



Fenología reproductiva de *Mammillaria heyderi* Muehlenpf. y *Mammillaria sphaerica* A. Dietr. en Montemorelos, Nuevo León, México

Gilberto Carlos García Leal*, Fernando González Saldívar*, César Cantú Ayala*, José I. Uvalle Saucedo*

DOI: /https://doi.org/ 10.29105/cienciauanl24.105-1

RESUMEN

Se registró la fenología reproductiva de *Mammillaria heyderi* Muehlenpf. y *Mammillaria sphaerica* A. Dietr., pertenecientes a un programa de rescate de flora en Montemorelos, Nuevo León. El estudio se realizó entre abril de 2017 y abril de 2018, seleccionando y marcando diez individuos maduros de las dos especies, para evaluar la presencia de sus estadios fenológicos mediante muestreos semanales, generando fenogramas. Las dos especies registraron un patrón de floración y fructificación unimodal. La floración entre *Mammillaria heyderi* y *Mammillaria sphaerica* es sucesiva con un mes de diferencia. Las dos especies estudiadas presentaron similitudes en crecimiento, y fructificación.

Palabras clave: cactácea, fenofases, fenología reproductiva, *Mammillaria heyderi*, *Mammillaria sphaerica*, conservación, zonas áridas.

La familia de las cactáceas contribuye con cerca de 2,000 especies del número total, a nivel global, de las plantas vasculares (Bravo y Sánchez, 1991), es una familia que se distribuye mayormente en el norte y sur de América. En Norteamérica, México es uno de los centros con alta diversidad de especies, las cactáceas ocupan el quinto lugar en riqueza con 46 géneros y 660 especies de las cuales más de 70% son endémicas (Ortega-Baés y Godínez-Álvarez, 2010).

Las cactáceas se catalogan como miembros prominentes de listas de especies en riesgo de extinción tanto a nivel nacional como internacional. Esto incluso para aquellos que no se han estudiado a detalle, y dada la necesidad de evaluar estas especies, todavía hay un importante sesgo de información (Zepeda-Martínez *et al.*, 2013).

ABSTRACT

Reproductive phenology of *Mammillaria heyderi* Muehlenpf and *Mammillaria sphaerica* A. Dietr., belonging to a flora rescue program, located in Montemorelos, Nuevo León. The study was conducted between April 2017 and April 2018, selecting and marking ten mature individuals of both cacti species, evaluating the presence of their phenological stages by means of weekly sampling, generating phenograms. Both cacti species showed a unimodal flowering and fructification pattern. The flowering phase between *Mammillaria heyderi* and *Mammillaria sphaerica* is successive with a month of difference. Both species had similarities in growth and fruiting.

Keywords: Cactaceae, Phenophases, Reproductive Phenology, *Mammillaria heyderi*, *Mammillaria sphaerica*, Conservation, Arid Zones.

La investigación fenológica tiene una contribución fundamental para el conocimiento de las distintas especies, dando pie a investigaciones diversas con aplicaciones distintas según sean los propósitos. La reproducción es uno de los procesos que influyen en el tamaño y la dinámica de población (Méndez *et al.*, 2005).

Examinando las relaciones entre la fenología de floración, la producción de frutos y los datos climatológicos se puede proveer información de las fuerzas selectivas que afectan el tiempo de floración (McIntosh, 2002). Conociendo esto se puede predecir la cantidad de frutos posibles y el tiempo adecuado de recolección para la obtención de semillas.

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: fer1960_08_10@hotmail.com

Petit (2001) describe la fenología reproductiva de tres especies columnares de cactáceas (*Stenocereus griseus*, *Subpilocereus repandus* y *Pilosocereus lanuginosus*) en Curazao, observó las respuestas de las especies estudiadas a los efectos climáticos (precipitación y temperatura), además notó que la precipitación puede afectar la formación de estructuras reproductivas, principalmente los botones florales. Asimismo, observa que el disturbio humano afecta la fenología de tales plantas. El comienzo y fin de fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas (Torres, 1995).

El objetivo de este estudio fue determinar el ciclo de las fenofases, crecimiento vegetativo, floración y fructificación, que a su vez fueron relacionadas con los datos climáticos del área, de dos especies, *Mammillaria heyderi* Muehlenpf. y *Mammillaria sphaerica* A. Dietr., de abril de 2017 a abril de 2018, en un centro de acopio de plantas rescatadas de la construcción de un gasoducto, ubicado en Montemorelos, Nuevo León, México.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en uno de los centros de acopio, provisto de 50% de malla sombra, de plantas pertenecientes a un programa de rescate de flora, a lo largo de la instalación de un gasoducto, desde el municipio de Los Ramones, cruzando todo N.L. del NE al SO del estado, hasta los límites entre San Luis Potosí y Querétaro, éstas sin tratamiento. Se encuentra ubicado en Montemorelos, Nuevo León, a 30 km de la ciudad; localizado en las coordenadas 25°04'39.09" LN y 99°31'04.59" LW, con una elevación máxima de 420 msnm. El clima presente en la región es del tipo (A) C (W_o), semicálido subhúmedo con lluvias en verano; clasificado por Köppen y después modificado por García (1981). La temperatura media anual es mayor a los 18°C, la precipitación anual alrededor es de 800 mm con una distribución bimodal (en los meses de abril a mayo y de septiembre a octubre).

El tipo de vegetación dominante en la región circundante al centro de acopio corresponde a matorral espinoso tamaulipeco (INEGI, 2013). Éste se conforma por especies como *Havardia pallens*, *Acacia rigidula*, *Celtis pallida*, *Leucophyllum frutescens*, *Forestiera angustifolia* y *Acacia farnesiana*; caracterizado por estratos arbustivos altos y medios, así como estratos arbóreo altos (García, 1999).

Determinación del estado fenológico

El estudio fue realizado entre abril de 2017 y abril de 2018, seleccionando y marcando diez individuos maduros y sanos de cada una de las especies a estudiar (*Mammillaria heyderi*, *Mammillaria sphaerica*), esto con el propósito de evaluar la presencia de sus estadios fenológicos (crecimiento vegetativo, flor inmadura, intermedia, madura, muerta; fruto inmaduro, intermedio, maduro y en dispersión) mediante muestreos semanales, el crecimiento vegetativo se estimó mediante la aparición de nuevas aréolas, de menor tamaño, de coloración más clara y blandas en comparación con las aréolas ya desarrolladas y la cantidad de las estructuras reproductivas por individuo y por cada estadio fenológico (Novoa *et al.* 2005).

Datos climáticos

Se registraron los datos climáticos de precipitación usando un pluviómetro, y se registró la temperatura con la ayuda de un termómetro ambiental de máximas y mínimas en el sitio de estudio, a fin de relacionarlos con la respuesta del crecimiento vegetativo y producción de estructuras reproductivas de las dos especies estudiadas.

Análisis de datos

Se generó una base datos colectados en campo que, a su vez, fueron ordenados en los paquetes informáticos Sigma Plot y Excel. Para el manejo de los datos fenológicos se realizaron gráficos de crecimiento vegetativo, así como gráficas de las cantidades registradas de estructuras reproductivas de flor y fruto según su estadio a lo largo del año, de igual forma se generaron climogramas de las variables de temperatura y precipitación.

RESULTADOS

La temperatura media anual fue de 23°C; la máxima, de 44°C, fue registrada en junio, y la mínima, de 0°C, en los meses de diciembre y enero. La precipitación total anual fue de 857 mm, siendo octubre el mes con mayor precipitación de 298 mm (figura 1 D).

Mammillaria heyderi presentó crecimiento durante la mayor parte del año, fluctuando entre 100 y 0% de las plantas estudiadas (n=10; figura 1A). El descenso del porcentaje de crecimiento se debe, probablemente, a que la planta concentró su energía en la floración que se registró en el mismo lapso de enero y febrero (figura 1A y 1B). El estadio de flor inmadura mostró la mayor producción de flores (109) en febrero, mientras que para la flor intermedia el mayor número de flores (17) se registró en marzo. Por otra parte, en febrero fue registrado

el mayor número (10) de flores maduras y flores muertas con 41 unidades en el mes de marzo (figura 1B). El estadio fruto inmaduro mostró la mayor producción de frutos (192) en mayo, mientras que para el fruto intermedio el mayor número de frutos (10) fue registrado en septiembre. Por otra parte, en junio fueron observados 24 frutos maduros, y diez frutos en dispersión en julio (figura 1C).

Mammillaria sphaerica presentó crecimiento la mayor parte del año, fluctuando entre el 100 y 20% de las plantas estudiadas (n=10) en junio, octubre y febrero, el descenso del

porcentaje de crecimiento vegetativo fue, probablemente, debido a que concentró su energía en la floración y fructificación; por otra parte, coincidió con las bajas temperaturas registradas (figura 1E, F, G y D). El estadio de flor inmadura mostró la mayor producción de flores (35) en mayo, así como para la flor intermedia (3). Por otra parte, en junio fue registrado el mayor número (9) de flores maduras. A su vez, el mayor número de flores muertas (24) se mostró en julio (figura 1F). El estadio de fruto inmaduro mostró la mayor producción de frutos (24) en junio, mientras que para el fruto intermedio el mayor número de frutos (9) fue registrado en julio.

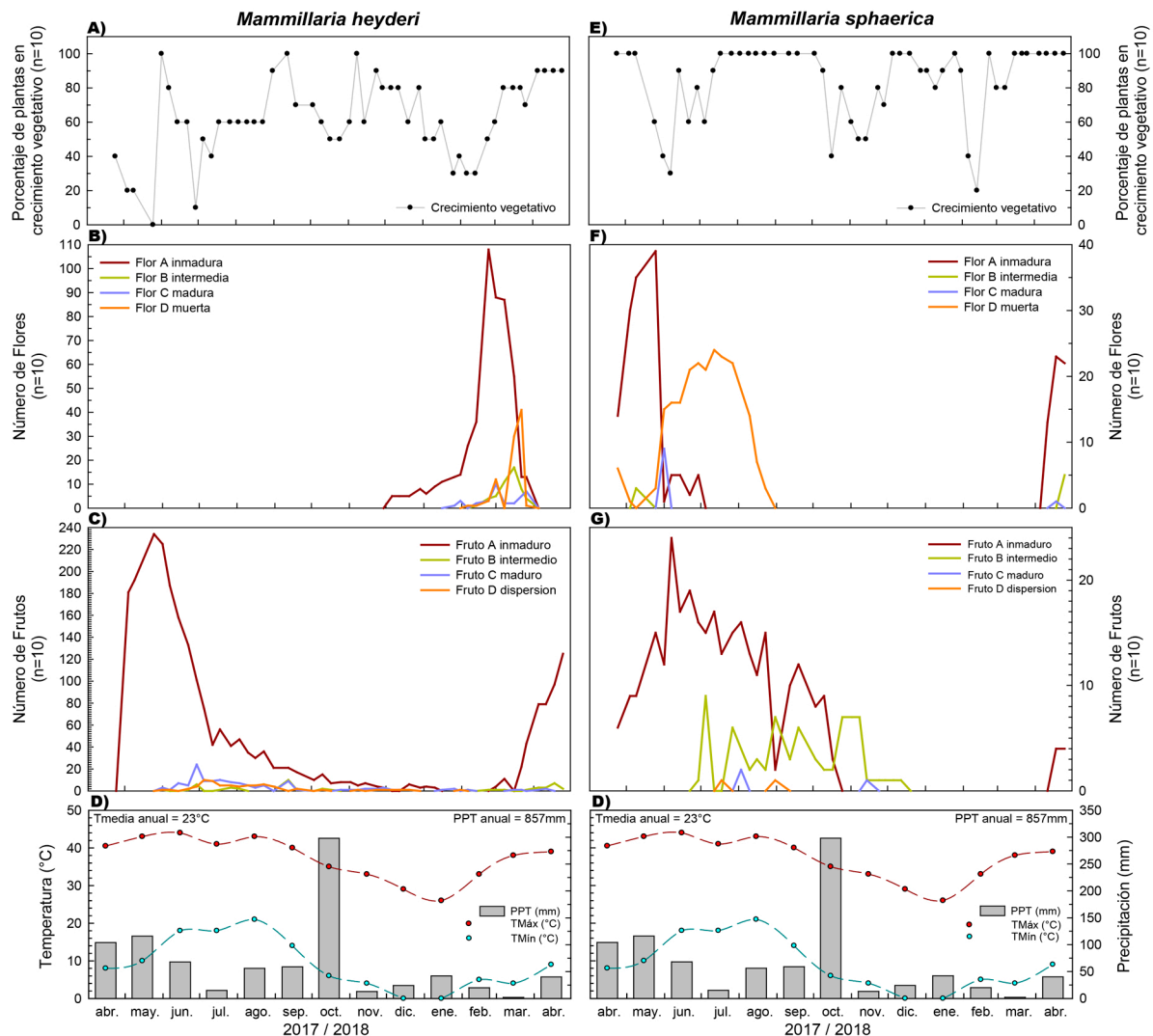


Figura 1. Fenogramas de A) crecimiento vegetativo, B) floración y C) fructificación de *Mammillaria heyderi*; D) climograma de temperatura máxima y mínima mensual, y precipitación mensual. Fenogramas de E) crecimiento vegetativo, F) floración y G) fructificación de *Mammillaria sphaerica*.

Por otra parte, en agosto fueron observados dos frutos maduros, y un fruto en dispersión en julio (figura 1G).

DISCUSIÓN

El desarrollo de las etapas fenológicas entre las especies fue diferente durante el periodo de recolección de los datos. De cada una de las dos especies se observaron diversas relaciones entre las fenofases, las cuales son representativas para los estadios fenológicos.

Precipitación y fenología

El efecto de la variación en los periodos de lluvia y sequía en la producción de flores se ha probado en algunas plantas del matorral (Jentsch *et al.*, 2009). Las especies *Mammillaria heyderi* y *Mammillaria sphaerica* presentaron su mayor producción de flores durante precipitaciones bajas. En contraste, la producción de flores en algunos ejemplares de cactáceas como *Stenocereus griseus* es afectada negativamente por la lluvia y pueden variar en abortos florales después de periodos de fuertes lluvias (Petit, 2001).

Una mayor disponibilidad del agua en la etapa de reproducción aumenta la producción de frutos (De la Barrera y Nobel, 2004), esto dependerá de la intensidad y del momento de los eventos de lluvia (Sala y Lauenroth, 1982). Esto es notable en las especies estudiadas, ya que presentan una mayor producción y maduración de los frutos con precipitación intermedia.

Temperatura y fenología

El principal factor climático que afecta el desarrollo de las plantas es la temperatura (Menzel, 2000; citado por Alvarado *et al.*, 2002). Por lo tanto, la precipitación no corresponde al único factor que desencadena la formación de flores en los trópicos (Petit, 2001), pequeñas diferencias en el fotoperiodo inducen la floración en ciertas especies de plantas en Nigeria (Njoku, 1958), siendo además la temperatura un factor desencadenante fenológico importante en plantas no tropicales (Ahlgren, 1957).

Durante los periodos de altas temperaturas *Mammillaria sphaerica* generó una alta producción de flores y frutos, mientras que a bajas temperaturas su crecimiento se vio reducido. En contraste, *Mammillaria heyderi* no presentó producción de flores, frutos y crecimiento significativos en relación con la temperatura.

Otros factores que afectan la fenología de las especies

Una posible causa de procesos de aborto floral y pérdida de frutos que no presentan una relación aparente con los factores de precipitación y temperatura pueden ser relacionados por factores bióticos como la presencia de depredadores herbívoros o frugívoros, la intervención de polinizadores, la competencia entre polinizadores por las flores, dispersores de semillas y el tamaño de la planta (Stiles, 1977; Stephenson, 1981; Wheelwright, 1985; Brody, 1997; Pilon, 2000; Ollerton y Lack, 1998).

CONCLUSIONES

Las dos especies sujetas a estudio registraron un patrón de floración y fructificación unimodal. *Mammillaria heyderi* en invierno y primavera, mientras que *Mammillaria sphaerica* presentó la etapa de floración predominante durante la primavera y el verano; en cuanto a la fructificación, *Mammillaria sphaerica* la registró de primavera a otoño; en contraste, *Mammillaria heyderi* presentó sus diferentes estadios de fructificación durante todo el año.

REFERENCIAS

- Ahlgren, C.E. (1957). Phenological observations of nineteen native tree species in northeastern Minnesota. *Ecology*. 38:622-628.
- Alvarado, M., Foroughbackhch, R., Jurado, E., *et al.* (2002). El cambio climático y la fenología de las plantas. *Ciencia UANL*. 5(4):493-500.
- Bravo-Hollis, H., y Sánchez-Mejorada, H. (1991). *Las cactáceas de México*, vol. 2 y 3. Universidad Nacional Autónoma de México, DF, México.
- Brody, A.K. (1997). Effects of pollinators, and seed predators on flowering phenology. *Ecology*. 78:1624-1631.
- De la Barrera, E., y Nobel, P. (2004). Carbon and water relations for developing fruits of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, including effects of drought and gibberellic acid. *Journal of Experimental Botany*. 55:719-729.
- García, E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana*. 3ra. edición UNAM, México D.F., 252 pp.
- García J. (1999). *Caracterización del matorral con condiciones prístinas en el área de Linares, N.L., México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, 1-68 pp.

- INEGI. (2013). *Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000*. Comisión de Estudios del Territorio Nacional.
- Jentsch, A., Kreyling, J., Boettcher-Treschkow, *et al.* (2009). Beyond gradual warming: extreme weather events alter flower phenology of European grassland and heath species. *Global Change Biology*. 15:837-849.
- McIntosh, M.E. (2002). Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae). *Plant Ecology*. 159:1-13.
- Méndez, M., Durán, R., Dorantes, A., *et al.* (2005). Floral demography and reproductive system of *Pterocereus gaumeri*, a rare columnar cactus endemic to Mexico. *Journal of Arid Environments*. 62:363-376.
- Njoku, E. (1958). The photoperiodic response of some Nigerian plants. *Journal of West African Science Association*. 4:99-111.
- Novoa, S., Ceroni, A., Arellano, C. (2005). Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el valle del río Chillón, Lima-Perú. *Ecología Aplicada*. 4(1-2):35-40.
- Ollerton, J., y Lack, A. (1998). Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in *Lotus corniculatus* (Fabaceae). *Plant Ecology*. 139:35-47.
- Ortega-Baes, P., y Godínez-Álvarez, H. (2010). Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiversity and Conservation*. 15:817-827.
- Petit, S. (2001). The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curacao. *Journal of Arid Environments*. 49:521-531.
- Pilson, D. (2000). Herbivory and natural selection on flowering phenology in wild sunflower, *Helianthus annuus*. *Oecologia*. 122:72-82.
- Sala, O., y Lauenroth, W. (1982). Small rainfall events: an ecological role in semiarid regions. *Oecologia*. 53:301-304.
- Stephenson, A.G. (1981). Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 12:253-279.
- Stiles, F.G. (1977). Coadapted competitors: the flowering seasons of hummingbird-pollinated plants in a tropical forest. *Science*. 198:1170-1178.
- Wheelwright, N.T. (1985). Competition for dispersers, and the timing of flowering and fruiting in a guild of tropical trees. *Oikos*. 44:465-477.
- Zepeda-Martínez, M.C., Mandujano, F.J. Mandujano, J.K. *et al.* (2013). What can the demography of *Astrophytum ornatum* tell us of its endangered status? *Journal of Arid Environments*. 88:244-249.