	Alta
3	4	Baja
4	1	Baja
5	4	Baja
6	1	Baja
7	7	Media
8	23	Alta
9	2	Baja
10	3	Baja
11	7	Media
12	1	Baja
13	1	Baja
14	1	Baja
15	2	Baja
16	4	Baja
17	5	Media
18	2	Baja
19	11	Alta
20	7	Media