

Praxis médica vegetal

Desarrollo de una prótesis para *Neobuxbaumia polylopha* (DC.) Backeb. (Cactaceae) afectada por secuelas de la necrosis producida por *Pseudomonas corrugata* Roberts & Scarlett

Sánchez Martínez Emiliano^{1*}, Ruiz Campos Genaro², Martínez Romero Roberto¹, Hernández Martínez María Magdalena¹ & Maruri Aguilar Beatriz¹.

Resumen

El proceso curatorial de las colecciones de un jardín botánico requiere del desarrollo de una praxis médica vegetal permanente para garantizar la protección de las plantas. Documentamos una enfermedad propiciada por la presencia de condiciones térmicas adversas (bajas temperaturas) que favorecen un agente etiológico (*Pseudomonas corrugata* Robert & Scarlett) causante de necrosis tisular, cuyos daños a los tejidos vegetales, en casos extremos, requieren de cirugía. Se precisa el caso de un individuo de *Neobuxbaumia polylopha* (DC.) Backeb. que perdió tejidos parenquimatosos profundos y de la médula, para el cual colocamos una prótesis diseñada con materiales simples a partir de vendas de yeso con el fin de fortalecer su soporte mecánico y mejorar su aspecto. Concluimos que es aconsejable que todos los jardines botánicos mexicanos refuercen sus prácticas curatoriales, específicamente para mantener especímenes saludables.

Palabras clave: Necrosis, *Neobuxbaumia polylopha*, praxis médica vegetal, prótesis, *Pseudomonas corrugata*.

Abstract

The curatorial process of plant collections in botanical gardens requires permanent development of medical praxis in order to guarantee species protection. We documented a disease produced by adverse thermal conditions (cold temperatures) that favor the emergence of *Pseudomonas corrugata* Robert & Scarlett, a phytopathological agent that causes tisular necrosis which, in extreme events, needs surgical treatment. Particularly, we present the case of a *Neobuxbaumia polylopha* (DC.) Backeb. specimen, that lost deep parenchyma and pith. A prosthesis, made with plaster bandages, was designed to strengthen its structure and improve its aesthetic aspect. We conclude that it is advisable that every botanical garden in México reinforces its curatorial practices, specifically to maintain healthy specimens.

Key words: Necrosis, *Neobuxbaumia polylopha*, medical plant praxis, prosthesis, *Pseudomonas corrugata*.

¹ Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío". Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro. Camino a la antigua Hacienda de Tovares sin número, Cadereyta de Montes, Querétaro, México. 76500.

² Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus-Querétaro. Epigmenio González 500 Fracc. San Pablo 76130 Querétaro, Qro.

*Autor de correspondencia: esanchez@concyteq.edu.mx

Introducción

El Jardín Botánico Regional de Cadereyta mantiene una importante colección de Cactaceae del estado de Querétaro, cuyo contingente, con cerca de 100 especies, proviene principalmente del Semidesierto Queretano-Hidalguense, México, en donde predomina un clima de carácter semiseco, templado. No obstante, algunas especies, particularmente de la Tribu Pachycereeae, son de un carácter más termófilo, y están adaptadas a climas semicálidos y cálidos (García 1988). Este es el caso de la *Neobuxbaumia polylopha* (DC.) Backeb., columnar unicolmo, de gran belleza y porte (Foto 1), que se establece predominantemente en los cañones sinclinales de la Sierra Madre Oriental donde desarrolla sus poblaciones naturales más exitosas. En la figura 1 se muestra el contraste de temperaturas promedio que existen en una zona típica del hábitat natural de esta especie, Jalpan (Scheinvar 2004), y la zona en donde crece trasplantada, el Jardín Botánico Regional de Cadereyta (Cadereyta de Montes).

La ubicación del Jardín Botánico Regional de Cadereyta (20° 41', 99° 48', 2060 m snm), con sus condiciones climáticas prevaletentes (BS₁kw (w) (e) gw^w), permite generalmente una buena adaptación de las especies columnares; sin embargo, ocasionalmente se presentan afectaciones fitopatológicas (Sánchez *et al.* 2006). Documentamos, en esta nota botánica, el caso de una enfermedad cuya aparición es propiciada por la presencia de condiciones térmicas que favorecen un agente etiológico causante de necrosis. El daño provocado en ciertos casos extremos requiere cirugía. Se describe el caso de un ejemplar que perdió tejidos profundos (parénquima y médula) y para el cual desarrollamos una prótesis, con el fin de fortalecer su soporte

mecánico y mejorar su aspecto, en beneficio de su dignidad como ser vivo y de la calidad visual que brinda a los visitantes de este sitio.

Etiología y Terapéutica

La teoría fitopatológica establece que una enfermedad ocurre cuando convergen tres factores: Una especie vegetal susceptible, un agente etiológico causal, y condiciones medio ambientales favorables para el contagio y desarrollo del patógeno (Agris 2005).

Se detectó el aumento de lesiones necróticas sobre la superficie de un conjunto de especímenes de *Neobuxbaumia polylopha* en la temporada invernal, contrastando con la época de mayor temperatura (primavera y verano), cuando las lesiones disminuían. Las lesiones, rojizas en un principio, son más frecuentes en las partes del tallo orientadas hacia al norte y al desaparecer dejan una cicatriz de color gris. Debido a que en algunos casos, y en particulares años, las lesiones avanzaban hasta producir una pudrición más profunda que llegó a desfigurar a uno de los ejemplares, se decidió indagar para buscar una cura específica. Se requirió llevar a cabo el cultivo y aislamiento del agente etiológico, al mismo tiempo que se corrió *in vitro* un antibiograma para seleccionar el antibiótico

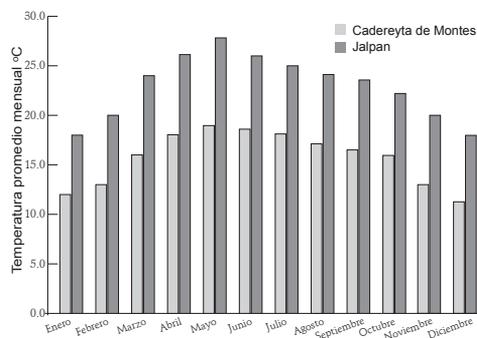


FIGURA 1. Contraste de temperaturas: Cadereyta de Montes versus Jalpan de Serra.

CUADRO 1. Diagnóstico del laboratorio fitopatológico.

Se recibieron especímenes de un cactus de la especie *Neobuxbaumia polylopha*, los cuales presentaban manchas color café en la superficie. Se tomaron muestras de las zonas afectadas y se procedió a desinfectarlas mediante una solución de hipoclorito de sodio al 2%, añadiendo 2 gotas de tween 20, polisorbato surfactante. Las muestras permanecieron en esta solución durante 4 minutos y después de enjuagaron, con agua destilada estéril, 3 veces. Las muestras fueron cortadas en secciones de medio centímetro cuadrado y sembradas en medio King B y, otras en agar nutritivo. Se incubó a 37° C, 24 a 48 horas. Ambos medios desarrollaron colonias, color amarillo huevo, circulares, un poco bultosas, muy pegajosas. Se probó la capacidad de las bacterias para licuar azúcares, resemebrando en gelatina nutritiva, lo que resultó positivo. La tinción de Gram es negativa y la respuesta bajo lámparas ultravioleta no es positiva. La bacteria fue determinada como *Pseudomonas corrugata*. Se corrió un antibiograma aplicando *in vitro* el bactericida Agry-gent Plus 800, en dos repeticiones, con dosis de 1.0 y 1.5 g L⁻¹, resultando esta última concentración la más eficaz, ya que detuvo el crecimiento de la bacteria (Lazarev 2008).

adecuado para el tratamiento de las plantas afectadas. El diagnóstico proporcionado por el laboratorio se sintetiza en el Cuadro 1.

El agente causal resultó ser *Pseudomonas corrugata* Roberts & Scarlett, una bacteria Gram-negativa, de la familia Pseudomonadaceae, la cual probablemente es de crecimiento endógeno en la especie huésped y se manifiesta en condiciones ambientales particulares (Catara 2007).

Pseudomonas corrugata es conocida por producir necrosis medular o médula negra en diferentes cultivos agronómicos, pero parece no haber sido detectada frecuentemente en Cactaceae (Nico 2006). Se desconoce en general su epifitología. Existe controversia acerca de si la enfermedad se transmite por vía de la semilla de las plantas hospederas, pero se conoce que el agente puede mantenerse en el suelo y es transportado por el agua. Se sabe documentalmente que la infección ocurre en periodos fríos (15-20 °C), en los cuales aumenta sensiblemente la humedad relativa y se produce rocío (condensación de agua líquida) sobre los tallos del huésped. Se menciona también que la nutrición excesiva, especialmente con compuestos nitrogenados, puede favorecerla (López 1984; Weht *et al.* 1998).

Particularmente, se concluyó clínicamente que la enfermedad observada en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta

en *Neobuxbaumia polylopha* se dispara, por la susceptibilidad de estas plantas, bajo las condiciones de temperatura mencionadas (temporadas frías), debido a la presencia de la bacteria *Pseudomonas corrugata*. Esto aún cuando las dosis de fertilización nitrogenada son particularmente bajas, con fórmulas ricas en fósforo y potasio.

Las plantas de *Neobuxbaumia polylopha* que adquieren la enfermedad pueden sufrir solamente daños menores, como manchas, o ser afectadas en tejidos más profundos que incluyen el clorénquima, la hipodermis, junto con porciones inmediatas del parénquima. Los casos más graves, originan necrosis (pudrición blanda) de zonas profundas del parénquima, llegando a la destrucción de los tejidos conductores e incluso la médula, en la parte más central del largo tallo de esta especie de cactus. Estas pudriciones merman en primer lugar el tejido fotosintético y, al afectar las zonas internas del parénquima, se produce la pérdida de tejido de reserva, soporte y transporte (vasos conductores del xilema). La muerte o atrofia de los tejidos tiene consecuencias estructurales y funcionales.

El control definitivo es difícil al no conocerse claramente el ciclo de este agente fitopatológico. La infección puede, sin embargo, prevenirse desinfectando el suelo, reduciendo las dosis de Nitrógeno y evitando los excesos de humedad en el sustrato y



Archivo del Jardín Botánico de Cadereyta.

FOTO 1. Vista de *Neobuxbaumia polylopha* en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

en el ambiente (Lazarev 2008). Esto cuando se tienen espacios controlados, por ejemplo dentro de invernaderos.

Los especímenes con sintomatología pueden responder favorablemente aplicando bactericidas sistémicos, drenados o asperjados. Este tratamiento químico es particularmente efectivo en invernaderos y cuando es usado en plántulas. Producto del resultado del antibiograma realizado sabemos que el patógeno es sensible a la Gentamicina. Este producto se ha aplicado consecuentemente en la fórmula comercial denominada Agrygent Plus 800 (Gentamicina 2% más Oxitetraciclina 6%, en presentación como polvo humectable) por encontrarse disponible en las agropecuarias locales. El compuesto debe aplicarse preferiblemente mezclado con un surfactante (por ejemplo, INEX A de Cosmoceel, Éter de polietilenglicol 5.20% más glicol con óxido de etileno 20.60%). La Gentamicina es un antibiótico sistémico inhibidor de la síntesis de proteínas y la Oxitetraciclina es un bacteriostático de amplio espectro. Los ejemplares de mayor tamaño que se encuentran instalados en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta han sido también tratados con este tipo de

químicos, obteniendo resultados diversos, aunque difíciles de relacionar con el uso del bactericida (De Liñan 2009).

Los casos en los cuales se produce una pudrición que involucra daños considerables en los tejidos, requieren de una terapéutica quirúrgica para evitar mermas mayores de biomasa o incluso la pérdida del ejemplar. Esta intervención se realiza extrayendo todo el tejido muerto, el cual muchas veces es el producto delicuescente de los tejidos perdidos, e incluso raspando, con una espátula de metal estéril, sobre los tejidos sanos adyacentes a la pudrición. Debe vigilarse, durante los días posteriores a la intervención, que las partes expuestas estén bien drenadas y ventiladas, para que proceda la suberización completa en los márgenes manipulados. El proceso de cicatrización puede apoyarse aplicando tópicamente azufre agrícola en polvo (98%) que actúa como desecante y profiláctico contra posibles invasiones de otros hongos o bacterias oportunistas.

Es por lo tanto recomendable iniciar en el futuro inmediato investigación pertinente para precisar más la epifitología de esta enfermedad detectada en *Neobuxbaumia polylopha*, de tal forma que podamos entender su desarrollo y diseminación, en ésta y otras poblaciones en las cuales se presenta, así como confirmar las condiciones ambientales que regulan este proceso fitopatológico (González 1985).

Materiales y métodos

Una prótesis vegetal para *N. polylopha*.

Neobuxbaumia polylopha es una de las especies de Cactaceae más llamativas del conjunto de las nativas silvestres regionales del Semidesierto Queretano-Hidalguense, según puede constatarse de la siguiente descripción botánica sintetizada de Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1978): Tallo



Archivo del Jardín Botánico de Cadereyta.

FOTO 2. a) Espécimen de *Neobuxbaumia polylopha* con sintomatología en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta. b) Vista de la lesión ocasionada por la bacteria, en el tejido de *Neobuxbaumia polylopha*, después del proceso de cicatrización. c) Reconstrucción del área afectada con vendas de yeso coloidal. d) Aplicación de color y textura a cada costilla en la prótesis de *Neobuxbaumia polylopha* en el Jardín Botánico Regional de Cadereyta. e) Arreglo estético buscando una apariencia real de la prótesis colocada en el ejemplar de *Neobuxbaumia polylopha* del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. f) Vista de la prótesis colocada en el ejemplar de *Neobuxbaumia polylopha* del Jardín Botánico Regional de Cadereyta.

simple, columnar, sin ramificación, de 7 a 15 m de altura y 25 a 45 cm de diámetro, color verde claro en las zonas jóvenes, después verde grisáceo. Costillas 22 a 36 o más, de 14 a 17 mm de alto. Aréolas elípticas, casi circulares, distantes entre sí 8 a 11 cm, cuando jóvenes con fieltro blanco, después grisáceo o negruzco. Espinas radiales 6 a 8, como de 10 a 30 mm de largo, color amarillo ocre cuando jóvenes, después más pálidas, aciculares, flexibles. Espina central 1, de 14 a 30 cm de largo, color amarillo ocre que se torna grisáceo con la edad, algo más gruesa que las radiales, dirigida hacia abajo. Flores ubicadas hacia el ápice de los tallos o a lo largo de ellos, infundibuliforme-campanuladas, de 5 a 8 cm de largo, color verde rojizo a rojo intenso, con escamas anchamente triangulares. Fruto ovoideo-piriforme, de 24 a 40 mm de largo y 20 a 35 mm de diámetro, color verde oliváceo claro; se abre en forma de estrella y permanece adherido al tallo por algún tiempo. Semillas oblicuamente reniformes, de 2.5 a 3.5 mm de largo, color moreno oscuro.

Sin embargo, cuando sufren daños, como los antes descritos, que demeritan su apariencia, es útil disponer de métodos prácticos para recuperar a los ejemplares, empleando los materiales

más inmediatos y de menor costo. Se narra en esta sección, como uno de los especímenes que resultó afectado por la pudrición, fue reconstruido mediante una prótesis vegetal. Se procuró que el reemplazo brindara ventajas no solamente estéticas, sino también estructurales. Una vez que se determinó que los tejidos estaban bien suberizados se procedió a su reconstrucción. Se relleno la porción correspondiente a la médula y al tejido del parénquima con vendas de yeso coloidal, que se fueron humedeciendo en agua y colocando en delgadas capas, una tras otra. Se introdujeron también porciones, completas y circulares, de hule espuma para dar mayor flexibilidad a la prótesis y evitar el uso excesivo de las rígidas vendas médicas. La operación ortopédica prosiguió hasta alinear la superficie de reemplazo con la parte baja de las costillas del espécimen. Luego un artista plástico restauró cada una de las costillas de la *Neobuxbaumia polylopha*, alineándolas con las partes correspondientes del tejido vivo. Cada una de las costillas fue formándose, empleando también pedazos de las vendas de yeso dobladas adecuadamente para reproducir cada costilla; tiras delgadas de hule espuma sirvieron para rellenar algunas oquedades menores garantizando que el

volumen y la textura de la costilla reprodujeran al máximo la condición original. Terminada la fase reconstructiva se selló toda la superficie artificial con un sellador para acrílicos, a fin de protegerla de la humedad y de los rayos solares. Se aplicaron dos capas del sellador. Esta facies, externa, originalmente blanca y lisa, se pintó entonces con colores derivados de pinturas de tierra, en tonos de verde que igualaron el color natural del tallo de la planta, a manera de un clorénquima. Una vez terminada la aplicación del color se repitió el procedimiento de sellado. Los bordes de la unión prótesis-planta se sellaron con una mezcla especial hecha a base de ceras de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) y copal (*Protium copal*). Esto último para asegurar que los escurrimientos, a lo largo del tallo, no penetren a los intersticios entre las uniones, lo que podría dislocar el añadido. La parte final del arreglo estético consistió en señalar las aréolas y pegar en cada una de ellas espinas reales, donadas por otros ejemplares, para darle al culmo una apariencia tan real como fue posible.

Resultados

Las fotografías (Fotos 2 a-f) demuestran gráficamente el procedimiento realizado y lo conseguido. La intervención practicada en el ejemplar de *Neobuxbaumia polylopha* permitió detener una infección bacteriana que de haber continuado habría puesto en riesgo el ejemplar y su presencia visual en el conjunto paisajístico en el que se ubica dentro del Jardín Botánico Regional de Cadereyta. La prótesis, como complemento al tratamiento realizado, fue una idea acertada, puesto que cubrió el vacío producido por los tejidos carcomidos y extirpados, mejorando la estructura y estética del espécimen. Particularmente el resultado logrado con la reconstrucción plástica ha permitido que los visitantes prácticamente no noten las secuelas de la enfermedad. La

prótesis ha estado en su sitio por un poco más de un año, soportando la intemperie, sin afectaciones mayores; únicamente se ha notado una ligera separación (~4 mm) en uno de los lados, que será retocada con la mezcla de ceras de candelilla y copal.

Es claro que esta primera experiencia en la rehabilitación de un ejemplar en exhibición cambia notablemente al espécimen. Se avanza con todo esto un paso más hacia la mejora de los procesos curatoriales rutinarios de los jardines botánicos mexicanos.

Discusión

Curatoria permanente en los jardines botánicos mexicanos.

El cuidado de los ejemplares conservados en los jardines botánicos mexicanos demanda el ejercicio de acciones asiduas y profesionales para procurar el máximo nivel de sanidad vegetal y estética de las plantas en exhibición. La muerte o deterioro de una planta en una colección botánica significa pérdidas económicas y ecológicas. La pérdida de especímenes notables, si bien es difícil de cuantificar monetariamente, es claro que menoscaba patrimonios, puesto que disponer de un reemplazo significaría, por un lado, trámites para su colecta y la extracción de organismos, tal vez, reproductivos; por otra parte, existen importantes costos directos derivados del traslado de un ejemplar hasta las instalaciones de un jardín botánico, en donde, además, tendrían que pasar por una cuarentena y un proceso de adaptación. La adquisición o incluso el cultivo de sustitutos, es difícil, por su ausencia, casi completa, en el mercado mexicano; o por el largo tiempo que su cultivo implica. El contar en cambio con un procedimiento, simple y efectivo, para, con los medios al alcance, paliar los

daños estructurales y estéticos producidos por necrosis de tejidos ocasionadas por agentes etiológicos recidivantes y difíciles de controlar, no tiene parangón. La prótesis construida para esta *Neobuxbaumia polylopha* es una experiencia de manejo curatorial de nuestras colecciones botánicas que debería hacerse más común en las rutinas de manejo cotidiano de todos los jardines botánicos del país. El conocimiento derivado podría fortalecer la praxis y contribuir a consolidar una teoría operativa aplicable a todo tipo de plantas silvestres valiosas. Queremos concluir expresando que, aún con recursos materiales limitados, los responsables de las colecciones botánicas debemos ejercitar este tipo de praxis médica vegetal de manera que la protección de la flora sea rutinaria y exitosa.

Agradecimientos

A los revisores del texto original por sus valiosas aportaciones que permitieron un producto más depurado en beneficio de los lectores.

Literatura citada

- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Edition. Elsevier Academic Press. London. U. K.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1978. *Las Cactáceas de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Catara V. 2007. *Pseudomonas corrugata*: plant pathogen and/or biological source. *Mol. Plant Pathol.* **8**:233-244.
- De Liñán C. 2009. *Agroquímicos de México. Productos fitosanitarios, nutricionales, orgánicos y otros insumos*. Editorial TecnoAgrícola de México.
- García E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México.
- González LC. 1985. *Introducción a la fitopatología*. 4ª reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Lazarev AM. 2008. *Pseudomonas corrugata* Roberts & Scarlett - Pith Necrosis of Tomato. En: Afonin AN, Greene SL, Dzyubenko NI & Frolov AN. (eds.). 2008. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds. <http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Lycopersici/Lycopersici_Pseudomonas_corrugata/>
- López MM. 1984. Bacteriosis del tomate en España. <http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Hort%2FHort_1984_17_35_44.pdf>
- Nico AI, Alippi AM, Dal Bo E & Ronco LB. 2006. Interacción de *Pseudomonas corrugata* y *Pseudomonas viridiflava* y diferentes genotipos de tomate. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* **106**:37-45.
- Sánchez E, Chávez R, Hernández & Hernández MM. 2006. *Especies de Cactaceae prioritarias para la conservación en la Zona Árida Querétano-Hidalguense*. Jardín Botánico Regional de Cadereyta "Ing. Manuel González de Cosío". Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Querétaro. México.
- Scheinvar L. 2004. *Flora cactológica del estado de Querétaro: Diversidad y riqueza*. Fondo de Cultura Económica. Sección de obras de ciencia y tecnología. México.
- Weht S, Brandán-Weht CI & Ulla EL. 1998. Sintomatología, transmisión y condiciones predisponentes de la necrosis medular del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) producida por *Pseudomonas corrugata* Robert & Scarlett. *Revista de Ciencia y Técnica* **6**: 5-12.

Recibido: julio 2013; aceptado: agosto 2013

Received: July 2013; Accepted: August 2013