

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas



Volumen 66 No. 4
Octubre-diciembre 2021

Editor Fundador
Jorge Meyrán

Consejo Editorial
Anatomía y Morfología
Dra. Teresa Terrazas
Instituto de Biología, UNAM

Ecología
Dr. Arturo Flores-Martínez
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Dr. Pablo Ortega-Baes
Universidad de Salta Argentina

Etnobotánica
Dr. Javier Caballero Nieto
Jardín Botánico IB-UNAM

Evolución y Genética
Dr. Luis Eguiarte
Instituto de Ecología, UNAM

Fisiología
Dr. Oscar Briones
Instituto de Ecología A. C.

Florística
M. en C. Francisco González Medrano †
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco
Dr. Luis G. Hernández Sandoval
Universidad Autónoma de Querétaro
M. en C. Aurora Chimal Hernández
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

Horticultura
Dr. Candelario Mondragón Jacobo, INIFAP-UAQ
Dr. Elhadi Yahia
Universidad Autónoma de Querétaro

Química y Biotecnología
Dr. Francisco Roberto Quiroz Figueroa
Instituto Politécnico Nacional, Unidad Sinaloa

Sistemas Reproductivos
Dra. Sonia Vázquez Santana
Facultad de Ciencias, UNAM
Dr. Jafet Nassar
Instituto Venezolano de
Investigaciones Científicas

Taxonomía y Sistemática
Dr. Fernando Chiang
Instituto de Biología, UNAM
Dr. Roberto Kiesling
CRICYT, Argentina
Dr. John Rebmán
Museo de Historia Natural, San Diego

Editores
Dr. Jordan Golubov
UAM-Xochimilco
Dra. María C. Mandujano Sánchez
Instituto de Ecología, UNAM
Dr. Humberto Suzán Azpíri
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

Asistentes editoriales
Dra. Mariana Rojas Aréchiga
Instituto de Ecología, UNAM
Dra. Guadalupe Malda Barrera
Facultad de Ciencias Naturales, UAQ, campus Juriquilla

Diseño editorial y versión electrónica
Palabra en Vuelo, SA de CV

Impresión
Solicita la impresión bajo demanda al correo
palabraenvuelo@yahoo.com.mx
o al tel. 55-5271-3845

SOCIEDAD MEXICANA DE CACTOLOGÍA, AC

Presidenta Fundadora
Dra. Helia Bravo-Hollis †

Fotografía de portada:
Tira de la Peregrinación (Código Boturini).
Fragmento de Lámina IV. Muestra dos biznagas y un
mezquite con personajes sacrificados simbólicamente.

Cactáceas y Suculentas Mexicanas es una revista trimestral de circulación internacional y arbitrada, publicada desde 1955, su finalidad es promover el estudio científico y despertar el interés en esta rama de la botánica.

El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y se encuentran bajo la licencia Creative Commons .

La revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* se encuentra registrada en los siguientes índices: CAB Abstracts, BIOSIS (Thomson Reuters), Periodica y Latindex.

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* published since 1955. The articles are under the Creative Commons license .

The journal *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* is registered in the following indices: CAB Abstracts, BIOSIS (Thomson Reuters), Periodica and Latindex.

Dirección editorial (editor's address): *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, Instituto de Ecología, UNAM, Aptdo. Postal 70-275, Cd. Universitaria, 04510, Ciudad de México, México.

Correo electrónico: cactsucmex@ieciologia.unam.mx

Suscripciones



Cactáceas y suculentas mexicanas únicamente se imprime bajo demanda. El costo por número es de \$230.00 mexicanos más gastos de envío. Se recomienda solicitar años completos o la suscripción anual para pagar un sólo envío. El costo de suscripción a la revista por un año completo es de \$1,040.00 para México e incluye envío. La suscripción y entrega en el Lab. Genética y Ecología, Instituto de Ecología, UNAM (Dra. Mariana Rojas) es de \$920.00. Solicitar el precio para el extranjero a los correos: palabraenvuelo@yahoo.com.mx y mrojas@ecologia.unam.mx.

- Pago de suscripción mediante depósito en BBVA Bancomer a la cuenta: 0446308554 a nombre de Palabra en Vuelo SA de CV.
 - Para transferencia en el mismo banco y cuenta con la CLABE: 012180004463085547.
 - Para transferencia internacional añadir la clave: BCMRMXMMMPYM.
 - Mediante PayPal enviar a la cuenta con el correo: palabraenvuelo1@gmail.com
- Enviar comprobante de pago a los correos: mrojas@ecologia.unam.mx y palabraenvuelo@yahoo.com.mx

Cactáceas y suculentas mexicanas exclusively prints on demand. We recommend the full year subscription to pay a single shipment. For prices and shipping rates to your country contact the following email addresses: palabraenvuelo@yahoo.com.mx and mrojas@ecologia.unam.mx.

- For national bank transfer in BBVA Bancomer with the account: 0446308554, CLABE: 012180004463085547.
- For international bank transfer in the same bank and account add the code: BCMRMXMMMPYM.
- For payment via PAYPAL, send the paid amount to <palabraenvuelo1@gmail.com>, then send proof of payment to <mrojas@ecologia.unam.mx> and <palabraenvuelo@yahoo.com.mx>

Consulta de la revista en formato digital en la siguiente liga (electronic editions available at the following link):
web.ecologia.unam.mx/cactsucmex



Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro.

Cactáceas y Suculentas Mexicanas agradece la edición y el financiamiento de esta publicación a los suscriptores y al proyecto CONABIO 502.

CACTÁCEAS y suculentas mexicanas

Volumen 66 No. 4 octubre - diciembre 2021

Contenido

Los cactus (cactáceas) en la historia antigua de México: el código “La Tira de la Peregrinación” Mandujano M, Mandujano A & Sánchez C.....	100
Generalidades del lirio acuático <i>Eichhornia crassipes</i>, una de las peores plagas del mundo Cárdenas-Ramos D, Golubov J & Mandujano MC.....	117
Nota: Usos potenciales de la suculenta exótica <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Navarrete-Sauza E & Rojas-Aréchiga M.....	123
<i>Cephalocereus scoparius</i> (Poselg.) Britton & Rose Arroyo-Cosultchi G.....	128

Contents

Cacti in the ancient history of Mexico: the codex “La Tira de la Peregrinación” Mandujano M, Mandujano A & Sánchez C.....	100
Generalities of the water hyacinth <i>Eichhornia crassipes</i>, one of the worst plagues in the world Cárdenas-Ramos D, Golubov J & Mandujano MC.....	117
Note: Potential uses of the exotic succulent <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T. Navarrete-Sauza E & Rojas-Aréchiga M.....	123
<i>Cephalocereus scoparius</i> (Poselg.) Britton & Rose Arroyo-Cosultchi G.....	128

Los cactus (cactáceas) en la historia antigua de México: el códice “La Tira de la Peregrinación”

Mandujano Mario*¹, Mandujano Angélica¹ & Sánchez Carmen^{1,2}

Resumen

Los cactus han estado presentes en la vida de los pueblos de Norteamérica desde tiempos inmemoriales. Hay evidencia en el arte rupestre y en los códices antiguos. Las representaciones son cuantiosas por lo que es incipiente la interpretación y el entendimiento de su relevancia y es interesante que el conjunto de evidencias, pueden promover interpretaciones del pasado distintas. Se describe la representación de las biznagas (*Echinocactus*, *Ferocactus*) en “La Tira de la Peregrinación” (*Códice Boturini*), códice del siglo XVI. El procedimiento consistió en una revisión documental de la copia original del códice que se conserva en el Museo de Antropología (INAH), con motivo de la realización de una copia facsimilar en papel amate, en el año 2015, del *Códice Aubin* y de artículos de investigación dedicados a su interpretación y análisis. En los resultados se describen las cuatro primeras láminas que relatan la salida del pueblo azteca de la mítica Aztlán. Su peregrinación en algunos lugares no identificados y la realización de sacrificios posiblemente simbólicos de personajes sobre dos biznagas y un mezquite. Analizamos posibles interpretaciones en las que se enfatiza la importancia de las biznagas en las transiciones más importantes de los aztecas al cambiar su identidad hacia la denominación mexicas que además significó cambios en su religión y sus deidades. Se concluye comentando su importancia en la vida de los pueblos, desde la antigüedad, enfatizando la necesidad de la preservación de las biznagas y sus hábitats ante el riesgo de su extinción.

Palabras clave: biznaga, cactus barrel, *Códice Boturini*, *Echinocactus*, *Ferocactus*.

Abstract

Cacti have been present in the lives of the peoples of North America since time immemorial. It has evidence in rupestrian art and ancient codices. The representation of the biznagas (barrel cactus, *Echinocactus*, *Ferocactus*) is described in “La Tira de la Peregrinación” (*Codex Boturini*), of the sixteenth century. We did a documentary review of the original copy preserved in the Museum of Anthropology (INAH), on the occasion of the printing of a facsimile copy on amate paper, in 2015, of the *Codex Aubin* and research articles dedicated to its interpretation and analysis. We describe the first four plates relate departure of the Aztec people from the mythical Aztlán. The pilgrimage in some unidentified places and the realization of possibly symbolic sacrifices on two biznagas and

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calz. del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, CP. 04960. Ciudad de México.

² Laboratorio de Seguimiento del Neurodesarrollo, Instituto Nacional de Pediatría, Insurgentes Sur 3700, Insurgentes Cuicuilco, CP. 04530, Ciudad de México.

* Autor de correspondencia: mariomandujano@gmail.com

a mesquite were described. We analyzed the importance of the biznagas in the most important transitions of the Aztecs by changing their identity towards the Mexica denomination, their religion, and their deities. Our research concludes by commenting on the importance of cacti in the life of the people, since ancient times, highlighting the need to conserve the biznagas and their habitats in the face of the risk of extinction.

Key words: barrel cactus, biznaga, Codex Boturini, *Echinocactus*, *Ferocactus*.

Introducción

Las cactáceas han sido parte fundamental en la vida de las poblaciones mesoamericanas desde tiempos inmemoriales. Los pueblos chichimecas las emplearon de una manera racional y creativa, lo que les permitió la supervivencia en los desiertos del norte de México, Lazos Ruiz y col. analizaron la relación de estos pueblos con su ambiente y postularon que contribuyeron a modelarlo de la manera en que lo encontraron los españoles durante el siglo XVI. Aunque consumieron recursos naturales, con su organización, estilos de vida y capacidad de adaptarse no sobrepasaron la capacidad del ecosistema que habitaron. Mencionan respecto de las biznagas (*Echinocactus*, *Ferocactus* y otras, Foto 1) que fueron fuente de agua (jugo), alimento (pulpa, frutos, flores y corteza de los cactus), recipientes para la miel (corteza de los cactus) y utensilios para la extracción de miel (espinas) (Lazos Ruíz *et al.* 2022). El consumo de las biznagas no fue exclusivo de los chichimecas, otros pueblos en su carácter de cazadores-recolectores las consumieron, así como también la fauna del desierto las ha consumido ampliamente. No siempre ha sido posible documentarlo, sin embargo, en el mundo existen libros extremadamente raros y rodeados de misterio, escritos en tiempos remotos, que ya nadie sabe leer; o apenas pueden ser descifrados por los especialistas. Este es el caso de los códices elabo-

rados en el México prehispánico y durante el periodo novohispano posterior a la conquista (Galarza & Libura 1999). El interés de esta investigación está centrado en analizar la representación de una muy importante, “la biznaga” este nombre vernáculo alberga conjuntos de especies biológicas de cactus con forma de barril o tonel de talla variable, principalmente de los géneros *Ferocactus* y *Echinocactus*, en “La Tira de la Peregrinación”, también conocida como el *Códice Boturini*. Este es uno de los códices más importantes y en el que aparecen ilustradas dos biznagas en un contexto de importancia trascendental (Castañeda de la Paz 2007).

En septiembre de 2015 el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) presentó una nueva edición facsimilar de “La Tira de la Peregrinación” (LTP) con una aplicación para dispositivos móviles, que permite un acercamiento inédito a uno de los documentos fundacionales de la historia de México (INAH 2005). Las láminas del código LTP puede también consultarse con una breve explicación (<https://pueblosoriginarios.com/meso/valle/azteca/codices/boturini/boturini.html>) y la mayoría de las láminas pueden descargarse con imágenes de muy buena calidad en https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/objetoprehispanico%3A16301 y en <https://pueblodelalunametzitzin.files.wordpress.com/2019/07/tira-de-la-peregrinacion3b3n-o-codice-boturini.pdf>.

Las biznagas siguen siendo usadas y varias de sus especies biológicas están actualmente en riesgo de extinción (NOM-ECOL-059, SEMARNAT 2010). El reconocimiento de su importancia histórica y moderna es un paso hacia valorar su función social y ecosistémica, además de la gran belleza y espectacular porte. En esta contribución analizamos una breve faceta de la relevancia de estos cactus con una perspectiva antropológica analizando un fragmento del LTP.

Material y métodos

Se realizó una investigación documental incluyendo la revisión de las copias de los códices y de investigaciones relacionadas con su análisis e interpretación. El objetivo consistió en presentar las imágenes relacionadas con las biznagas en el códice “La Tira de la Peregrinación” o códice Boturini, con referencias complementarias a otros códices como el *Códice Aubin* y de algunas de las muy abundantes investigaciones y propuestas de interpretación, con reflexión tanto del significado de las imágenes como de las interpretaciones publicadas, ya que la representación de las biznagas tuvo un contexto particular por su trascendencia en la historia o para la historia de la población conocida como Mexica, y a la vez aclarar algunas imprecisiones con respecto al tema, publicadas en la literatura de interés para la investigación de cactáceas.

Resultados

Los códices mencionados se refieren a la migración de los aztecas desde el legendario Aztlán hasta el Valle de México. “La Tira de la Peregrinación” es un códice cuya elaboración está fechada por Robertson entre 1530 y 1541 y por el Museo Nacional de Antropología e Historia en 1540 (Castañeda

de la Paz 2007). Tiene veintidós láminas de papel amate, recubiertas de estuco, con una longitud de 5.42 metros con 19 centímetros de ancho. El códice relata con imágenes la migración de los “aztecas”. Está incompleto, es posible que no se terminara y se quedó inconcluso o bien, se perdieron algunas láminas, ya que no se representa su llegada al Valle de México ni la fundación de la gran Tenochtitlan. Se han elaborado numerosas réplicas, pero para esta investigación se empleó la versión original que se encuentra en el Museo de Antropología del INAH. No se sabe el nombre de su autor o si fueron varios *tlacuilos* (pintores) quienes lo elaboraron, ni por encargo de quién se elaboró. Barlow R. considera que este códice y otros dedicados a la migración azteca se basaron en, o copiaron un códice prehispánico hoy desaparecido, el “Códice X” (Barlow 1945). La tira de la peregrinación es monocromática, de color negro. Ante la falta de textos los investigadores se apoyan para su “lectura” e interpretación en otro códice que relata el tema y contiene textos en lengua nahua, el *Códice Aubin* de 1576, que narra la migración de Aztlán del siglo XI hasta la conquista española en el siglo XVI. Se considera como un documento histórico que contiene pictografías del tipo prehispánico y textos alfabéticos en náhuatl. El códice es anónimo, elaborado por indígenas en Tenochtitlan entre 1576 y 1607, representa sucesos del grupo Mexica del año 1064 al 1607 (*Códice Aubin*; Johansson 1999).

Debido a que las descripciones y análisis de “La Tira de la Peregrinación” se basan en su “lectura” directa y en los textos del *Códice Aubin*, actualmente paleo grafiados y traducidos, ha motivado que Johansson (1999) comente que la interpretación de estos documentos requiere considerar el contexto desde el que se elaboraron, el análisis



Mandujano-Sánchez MC

FOTO 1. a) El porte de *Ferocactus histrix*, guamishí en Cadereyta de Montes, Querétaro, México; b) Acercamiento a las flores de una biznaga monumental; c) Ilustración de *Echinocactus platyacanthus* por Elvia Esparza.

fuera de su contexto afecta la comprensión, tanto de su forma como de su contenido y aunque son pictografías de origen indígena, contienen ya características del mestizaje (Castañeda de la Paz 2007).

En numerosos códices se describe la migración, además del *Boturini* y el *Aubin*, en el *Códice Azcatitlán*, el *Códice Matritense*,

el *Mapa de Sigüenza*, el *Códice Borbónico*, el *Códice Mexicanus*, el *Códice Vaticano-Ríos* y el *Códice Telleriano-Remensis* entre los más estudiados, que se elaboraron dada la necesidad o el interés de reconstruir la historia del pueblo que fue hegemónico en Mesoamérica casi trescientos años, pero no contienen otras representaciones de las biznagas. Este

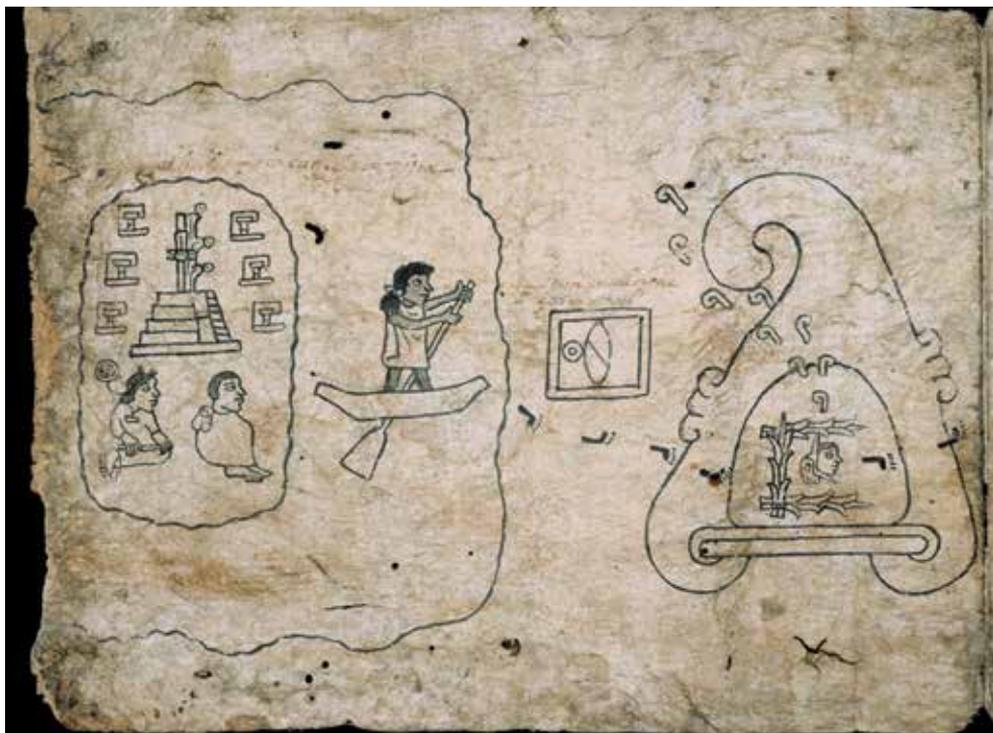


FOTO 2. Tira de la Peregrinación (*Códice Boturini*). Lámina I. Salida de los aztecas de la mítica Aztlán, llegando a Colhuacan. [*Códice Boturini*. Mediateca INAH. Licencia de uso CC BY-NC (Creative Commons). https://www.mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/codice:605]

tipo de cactáceas solo están representadas en la Tira (LTP) y en el *Códice Aubin*. Las hay con relación al águila en el nopal, pero su descripción no es el foco de este texto. Aunque interesaría la descripción de la totalidad del código, de acuerdo con el objetivo se describirán las primeras cuatro láminas del código, éstas corresponden a las Figuras 1 a 4. La descripción de las láminas en una “primera lectura” se basa en una versión desarrollada en el contexto de la elaboración del documento digital (<http://enp3.unam.mx/revista/articulos/2/peregrinacion.pdf>) y en el texto de Villalobos Fernández (2020).

En la primera lámina del código se representa la salida de los aztecas del legendario Aztlán, al parecer partiendo de una isla, hasta su llegada

a Colhuacán (Foto 2) Unas huellas continúan a la siguiente lámina... donde hay ocho figuras humanas con distribución vertical, hablando con glifos fonéticos, unidos con líneas a símbolos toponímicos y casas ...que representan desde abajo hasta arriba a los siguientes pueblos que los acompañan: “Huexotzinca, Chalca, Xochimilca, Cuitlahuaca, Malinalca, Chichimeca, Tepaneca, Matlatzinca. A la altura de los Cuitlahuaca se continúa la línea de pisadas que vincula con el siguiente conjunto, la lámina II con distribución horizontal, una mujer con el símbolo Chimali escudo..., Apanecatil el que cruza los ríos, Cuauhcoatl serpiente águila, Texcacoatl serpiente de espejo, que al parecer son los sacerdotes caudillos que los guían. Tezcacoatl lleva sobre sus hombros la figura del dios, mientras los otros llevan Quimillis o bultos (

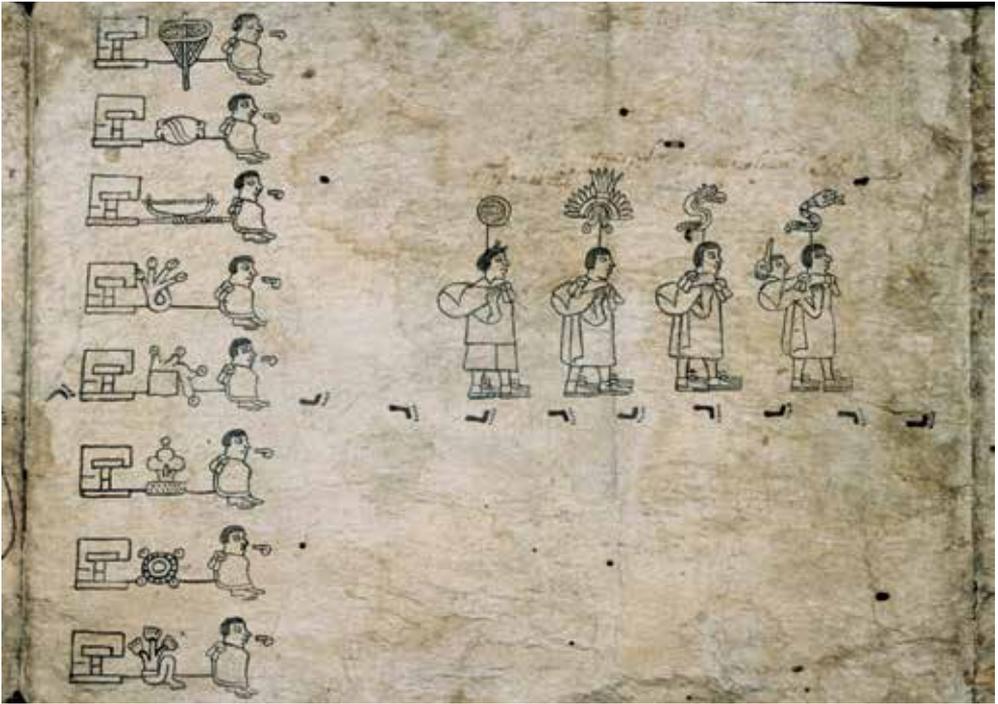


FOTO 3. Tira de la Peregrinación (Códice Boturini). Lámina II. Ocho figuras humanas que representan a sus respectivos pueblos. Salieron junto con los aztecas. Otras cuatro figuras, posibles sacerdotes caudillos que los guían. [Códice Boturini. Mediateca INAH. Licencia de uso CC BY-NC (Creative Commons). https://www.mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/codice:605]

pueblosoriginarios.com/meso/valle/azteca/codices/boturini/boturini.html), (Foto 3).

En la lámina III se presenta en primer lugar la línea de huellas llega con la imagen del dios Huitzilopochtli, a la izquierda se ve un árbol con brazos humanos y partido por mitad, cayendo sobre el templo... una línea de cinco puntos... en seguida se ve un grupo de personas comiendo su itacate, la línea de huellas conduce a donde varias personas lloran alrededor de la imagen del dios ya sin templo... en la parte superior aparecen de nuevo los nombres de los pueblos citados en la lámina anterior, dos personas aparecen en una conferencia, la primera con el símbolo Aacatl habla con uno que es un Cuiclahuaca, puesto que una línea punteada lo une con este símbolo. En la parte superior aparece el símbolo de la media noche y una línea de pisadas que aparentemente

siguen una dirección diferente al resto. (<https://pueblosoriginarios.com/meso/valle/azteca/codices/boturini/boturini.html>) (Foto 4).

Es posible que se trate de versiones consensuadas, aunque los textos de rigor académico contienen ideas diferentes. A continuación, se transcribe otro texto por ser una versión comprensible e intuitivamente verosímil de la lámina III:

Al pie del árbol, cinco hombres dispuestos alrededor de él, apenas lo podían abrazar ... a este lugar se le ha conocido como "Cuahuatl y Zintli" en donde hicieron un pequeño adoratorio de lodo sobre el cual colocaron el envoltorio que contenía los huesos o la figura de madera de Huitzilopochtli. Dispusieron su itacate, unos molotitos de

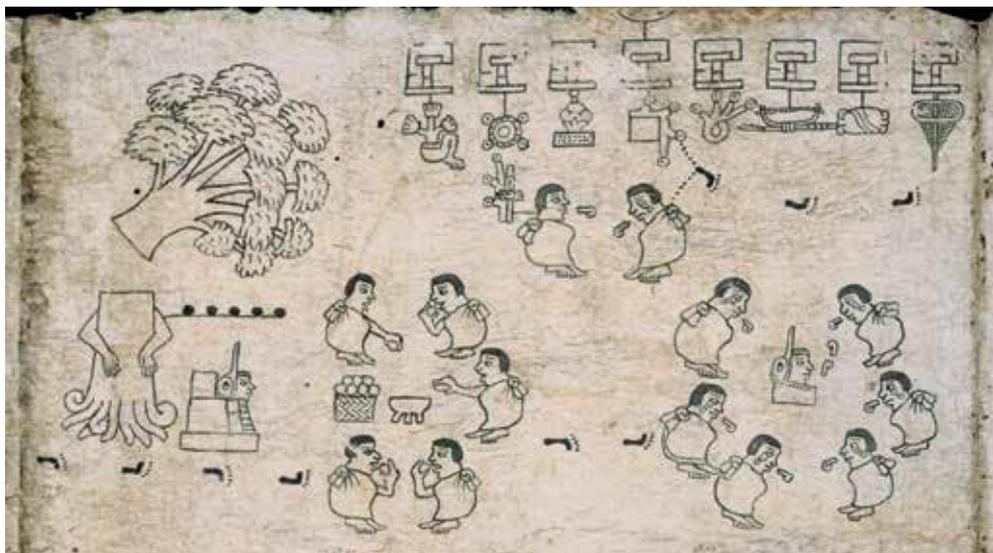


FOTO 4. Tira de la Peregrinación (Códice Boturini). Lámina III. Llegada a un punto donde se representan figuras humanas en torno a un árbol con brazos que se parte en dos cayendo sobre un templo. Es una lámina muy compleja, ver texto. [Códice Boturini. Mediateca INAH. Licencia de uso CC BY-NC (Creative Commons). https://www.mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/codice:605]

maíz en un chiquihuite y salsa en un molcajete, iban a empezar a comer cuando de repente el árbol en cuya sombra estaban sentados se rompió "Hueycuahuilapanco" con un ruido ensordecedor, se espantaron todos, dejaron lo que iban a comer y se quedaron mucho tiempo cabizbajos-atónitos, poco tiempo después, les habló su dios el gran señor Ce Acatl Ameyaltzin... habló con el gobernante de la gente de Cuicuilhuac, les dijo: digan a los que los acompañan a los siete barrios que no seguiremos adelante, que aquí nos quedaremos... mucho se entristecieron los siete barrios de lo que les habían dicho, dijeron: ¡oh, señores a donde iremos sin ustedes, pues andamos todos juntos!, respondieron los aztecas, ¡pues no, se irán solos!, entonces se fueron los siete barrios, dejando a los aztecas al pie del árbol, en donde permanecieron ahí (Castañeda de la Paz 2007).

La lámina IV vuelve a mostrar a los cuatro sacerdotes; se puede ver al dios hablando. Más adelante aparecen tres hombres el primero sobre

una biznaga, el segundo sobre un mezquite y el tercero sobre una biznaga cuyo antropónimo corresponde a Nahuítezcatl "cuatro pedernal"... dos de los antropónimos de los tres mimixcoas (se explican más adelante) son los significantes manifiestos respectivamente de Xiuhnel y Mimich. El tercer personaje (una mujer) no tiene signo antropónimo aparente, pero la lectura de su nombre se puede efectuar al desprender un detalle iconográfico inmanente a la imagen y "leer" el rostro del personaje. [<https://pueblosoriginarios.com/meso/valle/azteca/codices/boturini/boturini.html>]

Sabemos por otras fuentes que "la hermana mayor" de los mimixcoas se llama Teoxahual, "la que tiene el afeite divino". Vemos claramente en la imagen la pintura facial del personaje que justifica su nombre" (Johansson 1999) (Foto 5).

La descripción que se transcribe con leves cambios de formato complementa



FOTO 5. Tira de la Peregrinación (Códice Boturini). Lámina IV. Es la lámina más importante porque representa dos biznagas y un mezquite, sobre los cuales están tendidos personajes. Se trata de personajes míticos (mimixcoas), sacrificados simbólicamente. Ver texto. Códice Boturini | Mediateca INAH. Licencia de uso CC BY-NC (Creative Commons). https://www.mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/codice:605

la descripción de la lámina 4 de LTP, es la siguiente:

Aprehendieron de nuevo la marcha, llevaban a su dios quien les hablaba de Quetzalcóatl ... abría el camino, seguía Cuauhcoatl, Apanetlal, la mujer Chimalma cerraba la fila, atravesaron las estepas áridas "Teotlalpan", del norte. Caminaron, caminaron y caminaron, cuando un día de repente surgieron unos seres conocidos como Tlalatecolotl, los hombres búho. Algunos cayeron al pie de espinosas biznagas de agua, otros cayeron al pie de fogosos mezquites, las espinosas acacias. Estos seres eran los Mimitzin divinidades lunares, vestidos de pieles que querían cerrarles el camino a los aztecas, querían detener su andar para que no llegaran al lugar donde iban. El primero de los Mimitzin se llamaba Chalchihuitl "mosaico de turquesa", el nombre del segundo Mimitzin era el flechador Tlamiquin, el tercero era el Amilotl "pececito" y el cuarto, era una mujer, su hermana mayor, su

nombre se lee en su rostro pintado se llamaba Chiauitlio "aceite divino" entonces Huitzilopochtli habló a los aztecas, les dijo: "atrapen a los que aquí cayeron, póngalos sobre las biznagas y el mezquite, ellos serán la primera ofrenda sacrificial que me harán". Colocaron a los Mimixcoas sobre las plantas, como si éstas fueran piedras de sacrificio y entonces, el sacerdote azteca consagró a los Mimixcoas. A raíz de este sacrificio Huitzilopochtli cambió el nombre de su pueblo. Dijo a los aztecas: "a partir de este momento, ustedes ya no se llamarán aztecas ahora su nombre será mexicas". Al tomar su nuevo nombre por orden de Huitzilopochtli se pusieron plumas en las orejas, se pintaron una raya en el rostro y les fue entregada la flecha, el arco y la red que los consagraban como mexicas. El mexica recibió las armas con la mano izquierda. Entonces flecharon al águila, es decir, flecharon al sol. Después de este sacrificio, los ahora llamados mexicas siguieron su camino. Caminaron y caminaron... Es el momento cuando el dios patrón de los



FOTO 6. Códice Aubin. Fragmento. Se representan tres biznagas y otra versión del sacrificio. Museo Británico. mid_01232451_001.jpg (1000×708) (britishmuseum.org). Image under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) license.

aztecas les ordena cambiar su nombre de azteca a mexica, entregándoles las redes de caza y el arco y la flecha, y prometiéndoles que serán los dueños del mundo. De hecho, Mexicatl significa "habitante de México", y México, "en el ombligo de la luna"; es decir, el lugar más importante del mundo. Tezacacoatl, el cuarto personaje lleva la delantera y del bulto que carga aparece el rostro de Huitzilopochtli, dentro de un pico de colibrí. La voluta que sale de sus labios expresa el hecho de que está hablando con su pueblo... codiceboturini.inah.gob.mx/approaches_text.php?textID=7 (Foto 5).

A continuación las huellas nos indican la partida del grupo, dirigida por los cuatro teomaque: Tezacacoatl, Cuauhcoatl (Iztacmixcoatl),

Apanecatl y Chimalma, frente a los cuales se lleva a cabo el ritual de dos hombres y una mujer sobre dos biznagas y un mezquite" (Foto 5). Es nuevamente el sacerdote Amimitl el protagonista del evento y por ello el que realiza el ritual (de la Paz 2005).

"En el Códice Aubin se dice: "Después cuando partieron por el camino vinieron a llegar sobre ellos los hombres búhos. Entre las biznagas estuvieron cayendo, y algunos estuvieron cayendo al pie de los mezquites. A éstos les llamaban mimixcoa: el primero de nombre Xiuhnelztzin, el segundo de nombre Mimichtzin, el tercero, mujer, su hermana mayor. Otra vez allá les llamó el diablo Huitzilopochtli; les decía: Tomad los que estén entre las biznagas. Ellos será el primer tributo".. "Y en seguida, allá les cambió su nombre a los aztecas. Les decía: De aquí en adelante ya no es vuestro nombre azteca, vosotros sois ya mexica. Allá les embismó las orejas, así que tomaron los mexicas su nombre. Y allá les dio la flecha y el arco y la redcilla. Lo que subía a lo alto lo flechaban bien los mexicas" (de la Paz 2005).

En el Códice Aubin se representan los sucesos de manera diferente a la Tira (LTP), se observan unas figuras muy pequeñas que se interpretan como tres biznagas, no tienen las figuras sacrificadas, se observan en la base del probable mezquite que tiene su raíz sobre una de ellas. Tiene textos en lengua náhuatl, paleo grafiados y traducidos, seguramente en los términos anotados arriba (Foto 6). (Códice Aubin. British Museum)

El sacrificio sobre las biznagas y el mezquite se ha interpretado de diversas maneras, en una ya mencionada, se postula que se sacrificaron los personajes tendidos sobre las biznagas y el mezquite. Aunque esa versión es verosímil, la interpretación del sacrificio de los recostados en las biznagas y en el mez-

quite, en términos de los sacrificios humanos realizados por los mexicas, resultado de una primera lectura directa se ha cuestionado de acuerdo con discusiones actuales de carácter académico. En otra versión se postula, con base en el análisis de otros códices, que se trata de sacrificios míticos de la guerra sagrada de los azteca/mexica y del nacimiento de un nuevo pueblo. Toda gira alrededor de la mitología, Mixcóatl creó 400 mimixcoas/chichimecas que darían su sangre para nutrir al sol y moverlo e iniciar un nuevo ciclo vital, pero no sucedió, así que creó otros cuatro que matarían a sus cuatrocientos hermanos para ofrecer su sangre al sol. Fueron los cuatro de creación “posterior” quienes tenían que pasar rituales que los transformarían en líderes de sus pueblos, como al parecer, en la realidad sucedió. No se pudo aclarar su relación o su carácter de los “hombres búhos” ni “que les trataran de cerrar el paso”, pero fueron ellos, los mimixcoas los que cayeron a los pies de las plantas. La relación con la leyenda de los soles es fundamental en el contexto, pero se mezcla con historia, relativa a los reyes reales. Tal vez, restaría profundizar el análisis y las interpretaciones sobre otros elementos representados en la lámina: un personaje sentado que habla con otra, con pintura facial y plumas en las orejas, unas armas para cazar (arco, flecha y una red), un águila, un palo de fuego (tlecuahuit) en las garras del águila, una línea de puntos que vincula el águila con el arco y otra que asocia el arco con la red (chitlatli), así como la descripción de las láminas subsiguientes, pero como se puede comprobar en las referencias los enfoques semiológico, cosmogónico, histórico mítico son muy complejos y rebasan los objetivos de esta investigación. La conducta de los humanos es tan compleja y tan flexible que no puede reducirse a reglas estrictas.

Discusión

Las cactáceas o cactus son muy importantes, tanto para la ciencia, como para la vida diaria. El caso de las biznagas tiene especial relevancia. Como tema de investigación se han publicado cerca de 100 artículos en esta revista *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* y en la literatura internacional, dependiendo de las palabras clave podrán aparecer de cientos a varios miles de publicaciones, sin embargo, no hay otros artículos que se refieran a su representación en códices mexicanos, prehispánicos o del periodo colonial. Hay una referencia en el extraordinario libro de la doctora Bravo Hollis (1978), comentada en otras publicaciones, que incluye una imagen de alguna de las reproducciones de la tira (Figura 1). También menciona su representación en un monolito de Tlaxcala, tema que se abordará más adelante:

*Algunos historiadores hacen alusión a un monolito llamado también teocomitl, el cual estaba en Tlaxcala y representaba, más o menos estilizada, una de dichas biznagas. El teocomitl se usaba como texcatl, o sea mesa de sacrificios... Con una función idéntica se encuentra también representado en la Tira del Museo o Peregrinación Azteca, en donde se la ve dibujada con su raíz y su tallo esférico provisto de surcos y espinas; sobre ella, y en posición de sacrificio, reposa un peregrino a quien el sacerdote saca el corazón por orden de Huitzilopochtli (Bravo Hollis 1978). De acuerdo con lo ya comentado esta versión actualmente es rechazada por varios especialistas, aunque para la época de la publicación del libro de *Las Cactáceas de México*, esa versión del sacrificio era la opinión aceptada, interesante y dramática. El uso de cactus como sacrificio o penitencia, podemos verlo en la actualidad, peregrinos que se atan espinas o pencas de nopales en*



FIGURA 1. Una versión de la lámina IV de la Tira de la Peregrinación. *Las cactáceas de México*. Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. UNAM. Pag.12.

partes del cuerpo desnudas, en su travesía a la basílica de Guadalupe el 12 de diciembre. Hay otra representación de la biznaga, cuyo significado nos es desconocido. María del Pilar Casado y López, Aurora Montúfar publicaron la representación en arte rupestre de una biznaga en La biznaga, Baja California (Figura 2). No fue posible obtener mayor información, pero se piensa que esas pinturas se elaboraron por los primeros habitantes del área, entre diez y siete mil años atrás (López & López 2017), cuando no se puede suponer otra interpretación, que su importancia para la vida diaria.

El análisis de un códice tan complejo, como el Boturini, tan lleno de ideas, míticas y reales, difíciles de desentrañar implica riesgos elevados de equivocación. Es muy difícil interpretar o describir verbalmente documentos pictográficos como el códice

en cuestión, fuera del contexto en el que se elaboraron, el riesgo de equivocación es muy grande, pero se comenta con base en su observación y en el análisis de algunos de los numerosos textos publicados. La interpretación enfrenta un doble problema, el primero la codificación, qué trataron de expresar los tlacuilos, cuáles fueron el contexto y las ideas centrales y el segundo la decodificación, la lectura en un contexto a medio milenio de distancia, con ideologías y cosmovisiones diferentes. En todas las láminas se enfrenta este problema, pero en relación con las biznagas, qué trataron de expresar y qué lecturas puede tener su representación en las imágenes de la lámina IV, con relación a toda la historia de “la peregrinación”. En primer término, la denominación del códice como “peregrinación”, aunque el pueblo azteca ciertamente “peregrinó”, la historia que se plasma en el códice corresponde, como ha postulado Noguez, X a un proceso migratorio (Noguez 2006). Castañeda de la Paz describe 29 lugares mencionados en el códice en el “peregrinar” migratorio de los aztecas, desde Aztlán (Castañeda de la Paz 2002), mientras que Gutiérrez de MacGregor y González Sánchez (2011) describen 31, con relativa seguridad histórica a partir de Tula, ya que no es posible establecer con certeza la ubicación de los sitios recorridos antes,

1. *Aztlán “Lugar de garzas o de blancura”. El lugar mítico donde los mexicas inician su peregrinación.
2. *Teoculhuacan “lugar de los ancestros”.
3. *Tamoanchan (?), de etimología difícil, que algunos traducen como “casa del descenso”.
4. *Cuextecatlichocayan “lugar donde llora el huasteco”.
5. *Coatlicamac “lugar de la serpiente con las fauces abiertas” (Gutiérrez de MacGregor & González Sánchez 2011). Además, en el libro *Die Azteken* (<https://dokumente-online>.

com/die-geschichte-der-azteken-aufstieg-und-niedergang.html) publican un mapa tentativo que incluye los lagos del estado de Michoacán. A este respecto quedan numerosos temas por analizar.

La naturaleza humana, ¿acaso en su genoma? tiene entre otras características, la migración, el lenguaje y la religión. Desde su origen el hombre ha migrado. Desde el continente africano migró a regiones tan lejanas como la estepa y las cordilleras rusas, a las islas Polinesias, a Australia, Nueva Zelanda y a América, desde el estrecho de Bering hasta la Patagonia (Manco Jean 2015). El caso del pueblo azteca y muchos otros que migraron desde regiones del norte de América a Mesoamérica, no fue una excepción. Las fechas de estas migraciones, en particular de la migración Azteca desde Aztlán son muy difíciles de precisar, dado que en la cosmovisión de esos pueblos constituían un “espacio”, una especie de continuo temporoespacial imposible de comprender por las culturas occidentales, aunque hay algunos referentes cronológicamente confiables. Así, las fechas de inicio de esta migración se desconocen. En el *Códice Aubin* la mención de inicio en el siglo XI (1064) permite estimar un lapso aproximado de doscientos años. Tena menciona la salida de Aztlán en un año 1 Técpatl y su llegada y establecimiento a Colhuacan en un año 6 Ácatl, cuando casi al final de la Tira los mexicas fueron derrotados en Chapultépec se consigna un año 2 Ácatl. En vista que no se logra la correspondencia con el calendario occidental es imposible precisar la cronología, sin embargo, la ceremonia de encendido del fuego nuevo servía para iniciar el nuevo ciclo y tenía una gran importancia religiosa y política. En los siguientes lugares se realizó el “amarre de los años”, de los ciclos de 52 años: Coatépec o Coatlicámac,

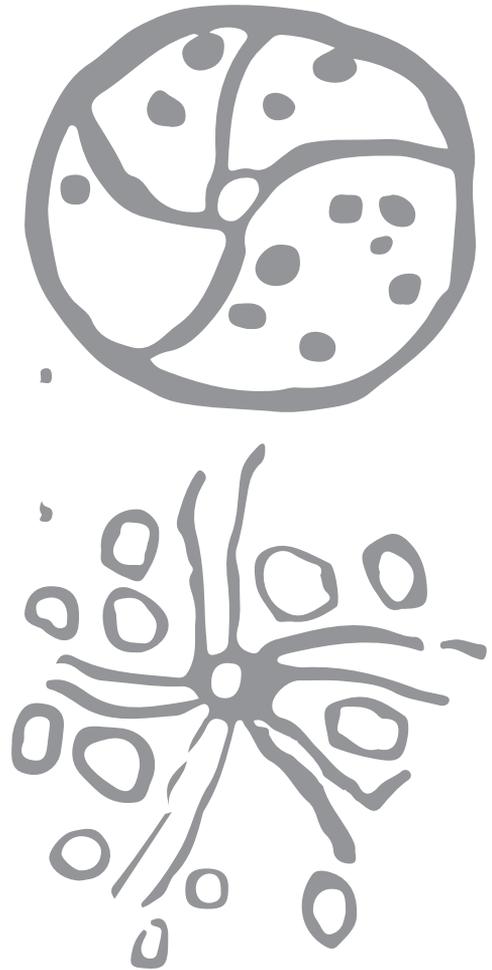


FIGURA 2. Una biznaga en arte rupestre. López MdPC & López AM. *Arqueología mexicana* 2017 25(145):22-31.

Apaxco, Tecpayocan y Chapultépec o Colhuacan, al menos, cuatro, que nos permiten estimar un poco más de doscientos años, si se considera la fecha aceptada de la fundación de Tenochtitlan en 1325 (Navarrete 2000, 2019). El remplazo generacional debió incluir al menos diez generaciones, con sus respectivos guías y sacerdotes, de lo cual no hay referencia. Tampoco hay una idea clara del contingente migrante, ni cómo



FOTO 7. Biznaga. Monolito de la Librería Porrúa. López-Luján, *Arqueología mexicana* 24(142):18-28.

se alimentaron o cómo se establecían de manera temporal. Chimalpahin en su *Memorial breve...* menciona la siguiente cifra: “Se cuentan los azteca mexitin al momento de salir del interior de las siete cuevas: diez mil, nombrándose conjuntamente las mujeres y los pequeñitos mexitin” (Chimalpahin & Castillo 1991). En “La Historia de los mexicanos por sus pinturas” se afirma que “no tienen el número de ellos en sus pinturas” (Garibay 1965). En algunos lugares (mencionados en el códice) se establecían durante periodos variados, 4 años o más y cultivaban el maíz y se dedicaban a la cacería buscar animales como venados o recolectar vegetales como las biznagas. La duración de una estancia en un lugar específico a una fecha determinada podría corresponder a criterios mítico-simbólicos más que a una realidad histórica. Las estancias estimadas son de cuatro (13 veces), cinco (2), ocho (1), diez (1), doce (1) o veinte (4) años, lo que nos indica que corresponde a mecanismos míticos (Johansson 2017).

Ma. Teresa Gutiérrez de MacGregor y Jorge González Sánchez analizaron, de acuerdo con topónimos representados que

la migración incluyó treinta y un sitios, aunque no de todos se representan los topónimos (Gutiérrez de MacGregor & González Sánchez 2011). No ha sido posible ubicar los primeros segmentos de la migración, Aztlán y otros sitios viven en el imaginario, así como las primeras escalas como Colhuacán. A partir de Tollan, Tula en un mapa actual, los autores pudieron ubicar la correcta localización geográfica de los lugares recorridos en la planicie lacustre de la cuenca de México y verificar que estos poblados han permanecido durante siglos. Comentan además que muchas de esas localidades absorbidas por la urbanización conservan ritos y celebraciones que reflejan costumbres ancestrales de las viejas culturas. También es relevante comentar en relación con cuestionamientos mencionados, que, en su condición de cazadores, recolectores y tal vez agricultores, en los sitios que se asentaban temporalmente se alojaban en las riberas de lagos, en cuevas o en construcciones temporales y así obtenían sustento y abrigo.

Al margen de las numerosas interpretaciones, las escenas representadas en la lámina IV en las cuales las biznagas y las imágenes de sacrificio ocupan un lugar central, constituyen un parte aguas, un antes y un después, que incluye las identidades de un pueblo, de aztecas a mexicas, transición de la religión, de la deidad Micóatl a Huizilopochtli, de los sacerdotes y del carácter del pueblo, de nómadas, como se describe en la tira a un futuro papel hegemónico en Mesoamérica y de sacrificados a sacrificadores. La postura teórica que se adopta en este texto, con base en análisis diversos e interpretación propia es que se trata de un relato mítico y, por lo tanto, caben los elementos considerados en la actualidad como ambiguos o aún contradictorios. En relación con el objetivo

central de este texto que consiste en analizar la presencia fundamental de los cactus, las biznagas en la historia que refiere el códice, es porque en la explicación mítico religiosa de lo sucedido durante la migración, la representación de las biznagas, seguramente *Echinocactus platyacanthus* es fundamental para las transiciones que se relatan.

La versión descrita, al parecer aceptada por el INAH, debido a que se difunde en los medios electrónicos en el contexto de la edición facsimilar del códice, es atractiva, sencilla y parece verosímil, pero no está exenta de problemas. Galarza, Castañeda de la Paz, Johansson y otros coinciden en afirmar que es un códice muy complejo, lleno de imágenes cuyos simbolismos son también muy complejos, densidad de imágenes cargadas de significados y simbolismos: la vestimenta, el tipo de cabello, los rostros, los instrumentos, las deidades implicadas, los sacerdotes y muchos más. Ninguna interpretación podrá ser correcta o completa, porque los pictogramas son ambiguos, de los personajes tendidos sobre las plantas, los autores coinciden en interpretar que dos son hombres y una es mujer, la hermana de los mimixcoas, así que no pueden ser hombre búho ni futuros gobernantes. Tampoco pueden ser los cuatro nuevos mimixcoas que dieron muerte a sus cuatrocientos hermanos y otras que corresponden al análisis de otros códices.

La hipótesis de que deriva de otros documentos, desaparecidos, como el "Códice X" y su correlación con otros códices y con otros mitos como la leyenda del quinto Sol hace más difícil su lectura e interpretación. Aunque existen algunos textos, no son suficientemente explícitos y a este respecto, el intento de plasmar en términos lingüísticos los pictogramas de las láminas, para este

texto la III y la IV no son concluyentes. Si se trata de describir los pictogramas, es necesario considerar que el lenguaje no se opone al pensamiento ni a los otros signos como lo arbitrario y lo colectivo a lo natural y a lo singular. Se opone todo esto como lo sucesivo a lo contemporáneo. El intento de desplegar en el tiempo lo que está plasmado en una sola imagen, que implica diálogos, instrucciones del dios, caída de los hombres búho, su colocación sobre las biznagas y el mezquite y tantos otros es un intento fallido y se fundamenta esta afirmación con la información publicada. Castañeda de la Paz publicó no estar de acuerdo con la interpretación del sacrificio... *Tradicionalmente se ha pensado que estos glifos representan un sacrificio, pero ... esto no se puede sostener porque no hay un cuchillo de pedernal que lo muestre, además de que basándose en el intérprete del Códice Aubin se puede deducir que se trata de los mimixcoa o chichimecas a los que Mixcóatl da la vida para que ayuden al sol a seguir su curso... la inserción de un relato chichimeca sobre la creación del sol* (Castañeda de la Paz 2007). Desde este punto de vista, para Castañeda de la Paz la importancia del documento radica en transmitirnos que los mexicas descienden de la tradición Chichimeca de Mixcóatl, a través de la cual son guerreros de alto estatus (Castañeda de la Paz 2007). La posible y casi segura relación del códice con la Leyenda del Quinto Sol y la recreación del mundo cada 52 años, también representada en el códice, nos permite afirmar la importancia del mito en la conducta social de los pueblos, pero hay que enfatizar que se trata de un sacrificio, tal vez auto sacrificio, se extraiga o no el corazón al sacrificado. En una de las interpretaciones del sacrificio humano, Olivier (2010) postula que el episodio que narra cómo "unos mimixcoas cayeron del cielo sobre

mezquites y biznagas, Huitzilopochtli encomendó a sus devotos que sacrificaran a los mimixcoas, después de lo cual los aztecas cambiaron su nombre por el de "mexicas" y obtuvieron las armas de sus víctimas, el arco y la flecha" (Foto 5), es sumamente significativo y se relaciona con el mito de origen de la Guerra Sagrada. En efecto, los aztecas/mexicas se otorgan el papel de sacrificadores para alimentar al Sol y la Tierra, lo que justifica su dominio sobre otros pueblos destinados a proporcionar víctimas sacrificiables que se identifican con los mimixcoas, inmolados a la vez en el mito y durante la migración. Insiste en que el episodio de la migración mexicana, durante el cual los devotos de Huitzilopochtli sacrificaron a los Mimixcoa, constituye el modelo mítico de esta ceremonia. Fue cuando los aztecas adoptaron el nombre de mexicas y recibieron armas como el arco y la flecha, así como la bolsa de red, botín procedente de sus víctimas (López-Luján & Olivier 2010; Olivier 2010, 2015). Ahora bien, este episodio también puede interpretarse como el ritual de paso, el auto sacrificio de los futuros nobles como el nuevo rey adquirirían nuevos nombres y recibían armas durante los rituales de acceso al poder. Las diversas versiones están de acuerdo en que los aztecas dejaron este nombre para tomar el de mexitin por orden de su dios, lo cual transcurre en un paraje próximo al lugar donde se yergue un gran árbol que repentinamente se quiebra (interpretado como Chicomoztoc) y donde, acto seguido, Huitzilopochtli se aparece a los peregrinantes, por ello, puede concluirse que con esta proyección de la fiesta hacia el pasado se corroboraría precisamente lo que ya se ha mencionado, el nacimiento de un nuevo pueblo –el mexitin– y su culto –el sacrificio–. Interesante es que, después de realizar el conocido acto ritual del sacrificio

sobre plantas espinosas, adquieran una apariencia externa específica de la que antes carecían como aztecas. A partir de ahora ya se les puede identificar pictográficamente por el plumón que generalmente llevan, bien junto a la oreja bien sobre su frente, como puede apreciarse en el grupo de "La Tira de la Peregrinación". Asimismo, es curioso que las mismas fuentes escritas dejen de referirse a ellos como aztecas y comiencen a denominarlos mexitin (Castañeda de la Paz 2002).

El tema de la migración de los aztecas-mexitin, del que se posee abundante información si lo comparamos con la historia de otros grupos culturales mesoamericanos, ha sido frecuentemente abordado por los investigadores, entre otros, (Seler 1985, Kirchhoj 1985, Jiménez Moreno 1972, Martínez Marín 1964, Davies 1973, Smith 1984, Graulich 1990, Boone 1991 y Navarrete 2000; citados por Castañeda de la Paz 2002) sin que hasta hoy se hayan resuelto un sin fin de interrogantes. Es desconcertante que todavía tengan que formularse preguntas como ¿quiénes eran estos aztecas-mexitin o si Aztlán realmente existió? A estas cuestiones tan básicas les siguen otras no de menor importancia como por qué el conjunto de fuentes pictográficas o escritas que tratan un mismo relato presentan tantas variaciones y alteraciones.

El intento de reconstruir la historia, a partir de la interpretación de los códices antiguos, aunque se apoye en los textos escritos y actualmente paleografiados y traducidos es insuficiente. Es necesario recurrir a otro tipo de evidencias, como la investigación de posibles restos arqueológicos, altares, enterramientos o datos de asimilación cultural durante su estancia en Tula.

Resta mencionar otra representación de las biznagas, ya descrita por la doctora

Bravo Hollis (1978). Se trata de un monolito que se descubrió en 2004 en la pared de la Librería Porrúa, ubicada en el Centro Histórico de la Ciudad de México, conocido como “La Piedra de la Librería Porrúa”, que es la representación de una biznaga perteneciente o similar a una biznaga dulce, *Echinocactus platyacanthus*. Es una piedra basáltica de 56 centímetros de altura por 77 centímetros de diámetro y 600 kilos de peso, y se cree era una piedra de sacrificios, dato no confirmado en la literatura especializada, aunque sí se ha publicado que se emplearon las espinas de las biznagas, junto con las púas de maguey en el autosacrificio de sacerdotes y reyes (Figura 1) (López-Luján & Olivier 2010; López-Luján & Fauvet-Berthelot 2016). Queda por investigar si hay otro monolito en Tlaxcala, así como si realmente se empleó como piedra de sacrificio o como sacrificio ritual de paso, puesto que con la dureza de las espinas no es “indispensable” extraer el corazón del sacrificado.

Es plausible concluir que la información disponible acerca de las biznagas a partir del análisis de “La Tira de la Peregrinación” (LTP) (*Códice Boturini*) y de las numerosas publicaciones dedicadas al tema, así como sus representaciones en el arte rupestre y en monolitos demuestran su presencia a través de los milenios en Norte América. El caso particular de la Tira y del *Códice Aubin* es relevante porque enfatiza su presencia y su importancia en las transiciones más significativas del pueblo originalmente Azteca y posteriormente Mexica. La trascendencia de las biznagas en la historia y actualidad de México es evidente a través de su representación en los códices, figuras y monolitos, y los usos medicinales, artísticos, ornamentales y culinarios que mantienen hasta nuestros días, esto se constituye como un

imperativo para ampliar y profundizar su investigación y sobre todo pugnar por su preservación mediante su empleo racional y responsable, y manteniendo los ecosistemas en los que habitan.

Agradecimientos

Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) por las facilidades para revisar los materiales. Dos revisores anónimos por sus sugerencias y revisión cuidadosa. A la Dra. María C. Mandujano (Meli) por la invitación para contribuir a la revista de Cactáceas con temas que nos resultan tan apasionantes. A la memoria de la humanidad en tiempos de COVID-19, este trabajo fue escrito durante la pandemia.

Literatura citada

- Barlow RH. 1945. La cronica “X”: versiones coloniales de la historia de los mexica tenocha. *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 7:65-87.
- Bravo-Hollis H & Sánchez-Mejorada H. 1978. *Las cactáceas de México*. México: UNAM. CDMX.
- Castañeda de la Paz M. 2002. De Aztlán a Tenochtitlan: Historia de una peregrinación. *Latin American Indian Literatures Journal* 18:163-212.
- Castañeda de la Paz M. 2005. El Códice X o los anales del grupo de La Tira de la Peregrinación. Evolución pictográfica y problemas en su análisis. *Journal de la société des américanistes* 91:8-10.
- Castañeda de la Paz M. 2007. La tira de la peregrinación y la ascendencia chichimeca de los tenochca. *Estudios de cultura Náhuatl* 38:183-213.
- Chimalpahin DF & Castillo Farreras VM. 1991. *Memorial breve acerca de la fundación de la*

- Ciudad de Culhuacán*. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM.
- Códice Aubin*. British Museum.
- Die Geschichte der Azteken Aufstieg und Niedergang Spezialgebiet Geschichte*. Available from: <https://dokumente-online.com/die-geschichte-der-azteken-aufstieg-und-niedergang.html>.
- Galarza J & Libura K. 1999. *Para leer La tira de la peregrinación*: Ediciones Tecolote.
- Garibay AM. 1965. *Teogonía e historia de los mexicanos; tres opúsculos del siglo XVI*. Editorial Porrúa, México.
- Gutiérrez de MacGregor MT & González Sánchez J. 2011. De Aztlán a Tenochtitlan: cartografía actual de los lugares señalados en La Tira de la Peregrinación. *Journal of Latin American Geography* **10**:35-51
- INAH. 2015. *Tira de la Peregrinación (Códice Boturini)* Ciudad de México [Available from: codiceboturini.inah.gob.mx/approaches_text.php?textID=7].
- Johansson P. 1999. Análisis semiológico del nacimiento de los mexicas en la variante pictográfica del *Códice Boturini*, Escritos. *Revista del Centro de Ciencia del Lenguaje* **19-20**:7-36.
- Johansson P. 2017. *El nahuatlato*. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM. México.
- Johansson P. 2021. Contextos culturales. Available from: <https://fr.scribd.com/document/343823965/Contextos-Culturales>.
- Lazos Ruíz AE & Garibay Orozco C. 2022. The Great Chichimeca Landscape: Pre-Hispanic Natural Resources Use. *Environment and History* **September**:6-9.
- López-Luján L & Olivier G. 2010. *El sacrificio humano en la tradición religiosa mesoamericana*. INAH, UNAM, México.
- López-Luján L & Fauvet-Berthelot MF. 2016. Antonio de León y Gama y los dibujos extraviados de la Descripción histórica y cronológica de las dos piedras. *Arqueología mexicana* **24(142)**:18-28.
- López-Molina AX. La tira de la peregrinación [Available from: <http://enp3.unam.mx/revista/articulos/2/peregrinacion.pdf>] \h.
- López MdPC & López AM. 2017. Representación de plantas en la imaginaria del arte rupestre en México. *Arqueología mexicana* **25(145)**:22-31.
- Manco J. 2015. *Ancestral journeys*. London, Thames&Hudson.p. 14-17
- Navarrete Linares F. 2019. *Los orígenes de los pueblos indígenas del valle de México. Los altépetl y sus historias*. México: UNAM.
- Navarrete Linares F. 2000. Mito, historia y legitimidad política: las migraciones de los pueblos del Valle de México. repositorios-latinoamericanos.uchile
- Noguez X. 2006. Tira de la Peregrinación: la migración mexicana. *Arqueología mexicana* **14(81)**:48-53.
- Olivier G. 2010. *El simbolismo sacrificial de los Mimixcoa: cacería, guerra, sacrificio e identidad entre los mexicas. El sacrificio humano en la tradición religiosa mesoamericana*. México. INAH, IIH, UNAM.
- Olivier G. 2015. *Tezcatlipoca: burlas y metamorfosis de un dios azteca*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana nom-059-semarnat-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Última modificación 14 de noviembre del 2019.
- Villalobos Fernández CE. 2020. Advenimiento de los aztecas a Culhuacan de acuerdo con el *Códice Boturini* o Tira de la Peregrinación. *Revista Conjeturas Sociológicas* **21**:199-229.

Generalidades del lirio acuático *Eichhornia crassipes*, una de las peores plagas del mundo

Cárdenas-Ramos Diana^{1*}, Golubov Jordan^{2*} & Mandujano María C^{1*}

Descripción

Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, conocida como lirio o flor de agua. Es una planta de 4 a 30 cm de alto, acuática, herbácea y perenne, que flota libremente en los cuerpos de agua. Sus tallos son rizomáticos y forman estolones. Está conformada por hojas sésiles alargadas, dispuestas en espiral o roseta, que toman forma de espátula a medida que maduran y cada una de las hojas tiene sus propias raíces, además presenta hojas pecioladas que se encuentran sumergidas o flotando sobre el agua. A partir del meristemo apical se desarrolla la espiga con inflorescencias, en cada espiga se pueden encontrar entre 4 y 16 inflorescencias sésiles. Las inflorescencias son tubulares, de color lila, con una mancha de color amarillo brillante. La longevidad de las inflorescencias es de un día y presentan sincronía floral intraplanta, es decir, las inflorescencias de una sola planta abren de forma simultánea durante la noche. En un fruto se desarrollan alrededor de 45 semillas, aunque en una inflorescencia completa se pueden contar hasta 3000 semillas. Una vez que se produce la maduración de los frutos, la espiga pierde tensión y se dobla con dirección al



FOTO 1. En la fotografía se observa las características morfológicas vegetativas y florales del lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Banco de imágenes de la CONABIO.

agua, donde se produce la liberación de las semillas (Foto 1) (Barrett 1980; Novelo & Ramos 1998; Hanan Alipi & Mondragón Pichardo 2009; Van Driesche *et al.* 2002; CABI 2021).

¹ Instituto de Ecología, Depto. Ecología de la Biodiversidad, Laboratorio de Genética y Ecología, UNAM. Apartado Postal 70-275, Ciudad de México, C.P. 04510.

² Laboratorio de Ecología, Sistemática y Fisiología Vegetal, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Ciudad de México, México

*Autores de correspondencia: dianacardenasr92@gmail.com, mcmandujano@gmail.com, mcmandujano@ecologia.unam.mx, gfgordan@correo.xoc.uam.mx

Estrategias reproductivas y adaptativas

La floración de *E. crassipes* es de tipo estacional, al registrarse entre la primavera y el otoño (septiembre-octubre) (Rzedowski & Rzedowski 2004), aunque Barrett (1980) reportó poblaciones de *E. crassipes* con floraciones masivas durante un periodo de entre cinco y hasta nueve meses, esto en América de Norte. Se ha establecido que el inicio prematuro o la prolongación del periodo de floración se debe a las condiciones ambientales y a la gran plasticidad fenotípica de la especie, ya que al encontrarse establecida en sitios con déficit de nutrientes, se induce la floración (CABI 2021). En *E. crassipes*, la mayoría de las flores son polinizadas por el viento, no obstante, la formación de semillas se incrementa con la visita constante de polinizadores, particularmente de *Apis mellifera* que se ha observado como el principal polinizador en hábitats no nativos de la especie, contrariamente, dentro de su área de distribución natural, *E. crassipes* es polinizada por *Ancyloscelis gigas* e individuos del género *Trigona*. Sin embargo, en ausencia de vectores de polinización bióticos o abióticos, se pueden formar semillas esto a través de la autofecundación (Barrett 1977, 1979, 1980; CABI 2021).

La especie presenta dos estrategias reproductivas, ya que puede dejar descendencia a través de la reproducción sexual (semillas) y de forma vegetativa (clonalidad), en este último caso, cuando en las hojas axilares se desarrollan estolones que se desprenden como un individuo fisiológico independiente (CABI 2021). Las semillas de *E. crassipes* germinan de enero a marzo (Matthews 1967) y presentan un alto porcentaje de germinación, aunque también pueden permanecer latentes entre 15 y 20 años, formando un banco de semillas, lo

que garantiza la permanencia de la especie a través del tiempo (Matthews 1967; Gopal 1987; CABI 2021). Una vez que se produce la germinación de las semillas, las plántulas se establecen en las orillas de los cuerpos de agua (sobre el lodo) o en sitios de baja profundidad, aunque más tarde se desprenden y se establecen sobre el agua (CABI 2021). Factores abióticos como el viento y el movimiento natural del agua en los ríos o lagos, así como factores bióticos como las aves, favorecen el desplazamiento a largas distancias de las plantas de *E. crassipes* (Batcher 2000; CABI 2021).

Eichhornia crassipes es una planta de crecimiento rápido que puede duplicar el tamaño de sus poblaciones entre 6 y 15 días, llegando a incrementar su biomasa hasta 12% por día (Wright & Purcell 1995; CABI 2021). Algunos reportes sugieren que incluso, en menos de dos meses, se pueden contabilizar hasta 1000 plántulas en un metro cuadrado (Matthews 1967).

Distribución natural e historia de invasión

El área de distribución natural de *E. crassipes* es América del Sur, particularmente es considerada nativa de la cuenca del Amazonas y Mato Grosso en Brasil (Barret & Forno 1982; CABI 2021). El establecimiento de la especie fuera de su rango de distribución nativo, se vio favorecido por las actividades humanas, ya que debido a sus llamativas flores, fue introducida en otros países como planta de ornato, lo que aceleró su propagación en el mundo y mantiene el riesgo latente de invasión en nuevos hábitats (Rzedowski & Rzedowski 2004; CABI 2021). Asimismo, el uso de canoas o barcos con fines comerciales o recreativos, pueden favorecer la introducción accidental de *E. crassipes* en cuerpos de agua



FIGURA 1. Registros de presencia del lirio acuático *Eichhornia crassipes* en México. Elaborado por Cárdenas-Ramos D.

no colonizados (CABI 2021). Por otro lado, una vez que la especie se establece en los cuerpos de agua, el flujo natural del agua acelera su propagación (Ruiz Téllez *et al.* 2008). Tal como ocurrió en África, donde la especie fue introducida en los años 40's en el río Congo y, debido a las intensas lluvias e inundaciones, *E. crassipes* se propagó rápidamente en el resto del continente, por lo que actualmente representa uno de los principales problemas en los ecosistemas acuáticos de África (Mendonca 1958, Ruiz Téllez *et al.* 2008).

Diversos reportes indican que *E. crassipes* es una especie que comenzó a introducirse fuera de su área de distribución natural a finales del siglo XIX, llegando a invadir diversos sitios en Asia, Australia, África y América del Norte (Van Driesche *et al.* 2002; Ruiz Téllez *et al.* 2008; CABI 2021). Por ejemplo, en Estados Unidos se tienen registros de la especie desde principios del siglo XX (Sculthorpe 1967; Ruiz Téllez *et al.* 2008); en Argentina se ha reportado la presencia de *E. crassipes* desde 1942, en Panamá se reportó desde 1966, en Puerto

Rico desde 1971 y en México, fue reportada desde el año 1965 (Fig. 1) (Ruiz Téllez *et al.* 2008).

Hábitat

Es una especie que se establece en lagos y ríos de agua dulce, tropicales y subtropicales, así como en zonas de cultivo, tal como los campos inundados donde se siembra arroz (CABI 2021). Se establece en sitios donde la temperatura oscila entre 25 y 30 °C y con un pH entre 6 y 8 (CABI 2021).

Usos

En México, se ha reportado que *E. crassipes* se utiliza como alimento para carpas, como forraje para el ganado, para proporcionar sombra a los langostinos, como abono verde y para la elaboración de artesanías (Novelos & Ramos 1998). En Kenia y China se ha utilizado como fertilizante orgánico y alimento para el ganado (Jianqing *et al.* 2001; GISD 2022). En México como en algunos otros países, se utiliza como un bioacumulador de metales pesados en aguas residuales o contaminadas para su biorremediación

Buendía Barbosa F



FOTO 2. Presencia de *Eichhornia crassipes* en los canales de Xochimilco, Ciudad de México.

(Vietmeyer 1975; Novelos & Ramos 1998; Miguel-Barrera *et al.* 2020).

Riesgos de invasión

Es considerada una de las peores malezas del mundo, ya que invade diversos cuerpos de agua incluidos arroyos, canales, charcas, estanques, lagos, lagunas, pantanos, presas, ríos e incluso hábitats acuáticos perturbados (Van Driesche *et al.* 2002) (Foto 2). Debido al crecimiento acelerado de *E. crassipes*, la especie forma inmensos tapetes flotantes que evaporan grandes volúmenes de agua (Foto 3), esto sin considerar que ocasiona diversos impactos económicos, ya que obstruye la circulación del agua, las rutas marítimas de navegación, pesca, tomas de agua en centrales hidroeléctricas e incluso, impide el desarrollo de la agricultura, al limitar el riego por la reducción en el flujo de agua (Novelo & Ramos 1998; Center *et al.*



Valero Méndez Alejandra

FOTO 3. Fotografías en las que se muestran los tapetes flotantes que forma *Eichhornia crassipes*. Banco de imágenes de la CONABIO.

2002; Van Driesche *et al.* 2002). Asimismo, la especie causa impactos ambientales severos en los hábitats en los que se establece, ya que se ha observado que las densas poblaciones de *E. crassipes*, evitan el paso de la luz en los cuerpos de agua, limitando drásticamente el oxígeno disuelto en el agua, lo que ocasiona el desplazamiento o la muerte de innume-

rables especies acuáticas nativas, desde la comunidad fitoplanctónica hasta los vertebrados (peces). Degrada el hábitat de las aves acuáticas y puede reducir las áreas de desove de los peces (Schmitz *et al.* 1993; GISD 2022); la reducción de peces en los cuerpos de agua afecta directamente al sector pesquero, para el cual se han estimado pérdidas de hasta 4 millones de dólares al año, tan solo en el suroeste de los Estados Unidos (Tabita & Woods 1962). Además, causan impactos negativos en la salud humana, ya que la presencia de *E. crassipes* favorece el desarrollo de mosquitos que transmiten numerosas enfermedades (Ultsch 1973; Novelo & Ramos 1998; Van Driesche *et al.* 2002; GISD 2022).

Medidas de control de la invasión

En algunas partes del mundo, se ha controlado el crecimiento exponencial de algunas poblaciones de *E. crassipes* con la aplicación de herbicidas, eliminación manual de la maleza o con agentes de control biológicos tales como los gorgojos *Neochetina eichhorniae* y *Neochetina bruchi*, la polilla *Niphograpta albiguttalis* y el ácaro *Orthogalumna terebrantis* (Jianqing *et al.* 2001; Van Driesche *et al.* 2002; GISD 2022). No obstante, la mayoría de estos métodos son muy costosos y poco eficientes, esto se debe a la gran capacidad adaptativa y biológica (crecimiento acelerado) de la especie. De acuerdo con lo anterior, una de las formas más adecuadas de prevenir la invasión de *E. crassipes* en hábitats nuevos, es evitar su traslado como planta de ornato (GISD 2022), además de sensibilizar a la población sobre los efectos negativos que causa *E. crassipes* en el ambiente, la economía y la salud pública, así como los riesgos que implica comprar y liberar a la especie fuera de su rango de distribución nativo.

Literatura consultada

- Barrett SCH. 1977. Breeding systems in *Eichhornia* and *Pontederia*, tristylous genera of the Pontederiaceae. PhD dissertation, University of California.
- Barrett SCH. 1979. The evolutionary breakdown of tristylly in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms Water Hyacinth. *Evolution* **33**:499-510.
- Barrett SCH. 1980. Sexual Reproduction in *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth). II. Seed Production in Natural Populations. *J Appl Ecol* **17**:113-124.
- Barret SCH & Forno IW. 1982. Style morph distribution in new world populations of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach (water hyacinth). *Aquatic Bot* **13**:299-306.
- Batcher MS. 2000. *Eichhornia crassipes* (Martius) Solms. Element Stewartship Abstract. The Nature Conservancy: Arlington, USA.
- CABI. 2021. *Eichhornia crassipes* (water hyacinth). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/20544>. Consultado el 10 de noviembre de 2021.
- Center TD, Hill MP, Cordo H & Julien MH. 2002. Water hyacinth. In: *Biological Control of Invasive Plants in the Eastern United States*. Ed. Van Driesche R, Lyon S, Blossy B, Hoddle M & Reardon R. Forest Service Publication: West Virginia.
- Jianqing D, Ren W, Weidong F & Guoliang Z. 2001. Water hyacinth in China: its distribution, problems and control status. In: Julien MH, Hill MP, Center TD, Jianqing D, eds. *Biological and integrated control of water hyacinth, Eichhornia crassipes*. ACIAR Proceedings, No. 102. Canberra, Australia: ACIAR, 32-29.
- GISD. Global Invasive Species Database. 2022. Species profile: *Eichhornia crassipes*. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Eichhornia+crassipes>.

- Gopal B. 1987. *Water Hyacinth*. Elsevier, New York.
- Hanan Alipi AM & Mondragón Pichardo J. 2009. <http://www.conabio.gob.mx/malezasde-mexico/pontederiaceae/eichhornia-crassipes/fichas/ficha.htm>, Heike Vibrans (ed.), 2009. Malezas de México, Ficha-*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Consultado el 6 de diciembre de 2021.
- Matthews LJ. 1967. Seedling Establishment of Water Hyacinth. *International Journal of Pest Management* **13**:7-8. DOI: 10.1080/05331856709432481.
- Mendonca A. 1958. Etat actuel du probleme de l'*Eichhornia crassipes* au Mozambique et au Angola. *Bull Agric Congo Belge* **49**:1362-1363.
- Miguel-Barrera A, Castañeda-Antonio D, Santamaría-Juárez JD, Munive-Hernández JA, Rivera-Tapia A, Ramos-Cassellis ME. 2020. Modelo de biorremediación de plomo con lirio acuático. *Alianzas y Tendencias-BUAP* **5**:15-28.
- Novelo A & Ramos L. 1998. PONTEDERIA-CEAE. En: *Flora del bajo y de regiones adyacentes*. Instituto de Biología: México. Pp: 4-7.
- Ruiz Téllez T, Martín de Rodrigo López E, Lorenzo Granado G, Albano Pérez E, Morán López, R & Sánchez Guzmán JM. 2008. The Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). *Aquatic Inv* **3**:42-53. DOI: 10.3391/ai.2008.3.1.8
- Rzedowski GC & Rzedowski J. 2004. Manual de Malezas de la Región de Salvatierra, Guanajuato. En: Rzedowski J & Calderón de R. G (eds.). *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fascículo complementario XX. Instituto de Ecología-Centro Regional del Bajío. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. Pp: 180.
- Shmitz DC, Schardt JD, Leslie AJ, Dray FA, Osborne JA & Nelson BV. 1993. The ecological impact and management history of three invasive alien plant species in Florida. In McKnight BN. (ed.). *Biological Pollution. The Control and Impact of Invasive Exotic Species*. Indiana Academy of Science, Indianapolis, Indiana: USA.
- Sculthorpe CD. 1967. *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. Edward Arnold: London.
- Tabita A & Woods JW. 1962. History of Hyacinth Control in Florida. *Hyacinth Control Journal* **1**:19-23.
- Ultsch GR. 1973. The effects of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) on the microenvironment of aquatic communities. *Archiv fuer Hydrobiol* **72**:460-473.
- Van Driesche R, et al. 2002, Biological Control of Invasive Plants in the Eastern United States, USDA Forest Service Publication FHTET-2002-04. <https://www.invasive.org/biocontrol/4WaterHyacinth.cfm>
- Vietmeyer ND. 1975. *The beautiful blue devil*. An IPPC Papers Reprinted from: The International Plant Protection Center: Oregon.
- Wright AD & Purcell MF. 1995. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach. In: *The Biology of Australian Weeds*. Ed. Groves RH, Shepherd RCH & Richardson RG. Melbourne: Australia. Pp. 111-121.

Recibido: agosto 2021; Aceptado: noviembre 2021.
Received: August 2021; Accepted: November 2021.

NOTA

Usos potenciales de la suculenta exótica *Calotropis procera* (Aiton) W.T.

Navarrete-Sauza Emiliano^{1*} & Rojas-Aréchiga Mariana²

Introducción

La familia Apocynaceae Juss. constituye uno de los grupos de plantas más diversos del mundo con más de 4500 especies (Enderess *et al.* 2018) y el décimo segundo más diverso en México con aproximadamente 385 especies (Alvarado-Cárdenas *et al.* 2020). Existen más de 20 apocináceas que se han naturalizado en nuestro país debido a su uso ornamental, entre las que se encuentran *Catharanthus roseus*, *Adenium obesum*, *Vinca major* e hibridaciones de géneros como *Stapelia* y *Mandevilla* que se comercializan mayormente en viveros e invernaderos.

Este no es el caso de la apocinácea exótica *Calotropis procera*, que se encuentra formando parte de la vegetación ruderal a orillas de caminos y carreteras, así como en sitios perturbados de regiones áridas y semiáridas de Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, Oaxaca y Michoacán. Se trata de un arbusto de hasta 6 metros de alto; con raíces bulbosas y profundas; tallos corchosos y suculentos; hojas con láminas más largas que anchas, grandes y suculentas; inflorescencias cimosas con más de 5 flores pecioladas, moradas cerca de los nectarios y blancas en los lobos de los pétalos suculentos; semillas comosas (por lo que son dispersadas fácilmente por viento), aplanadas,



Navarrete-Sauza E

FOTO 1. Crecimiento arbustivo de *Calotropis procera* en un terreno perturbado en el municipio de Santa María Tehuantepec, Oaxaca.

café, en forma de gota y producidas en gran número (más de 300 por fruto; Navarrete-Sauza *et al.* en prep.) (Fotos 1 a 3).

La palabra *Calotropis* deriva del griego *kalos* (καλός) y significa bonita, haciendo referencia a las flores, y *procera* es una palabra en latín alusiva a la cera que cubre

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Ciudad de México

² Laboratorio de Genética y Ecología, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Ciudad de México.

*Correo electrónico: emilianonavarretesauza@ciencias.unam.mx

FOTO 2. Follaje y fruto abierto de *Calotropis procera*.

las hojas y el tallo (Hassan *et al.* 2015). Es nativa de desiertos, dunas desérticas y áreas con climas áridos de África y Asia (Hassan *et al.* 2015), pero ya ha conquistado regiones con condiciones ambientales similares en los trópicos y subtropicos de todo el mundo (PIER 2011; USDA 2022).

Aunque se le reconoce como invasora en varios lugares (Leal *et al.* 2013; Sousa-Sobrinho *et al.* 2013; Menge *et al.* 2016), sólo se han expuesto sus efectos negativos en Australia, donde ya abarca más de 3.7 millones de hectáreas en el norte del país y forma matorrales densos que dificultan el pastoreo (Parsons & Cuthbertson 2001). Contrario a esto, existen numerosos estudios tanto en países donde se le considera exótica/invasora como en donde es una planta nativa, que reportan usos y potenciales usos de la planta, principalmente por sus características fitoquímicas. Por esta razón, y dado que es posible que las poblaciones de *C. procera* en México aumenten de tamaño

y alcancen otras regiones idóneas para su establecimiento, una propuesta preventiva para mitigar su proliferación y evitar que llegue a áreas conservadas es utilizarla de diferentes formas. A continuación se exponen diversos aspectos que pueden ser considerados para su manejo a futuro y su aprovechamiento.

Uso medicinal

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que más del 80% de la población en países en vías de desarrollo depende primordialmente de la medicina tradicional para atender sus necesidades médicas (Kumar Meena *et al.* 2011). De acuerdo con esto y al realizar una revisión de los usos medicinales de *Calotropis procera* encontramos que esta especie es considerada como un remedio popular en un gran número de grupos étnicos en Asia y África, así como una planta ayurvédica utilizada para tratar diversas enfermedades y en la medicina ho-

meopática. Particularmente, Kumar Meena *et al.* (2011) mencionan que en la medicina ayurvédica se utilizan las hojas, secas o frescas, raíces, corcho del tallo y las flores. Por ejemplo, al secar tallos, hojas y flores se utiliza como expectorante, espasmódico, entre otras. Las raíces, además de tener estos usos, se emplean como laxantes y se pulverizan para tratar bronquitis, asma, lepra y eczema. Igualmente, se reporta el uso del látex para tratar fiebre, vértigo, pérdida del cabello, dolores reumáticos, parálisis y como antídoto para envenenamiento por mordedura de serpiente. Para el dolor de cabeza se utilizan cataplasmas calientes hechas con las hojas secas y las flores se consumen como una bebida lechosa para aliviar la tos, asma, indigestión y cólera y como antihelmíntico. En la medicina tradicional se utiliza como antipirético, antifúngico y analgésico.

Casi todas las partes de la planta han sido estudiadas para conocer su efecto antimicrobiano, sin embargo son mayormente las partes aéreas aquellas con potencial importante. Aunque no ha sido determinada una sola concentración ni un extracto particular como el más efectivo, se conoce que las propiedades de la planta actúan inhibiendo bacterias de géneros como *Pseudomonas* y *Escherichia*, protozoos parásitos de los géneros *Leishmania* y *Plasmodium*, hongos de géneros como *Fusarium*, *Aspergillus* y *Candida*, y posiblemente tenga efecto contra diferentes cepas de virus (Amini *et al.* 2021).

Igualmente, existen estudios que sugieren que los glicósidos cardíacos presentes en el látex de la planta podrían ayudar en tratamientos contra el cáncer de mama, aunque aún no se han realizado estudios más profundos al respecto (Al-Qahtani *et al.* 2020).



Navarrete-Sauza E

FOTO 3. Flor en antesis de *Calotropis procera*.

Fitorremediación

Varios artículos sugieren que *Calotropis procera* tiene el potencial de absorber contaminantes del suelo. Por ejemplo, Jahantab *et al.* (2018) encontraron que *C. procera* es capaz de germinar y crecer en suelos contaminados por petróleo. De igual manera, Joel *et al.* (2021) caracterizaron peroxidasas y enzimas óxido reductoras en las raíces de *C. procera*, de las cuales las peroxidasas mostraron ser eficientes al degradar fenoles de efluentes de petróleo.

En relación a la absorción de petróleo y sus derivados en suelos contaminados, se encuentra la acumulación de metales pesados en diferentes estructuras de las plantas donde *C. procera* también ha sido probada y propuesta como efectiva remediadora en la India debido a que tuvo una buena absorción de plomo (Pb) y cadmio (Cd), siendo las hojas los órganos con una mayor cantidad de acumulación de estos metales (D'Souza *et al.* 2010). Lottermoser

(2011) también reporta una absorción de elementos potencialmente peligrosos como uranio (U), cobre (Cu) y níquel (Ni) en una mina inactiva de Australia, donde *C. procera* ha proliferado.

Ornamental

Dadas sus características morfológicas, *C. procera* podría formar parte de las apocináceas ornamentales que se comercializan frecuentemente. Aunque hasta este momento, no hay registros de que tenga valor ornamental en nuestro país, algunos de sus atributos, como una germinación alta y rápida ($\approx 99\%$ en 2 a 3 días) en un amplio intervalo de temperaturas (Navarrete-Sauza & Rojas-Aréchiga, en prep.), tiempo para la floración relativamente corto desde su germinación (de 1 a 2 años), floración extendida por casi todo el año en nuestro país, flores llamativas, crecimiento sufrutice/arbustivo limitado a 6 metros máximo y hojas opuestas, grandes y llamativas, le confieren un potencial para controlar sus poblaciones dentro de viveros donde posiblemente no fructifiquen debido a que no se ha reportado la autogamia ni la apomixis en este género.

Otros usos

En el artículo de Kaur *et al.* (2021) se reportan varios usos de *C. procera* además de los medicinales. Por ejemplo, se menciona que su fibra es muy fuerte y tiene propiedades lipofílicas e hidrofóbicas y que soportan altas temperaturas. Por sus propiedades antibacterianas se ha propuesto como un sustituto de las fibras de algodón para uso quirúrgico. Varshney y Bhoi (1987) en un estudio específico sobre las propiedades de las fibras obtenidas de *C. procera* sugieren que estas pueden actuar como un buen

material aislante para las estufas solares en lugar de la fibra de vidrio. De la parte interna de la corteza se extraen las fibras para fabricar tapetes, cuerdas y redes de pesca (Kumar Meena *et al.* 2011). También se considera que esta planta puede tener un potencial como productora de biodiesel en condiciones áridas y semiáridas (Quazi *et al.* 2013) y como tratamiento para remediar el suelo infestado de hongos causantes de enfermedades en cultivos (Etaware 2019).

Calotropis procera puede ser estudiada desde múltiples perspectivas que podrían dirigirse hacia un beneficio económico en varios sectores. Esta manera menos inquisidora de visualizar a una planta exótica puede abordarse paralelamente con el conocimiento de sus interacciones y sus posibles efectos negativos, con la diferencia de que existirían alternativas provechosas en cuanto a su control.

Literatura citada

- Amini MH, Ashraf K, Salim F, Lim SM, Ramasamy K, Manshoor N, Sultan S & Ahmad W. 2021. Important insights from the antimicrobial activity of *Calotropis procera*. *Arabian J Chem* **14**:103181.
- Alvarado-Cárdenas L, Lozada-Pérez L, Islas-Hernández S, Cortez EB, Maya-Mandujano KG & Chávez-Hernández MG. 2020. Apocináceas de ayer y hoy. Conocimiento histórico y reevaluación de la diversidad y distribución de Apocynaceae en México. *Bot Sci* **98**:393-416.
- Al-Qahtani MA, Farah MA, Abou-Tarboush FM, Al-Anazi KM, Al-Harbi NO, Ali MA & Hailan, WAQ. 2020. Anticancer effects of *Calotropis procera* latex extract in MCF-7 breast cancer cells. *Pharmacog Magaz* **16**:550-556.

- D'Souza RJ, Varun M, Masih J & Paul MS. 2010. Identification of *Calotropis procera* L. as a potential phytoaccumulator of heavy metals from contaminated soils in Urban North Central India. *J Haz Mater* **184**:475-464.
- Endress ME, Meve U, Middleton DJ & Liede-Schumann S. 2018. Apocynaceae. En: J.W. Kadereit & V. Bittrich (eds.) *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer International Publishing, New York, United States.
- Etaware PM. 2019. The effects of *Calotropis procera*, *Adansonia digitata* and *Manihot esculenta* in the remediation of soil-borne fungal diseases of tomato. *J Agric Res Adv* **1**:28-37.
- Hassan LM, Galal TK, Farahat EA & El-Midany MM. 2015. The biology of *Calotropis procera* (Aiton) W.T. *Trees* **29**:311-320.
- Jahantab E, Jafari M, Motesharezadeh B, Tavili A & Zargham N. 2018. Remediation of Petroleum-Contaminated Soils using *Stipagrostis plumosa*, *Calotropis procera* L., and *Medicago sativa* under Different Organic Amendment Treatments. *ECOPERSIA* **6**:101-109.
- Joel EB, Mafulul SG, Jeremiah EA, Aberuagba A, Adeoye R, Goje LJ, Igundu A & Malomo SO. 2021. Characterization of *Calotropis procera* root peroxidase and its potential to mediate remediation of phenolic pollutant from petroleum refinery effluent. *J Applied Biol Biotech* **9**:101-109.
- Kaur A, Batish DR, Kaur S & Chauhan BS. 2021. An Overview of the Characteristics and Potential of *Calotropis procera* From Botanical, Ecological, and Economic Perspectives. *Front Plant Sci* **12**:690806.
- Kumar Meena A, Yadav Ajay & Rao MM. 2011. Ayurvedic uses and pharmacological activities of *Calotropis procera* Linn. *Asian J Trad Med* **6**:45-53.
- Leal LC, Meiado MV, Lopes AV & Leal IR. 2013. Germination responses of the invasive *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae): comparison with seeds from two ecosystems in northeastern Brazil. *Anais Acad Brasil Ciênc* **85**:1025-1034.
- Lottermoser BG. 2011. Colonisation of the rehabilitated Mary Kathleen uranium mine site (Australia) by *Calotropis procera*: toxicity risk to grazing animals. *J Geochem Expl* **111**:39-46.
- Menge EO, Bellairs SM & Lawes MJ. 2016. Seed-germination responses of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) to temperature and water stress in northern Australia. *Australian J Bot* **64**:441-450.
- Parsons WT & Cuthbertson EG. 2001. *Noxious Weeds of Australia*. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing.
- PIER. 2011. *Calotropis procera*. http://www.hear.org/pier/species/calotropis_procera.htm (consultado en noviembre de 2022).
- Sousa Sobrinho M, Machado Tabatinga G, Cristina-Machado I & Valentina Lopes A. 2013. Reproductive phenological pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in native areas; continuous in invaded areas of *caatinga*. *Acta Bot Brasil* **27**:45-459.
- USDA, Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System. 2022. Germplasm Resources Information Network (GRIN Taxonomy). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland <http://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=8653> (consultado en noviembre 2022).
- Varshey AC & Bhoi KL. 1987. Some possible industrial properties of *Calotropis procera* (Aak) floss fibre. *Biol Wastes* **22**:157-161.

Cephalocereus scoparius (Poselg.) Britton & Rose

Nombre común: Tetecho Alto



Cephalocereus scoparius es una planta en forma de candelabro que puede desarrollar numerosas ramas desde la base y alcanza hasta los 12 m de altura con un tronco bien definido que varía entre 30 a 90 cm de diámetro basal. *C. scoparius* puede formar entre 20 a 30 ramas secundarias hasta de cuarto orden y con tallos ascendentes. Estas ramas son grandes, de 8 a 15 cm de diámetro, y con un número muy variable (14 a 30) de costillas tuberosas, en sección transversal ampliamente triangular con depresiones entre las areolas y surcos bien definidos con espinas de 2 a 4 cm de largo. Las estructuras reproductivas se encuentran en las partes superiores de las ramas adultas, cubiertas con numerosas espinas flexibles de 5 a 13 cm de largo. Las flores emergen cerca del ápice de las ramas y su antesis es nocturna, la floración ocurre de abril a junio. Las flores tienen forma de campana, rojizas, de 1.8 a 2.1 cm de largo y 3.1 cm de diámetro; pericarpelos y tubos florales cubiertos de grandes podarios y escamas. Los frutos son globosos, de hasta 3 cm de largo, de color rojo (Bravo-Hollis 1978, *Las cactáceas de México*, vol. 1; Anderson 2001, *The cactus family*; Tapia *et al.* 2017, *Syst Bot* 42). Las semillas miden 2.21 mm de largo y 1.63 mm de ancho (Arroyo-Cosultchi *et al.* 2007). Crece en selva tropical caducifolia en los estados de Oaxaca y Veracruz.

Arroyo-Cosultchi Gabriel

Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, C.P. 04510 Ciudad de México, México. Correo electrónico: gcosultchi@ciencias.unam.mx