



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA



**CATÁLOGO ILUSTRADO DE CACTÁCEAS COLUMNARES DEL
VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
BIÓLOGO
PRESENTA:

DANIEL FRANCO ESTRADA

DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA DOLORES DÁVILA ARANDA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Dra. Patricia D. Dávila Aranda

A mi asesora de tesis por todo su apoyo brindado a lo largo de la elaboración de este escrito, en las correcciones, observaciones y facilidades económicas para la realización del trabajo en campo.

Dr. Oswaldo Téllez Valdés

Por facilitar un gran número de imágenes de las especies que conforman este catálogo.

A los sinodales de tesis: Dr. Héctor O. Godínez Álvarez, Dra. Sofía Solórzano Lujano, Dr. Rafael Lira Saade y Dr. Oswaldo Téllez Valdés por sus comentarios críticos al manuscrito.

Banco de Semillas FESI-UNAM

Colectores: Héctor H. Cervantes Maya y Martín López Carrera por su ayuda en el trabajo de campo, Biól. Fernando Peralta Romero por el préstamo de cámara para la toma de imágenes en campo, Dra. Norma Isela Rodríguez Arévalo y Biól. J. Lilia García Rojas por las facilidades de material en los inmuebles del Banco de Semillas.

Laboratorio de Microscopía de la FES-Iztacala, UNAM

A los profesores Héctor Barrera Escorcia, Pablo Ruíz Puga y G. E. Daleth Guedea Fernández por su apoyo en el uso del programa Motic y facilidades en el equipo.

Laboratorio de Fisiología Vegetal, UBIPRO, FES-Iztacala, UNAM

Al técnico M. en C. Rafael Emiliano Quintanar Zuñiga por la toma de imágenes de las semillas de cactáceas columnares a través del microscopio electrónico de barrido.

Al Dr. César M. Flores Ortiz por el préstamo de las semillas de las especies *Neobuxbaumia macrocephala* y *Neobuxbaumia mezcalaensis*.

Biól. Berenice García Martínez por la ilustración de la semilla de *Myrtillocactus schenckii*.

DEDICATORIAS

A mi madre *Ma. Guadalupe Estrada Rodríguez* por todas las desveladas, horas en la cocina, atenciones y por supuesto, por compartir tanta alegría a mi lado.

A mi padre *Jesús Antonio Franco Carmen* por cada gota derramada bajo un incandescente sol, así como los fríos penetrantes en horas laborales.

Hermanos, *Jesús Armando* y *Juan Carlos* por aquellos momentos bellos de nuestra niñez.

Amigos de la licenciatura y de toda la vida *Osmar Uriel Reyes Ascencio*, *Gustavo Peñalosa Ruiz* y *Nestor Iram Miranda Almazán*. Amigos botánicos *Juan Ismael Calzada* y *José Abdías Martínez Escalante*.

Al estado cognitivo no abstracto que permite la interacción, interpretación y asociación con los estímulos externos, denominados realidad (Conciencia), al grupo *E-copil arte crea conciencia* A. C. y a la juventud de este País.

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
RESUMEN.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1 Catálogos de cactáceas en México.....	4
2.2 Estudios de la morfología de semillas en cactáceas.....	4
2.3 Distribución geográfica en la familia Cactaceae.....	6
2.3.1 Distribución geográfica potencial de las cactáceas mexicanas.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
3.1 Objetivo general.....	8
3.2 Objetivos particulares.....	8
4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
4.1 Localización.....	9
4.2 Clima.....	9
4.3 Vegetación.....	9
4.4 Suelos.....	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1 Trabajo de escritorio y laboratorio.....	12
5.2 Trabajo de campo y herbario.....	17
6. RESULTADOS.....	19
6.1 Lista de las especies de cactáceas columnares.....	19

6.2 Análisis morfológico de las semillas.....	19
6.3 Distribución geográfica de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	21
6.4 Perfiles bioclimáticos de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	22
6.5 Catálogo ilustrado de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	23
6.5.1 Descripción de la familia Cactaceae.....	23
6.5.2 Descripción general de las semillas de la familia Cactaceae.....	24
6.5.3 Clave para la determinación taxonómica de las especies de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	25
6.5.4 Descripción de las especies de cactáceas columnares.....	27
7. DISCUSIÓN.....	103
8. CONCLUSIONES.....	106
9. BIBLIOGRAFÍA.....	107
APÉNDICES.....	113
1. Datos de colecta de las semillas de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	113
2. Formato para las descripciones morfológicas de las cactáceas columnares.....	115
3. Formato para las descripciones morfológicas de las semillas.....	116
4. Perfiles bioclimáticos de las 19 especies de cactáceas columnares para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.....	117
5. Glosario.....	119
6. Fotografías de los ejemplares botánicos del Herbario Nacional de México (MEXU) y Banco de Semillas FESI-UNAM.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Distribución geográfica de la Tribu Pachycereeae	2
Figura 2. Ubicación geográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán	11
Figura 3. Semilla de <i>Myrtillocactus schenckii</i> , caracteres cuantitativos evaluados	13
Figura 4. Semilla de <i>Myrtillocactus schenckii</i> , topografía	15
Figura 5. Categoría de tamaños de las semillas de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán	20
Figura 6. <i>Lophocereus marginatus</i> (Cactácea) y <i>Ctenosaura acanthura</i> (Iguana)	23
Figura 7. Semilla, <i>Stenocereus treleasei</i>	24
Figura 8. <i>Cephalocereus columna-trajani</i>	28
Figura 9. Micrografías de la semilla de <i>C. columna-trajani</i>	29
Figura 10. Distribución geográfica de <i>C. columna-trajani</i>	30
Figura 11. <i>Escontria chiotilla</i>	32
Figura 12. Micrografías de la semilla de <i>E. chiotilla</i>	33
Figura 13. Distribución geográfica de <i>E. chiotilla</i>	34
Figura 14. <i>Lemaireocereus hollianus</i>	36
Figura 15. Micrografías de la semilla de <i>L. hollianus</i>	37
Figura 16. Distribución geográfica de <i>L. hollianus</i>	38
Figura 17. <i>Lophocereus marginatus</i>	40
Figura 18. Micrografías de la semilla de <i>L. marginatus</i>	41
Figura 19. Distribución geográfica de <i>L. marginatus</i>	42
Figura 20. <i>Myrtillocactus geometrizers</i>	44
Figura 21. Micrografías de la semilla de <i>M. geometrizers</i>	45
Figura 22. Distribución geográfica de <i>M. geometrizers</i>	46
Figura 23. <i>Myrtillocactus schenckii</i>	48

Figura 24. Micrografías de la semilla de <i>M. schenckii</i>	49
Figura 25. Distribución geográfica de <i>M. schenckii</i>	50
Figura 26. <i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	52
Figura 27. Micrografías de la semilla de <i>N. macrocephala</i>	53
Figura 28. Distribución geográfica de <i>N. macrocephala</i>	54
Figura 29. <i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	56
Figura 30. Micrografías de la semilla de <i>N. mezcalaensis</i>	57
Figura 31. Distribución geográfica de <i>N. mezcalaensis</i>	58
Figura 32. <i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	60
Figura 33. Micrografías de la semilla de <i>N. tetetzo</i>	61
Figura 34. Distribución geográfica de <i>N. tetetzo</i>	62
Figura 35. <i>Pachycereus grandis</i>	64
Figura 36. Micrografías de la semilla de <i>P. grandis</i>	65
Figura 37. Distribución geográfica de <i>P. grandis</i>	66
Figura 38. <i>Pachycereus weberi</i>	68
Figura 39. Micrografías de la semilla de <i>P. weberi</i>	69
Figura 40. Distribución geográfica de <i>P. weberi</i>	70
Figura 41. <i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	72
Figura 42. Micrografías de la semilla de <i>P. chrysacanthus</i>	73
Figura 43. Distribución geográfica de <i>P. chrysacanthus</i>	74
Figura 44. <i>Polaskia chende</i>	76
Figura 45. Micrografías de la semilla de <i>P. chende</i>	77
Figura 46. Distribución geográfica de <i>P. chende</i>	78
Figura 47. <i>Polaskia chichipe</i>	80
Figura 48. Micrografías de la semilla de <i>P. chichipe</i>	81
Figura 49. Distribución geográfica de <i>P. chichipe</i>	82

Figura 50. <i>Pseudomitrocereus fulviceps</i>	84
Figura 51. Micrografías de la semilla de <i>P. fulviceps</i>	85
Figura 52. Distribución geográfica de <i>P. fulviceps</i>	86
Figura 53. <i>Stenocereus dumortieri</i>	88
Figura 54. Micrografías de la semilla de <i>S. dumortieri</i>	89
Figura 55. Distribución geográfica de <i>S. dumortieri</i>	90
Figura 56. <i>Stenocereus pruinosus</i>	92
Figura 57. Micrografías de la semilla de <i>S. pruinosus</i>	93
Figura 58. Distribución geográfica de <i>S. pruinosus</i>	94
Figura 59. <i>Stenocereus stellatus</i>	96
Figura 60. Micrografías de la semilla de <i>S. stellatus</i>	97
Figura 61. Distribución geográfica de <i>S. stellatus</i>	98
Figura 62. <i>Stenocereus treleasei</i>	100
Figura 63. Micrografías de la semilla de <i>S. treleasei</i>	101
Figura 64. Distribución geográfica de <i>S. treleasei</i>	102

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Forma de la semilla para la subfamilia Cactoideae (relación largo/ancho)	13
Cuadro 2. Clases de tamaño de las semillas para la subfamilia Cactoideae, con base en la longitud del eje más largo	14
Cuadro 3. Parámetros utilizados por el programa Maxent para generar los mapas de distribución potencial de las cactáceas columnares	16
Cuadro 4. Abreviaturas utilizadas para indicar la autoría en las imágenes	17
Cuadro 5. Número de registros utilizados por especie en el modelado de distribución potencial	19

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron las 19 especies de cactáceas columnares registradas para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán con el objetivo de elaborar un catálogo que incorpore descripciones morfológicas de aspectos vegetativos y reproductivos, especialmente semillas, así como fotografías de las plantas, flores y frutos, y micrografías de semillas. Además se incluyen los principales sinónimos conocidos para cada una de las especies e información sobre su distribución geográfica en México, su distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y los perfiles bioclimáticos de cada especie. También se incluyó una clave dicotómica para la determinación de especies. Las descripciones de las especies se elaboraron con base en la literatura y tomando en cuenta los caracteres vegetativos y reproductivos más relevantes. Para la descripción de la testa de la semilla se analizaron 21 caracteres cualitativos y 3 cuantitativos de 40 semillas de cada especie. Se encontró que el largo de la semilla, el ancho de la semilla, el largo de la región hilo-micropilar, la quilla, el lustre, el relieve, el microrelieve y los intersticios de las semillas son los caracteres taxonómicamente más importantes para la determinación de los géneros y/o las especies estudiadas. Se describen y muestran por primera vez, las micrografías de las semillas de *Myrtillocactus schenckii* y *Pilosocereus chrysacanthus*. En el modelado de la distribución potencial se utilizó el algoritmo Maxent y el programa BIOCLIM para obtener los perfiles bioclimáticos de las especies. Los resultados mostraron que los patrones de distribución y la cuantificación de las características climáticas de los sitios en donde prosperan o podrían desarrollarse las especies, abarcan dos terceras partes de la superficie de la reserva, cubriendo zonas con altitudes de 550 a 2, 496 msnm, zonas bajas (601 a 1, 200 msnm) que se localizan al este e intermedias (1, 201 a 2, 200 msnm) que están localizadas en la parte centro de la reserva. La mayoría de las cactáceas columnares habitan lugares en donde los climas $BS_0(h')w$ y BS_0hw imperan. Se encontró que algunas de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán alcanzan intervalos de distribución hacia el norte de México en los estados de Durango, Nuevo León y Tamaulipas con latitudes menores a los 25°. El presente catálogo puede ser usado como una guía de campo que permite reconocer a las especies de cactáceas columnares que habitan el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

1. INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae se clasifica en cuatro subfamilias: Pereskioideae, Maihuenioideae, Opuntioideae y Cactoideae (Anderson, 2001). Las cactáceas columnares agrupadas en la subfamilia Cactoideae presentan hábitos arborescentes, tal como en *Pachycereus weberi*, conocida popularmente como “candelabro”, arbustivos como en el caso de *Lemaireocereus hollianus* “baboso” y columnares como en *Cephalocereus columna-trajani* “cardón blanco” (Arias *et al.*, 2012).

La tribu Pachycereeae es una de las nueve tribus de la subfamilia Cactoideae, que incluye a la mayoría de las especies de cactáceas columnares que se distribuyen principalmente en América del Norte. Su límite norte es el suroeste de los Estados Unidos, y se extiende hacia el sur hasta las Antillas y al norte de América del Sur. Si bien, la tribu Pachycereeae tiene un intervalo de distribución amplio, la mayoría de sus especies se encuentran en México, con unas pocas presentes en Guatemala y el suroeste de los Estados Unidos. Esta tribu está integrada por 13 géneros y 58 especies, de las cuales el 93% se encuentran en México y el 81% son endémicas a México. La riqueza florística de esta tribu está representada por géneros como *Neobuxbaumia* (nueve especies), *Pachycereus* (cinco especies) y *Stenocereus* (24 especies) (Dávila-Aranda *et al.*, 2002; Arias y Terrazas, 2009; Arroyo-Cosultchi *et al.*, 2006).

La tribu Pachycereeae incluye a las subtribus Pachycereinae y Stenocereinae (Gibson y Horak, 1978), las cuales se distribuyen a lo largo de la costa del Pacífico, centro y sur de México, y en el centro y norte de América del Sur (Dávila-Aranda *et al.*, 2002) (Figura 1).

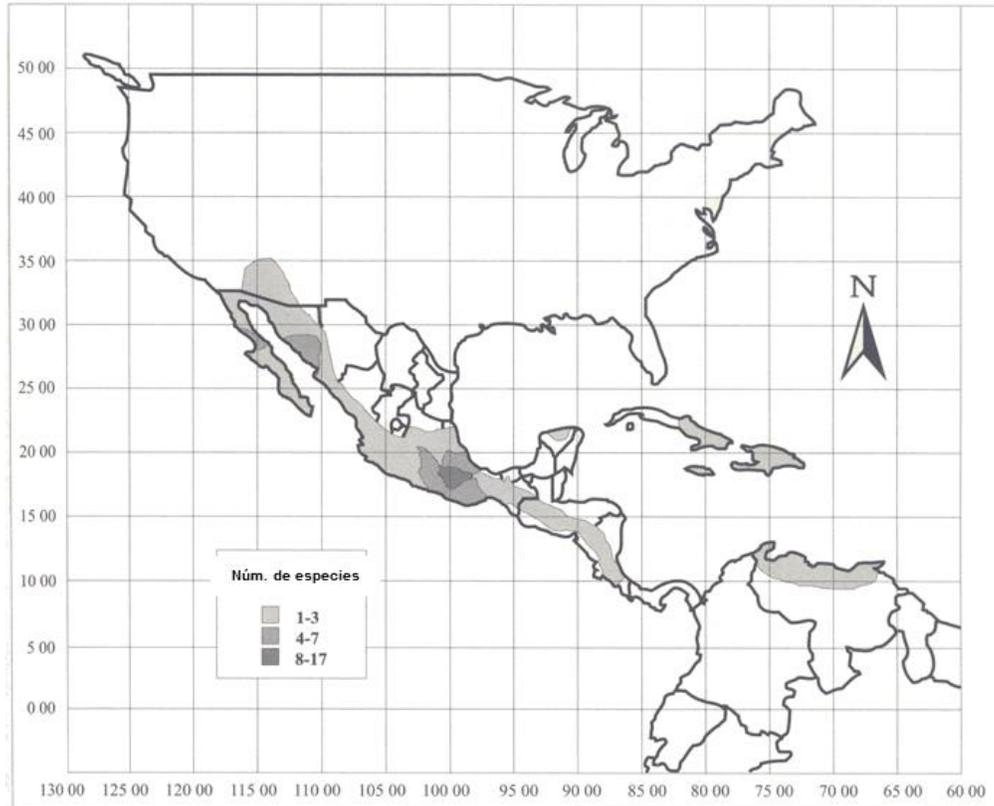


Figura 1. Distribución geográfica de la tribu Pachycereeae (tomado de Dávila-Aranda *et al.*, 2002).

En México, se estima que existen alrededor de 55 géneros y 850 especies de la familia Cactaceae (Rzedowski, 1983), de los cuales cerca del 80 % son endémicos (Arias, 1993). En cuanto a las cactáceas columnares se estima que existen alrededor de 170 especies. De estas, 80 se encuentran en México (Bravo-Hollis, 1978; Valiente-Banuet *et al.*, en prensa).

A lo largo del país se han detectado sitios con particular concentración de taxa endémicos, uno de ellos es el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, región de amplia diversidad biológica (Méndez-Larios *et al.*, 2004). En esta zona se registran 19 de las 45 cactáceas columnares documentadas para la región sur-central de México (Valiente *et al.*, 1996). De las 19 especies columnares, nueve son de distribución geográfica restringida a los estados de Oaxaca y Puebla (Arias *et al.*, 2012).

En las zonas áridas y semiáridas de México, incluido el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, las cactáceas columnares son componentes principales de los bosques tropicales caducifolios y matorrales xerófilos, cubriendo cerca de dos tercios del territorio nacional (Casas, 2002). A pesar de ello, existen pocos estudios taxonómicos que aborden la caracterización morfológica de sus semillas en un marco taxonómico. De hecho, solo existen los trabajos de Barthlott y Hunt (2000), Arreola (2000), Arias y Terrazas (2004), Núñez-Mariel (2004) y Arroyo-Consulchi y colaboradores (2006, 2007) en los que describen la testa de las semillas de algunos cactus columnares.

En cuanto a los patrones de distribución geográfica de las especies de cactáceas columnares para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se tienen los documentados por Serrano (2010), Martínez (2011) y Andres (2013), que con el propósito de conocer sus patrones se han utilizado diversos modelos predictivos que ayudan a estimar su distribución potencial. La mayoría de los modelos que predicen la presencia probable de una especie en un sitio no explorado, generalmente correlacionan los sitios ya conocidos donde la especie prospera con un conjunto de factores ambientales, especialmente climáticos (Villaseñor y Téllez-Valdés, 2004). Este conjunto de factores ambientales se representan en los llamados perfiles bioclimáticos, en los cuales se proporciona información del intervalo de tolerancia de las especies, lo que permite evaluar su afinidad con respecto a dichos factores haciendo posible medir su probabilidad de ocurrencia en el espacio geográfico (Leal, 2009).

Por lo anterior en este estudio se pretende abundar en aspectos sobre la distribución geográfica, morfología externa de las semillas e ilustrar por medio de fotografías a las especies de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Además de considerar que en México existen pocos catálogos de cactáceas que traten de describir e ilustrar a las especies y a sus semillas. El presente trabajo aporta e integra información morfológica de las especies de cactáceas columnares, en el que se incluyen sus nombres aceptados, sinónimos, descripciones morfológicas de plantas y semillas, mapas de distribución geográfica, perfiles bioclimáticos y fotografías.

2. ANTECEDENTES

2.1 CATÁLOGOS DE CACTÁCEAS EN MÉXICO

En México, los trabajos taxonómicos de cactáceas más importantes corresponden a las obras de Bravo-Hollis (1978) y Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991a, b). Otras obras relevantes incluyen a Arias y colaboradores (1997, 2012), quienes realizaron el tratamiento taxonómico de las cactáceas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Ellos incluyeron el nombre científico, nombre común, sinonimia, descripción de especies, distribución, hábitat, fenología y claves para determinar especies y subespecies.

Por su parte, Arias y colaboradores (2001) publicaron el catálogo “Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla”. En este trabajo se incluyeron el nombre común, nombre científico y las características morfológicas distintivas de cada una de las especies. Así mismo, se incluyó una ilustración de cada especie. También Guzmán y colaboradores (2003) elaboraron un catálogo de las cactáceas mexicanas basado en el sistema de clasificación de Hunt (1999), Bravo (1978) y Bravo y Sánchez-Mejorada (1991a, b), con modificaciones de los autores. Este catálogo cuenta con información de sinónimos, basonimos, nombres comunes y categorías de riesgo. Finalmente Reyes y colaboradores (2004), elaboraron un manual ilustrado de cactáceas y otras plantas nativas de la cañada de Cuicatlán, en el estado de Oaxaca. En esta obra los autores incluyeron el nombre científico y su etimología, nombre común, descripción morfológica, distribución y usos de las especies.

2.2 ESTUDIOS DE LA MORFOLOGÍA DE SEMILLAS EN CACTÁCEAS

En 1953 y 1955, Buxbaum presentó los atributos generales de la morfología de la semilla en la familia Cactaceae y su valor taxonómico (Barthlott y Hunt, 1993). Posteriormente, en la década de 1960 con el uso de la microscopía electrónica de barrido fue posible la observación, interpretación e ilustración de una variedad de microestructuras, como granos de polen y semillas, entre otras (Vázquez y Echeverría, 2000). En este contexto, uno de los primeros trabajos elaborados con este tipo de microscopio sobre las semillas de cactáceas data de Gisela Voit (1970) cuando en la Universidad de Heidelberg, examinó las semillas de alrededor de 900 especies.

Posteriormente, Barthlott y Voit (1979) publicaron un trabajo en el cual incluyeron las micrografías de las semillas de 16 especies de cactáceas.

Actualmente, existen pocos trabajos que describan las semillas de un grupo en particular de cactáceas, como es el caso de las columnares. Recientemente, Barthlott y Hunt (2000) publicaron los caracteres y estados de carácter de algunas semillas de cactáceas, así como las descripciones de las semillas de 239 especies pertenecientes a la subfamilia Cactoideae. Otros estudios que particularmente analizan los caracteres de la semilla bajo el contexto taxonómico son los siguientes:

Arreola (2000) utilizó cinco caracteres morfológicos de la semilla: largo, ancho, lustre, posición de la pared de la testa y de la cresta, para realizar un análisis filogenético de siete especies de *Stenocereus* que presentan aréolas morenas. Este autor encontró que las características registradas para estas especies aportan información que ayuda a reconstruir la relación de parentesco entre las especies de este grupo. Arias y Terrazas (2004) analizaron varios caracteres cualitativos y cuantitativos de las semillas de las especies de *Pachycereus*, así como de dos especies de *Stenocereus*. Estos autores mostraron, a través de un análisis multivariado que cuatro caracteres; largo, ancho, largo región hilo-micropilar y ángulo, contribuyeron significativamente a la distinción entre sus especies. Además encontraron que la mayoría de los caracteres de la escultura primaria y secundaria de las semillas de *Stenocereus aragonii* y *S. eichlamii* son más similares a los del género *Pachycereus*, que a los de *Stenocereus*. Otra contribución es la de Núñez-Mariel (2004), quien describió a las semillas de cuatro especies de *Pachycereus* y *Myrtillocactus geometrizans*, y los caracteres anatómicos y morfológicos de las semillas de *Pachycereus marginatus*, *Escontria chiotilla*, *Polaskia chende* y *Stenocereus dumortieri*, y llevando a cabo un análisis numérico encontró que los caracteres que sirvieron para la distinción de las especies de la subtribu Pachycereinae y Stenocereinae son el borde y la profundidad de la región hilo-micropilar, el microrelieve, el tipo de cutícula de la exotesta, el relieve de la pared periclinal y el largo y ancho de la semilla. Arroyo-Cosultchi y colaboradores (2006) examinaron por medio de la microscopía electrónica de barrido la morfología de las semillas de 24 especies pertenecientes al género *Stenocereus*. Ellos distinguieron dos grupos de especies a partir de un análisis

fenético utilizando los siguientes caracteres: tamaño de la semilla, lustre, escultura multicelular, quilla, tamaño de células, escultura de la pared periclinal, microrelieve, forma del complejo hilo-micrópilo y posición respecto al borde. Por último, con el propósito de identificar grupos de especies mediante un análisis de similitud, Arroyo-Cosultchi y colaboradores (2007) examinaron la morfología de las semillas de las especies del género *Neobuxbaumia*, utilizando 14 caracteres cualitativos y cuantitativos. Los resultados permitieron distinguir dos grupos con base en la forma de la semilla y la posición relativa a la región hilo-micropilar. Varios de los rasgos señalados se compartieron con otros miembros de Pachycereinae y no identificaron caracteres de la semilla únicos para las especies de *Neobuxbaumia*.

2.3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN LA FAMILIA CACTACEAE

Los primeros intentos por describir los patrones de distribución de las cactáceas fueron realizados por Karl Schumann y Curt Backeberg en los años 1899 y 1942, respectivamente. Posiblemente, Backeberg fue el primer cactólogo en reconocer la importancia de los patrones biogeográficos en cactus. Su contribución se ha mantenido hasta el presente como la mejor hipótesis biogeográfica y de historia evolutiva de las cactáceas, y su “Kakteen lexikon” de 1966 contiene una serie de mapas de distribuciones generalizadas para los numerosos grupos supragenéricos que él reconoció o propuso. Posiblemente, el primer mapa verdadero sobre biodiversidad en cactáceas (*i. e.* un mapa indicando la ubicación de centros de diversidad en vez de intervalos de distribución de taxa particulares) fue publicado por Barthlott en 1983, mostrando los patrones de diversidad de las Rhipsalideae epifitas. Este trabajo continuó en los 1990s por Barthlott y colaboradores en la Universidad de Bonn, rindiendo como fruto un mapa preliminar de biodiversidad para especies y géneros de cactus. Subsecuentemente, nuevos métodos para elaborar mapas de diversidad fueron desarrollados, y un enfoque nuevo para mapear biodiversidad en cactáceas empleando técnicas basadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) se comenzó a utilizar en el 2008 en el Instituto Nees, en Bonn (Barthlott *et al.*, 2010). Para México, están las obras de Guzmán y colaboradores (2003), Arias y Terrazas (2009), Hernández y Gómez-Hinostrosa (2011) y Arias y colaboradores (2012) en las que tratan la distribución de especies de la familia Cactaceae.

2.3.1 Distribución geográfica potencial de las cactáceas mexicanas

Actualmente son pocos los trabajos realizados bajo el enfoque del modelado de distribución potencial con cactáceas mexicanas. Uno de ellos fue elaborado por Golubov y colaboradores (2005), quienes trabajaron con los géneros *Opuntia* y *Agave*, con la finalidad de delimitar el área de distribución geográfica; por otra parte se encuentran los de Téllez-Valdés y Dávila-Aranda (2003), Ballesteros y González (2007) y Ayala (2007) con modelos de cambio climático basados en los posibles patrones futuros de distribución, así como el de Gutiérrez (2007) con *Ferocactus haematacanthus*, Peters (2008) con *Mammillaria pectinifera*, González (2009) con *Stenocactus crispatus*, Yberri (2009) con *Nopalxochia phyllanthoides* y González (2010) con *Mammillaria napina*, en los cuales se describen el estado de riesgo y la distribución de los taxa. También, Serrano (2010) con la regionalización del Valle de Tehuacán-Cuicatlán con base en los patrones de distribución de las especies de cactáceas columnares. En todos los trabajos anteriores los algoritmos Bioclim y GARP fueron utilizados para generar las hipótesis de distribución potencial.

Recientemente, el algoritmo Maxent fue aplicado para examinar los efectos del cambio climático en escenarios futuros sobre las áreas de distribución potencial de los nopales en la región central de México (Palacios, 2010) e identificar áreas de importancia para la conservación de 25 especies de cactáceas en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (Andres, 2013).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un catálogo ilustrado de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar el listado de las especies de cactáceas columnares.
- Elaborar las descripciones morfológicas y una clave para la determinación taxonómica de las cactáceas columnares.
- Describir la morfología externa de las semillas de cactáceas columnares con ayuda de los microscopios estereoscópico y electrónico de barrido.
- Obtener las micrografías de las semillas de cactáceas columnares, a través del microscopio electrónico de barrido mostrando diferentes regiones.
- Generar los perfiles bioclimáticos y elaborar los mapas de distribución potencial de las especies de cactáceas columnares a nivel de la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y mapas con su distribución conocida en México.
- Realizar trabajo de campo con el fin de recolectar especímenes y semillas, así como la toma de fotografías de los individuos de las especies de cactáceas columnares, sus flores y frutos.
- Elaborar ejemplares de herbario de las cactáceas columnares recolectadas.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

4.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio también se conoce como provincia fitogeográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y se encuentra localizada entre los 17° 48´ y 18° 58´ de latitud norte y los 97° 03´ y 97° 43´ de longitud oeste. Sigue una dirección sureste-noroeste por las Sierras de Juárez, Zongolica y Tecamachalco, en la parte sureste del estado de Puebla y noroeste de Oaxaca. Esta provincia es la región árida y semiárida que se encuentra más hacia el sur de México. Fisiográficamente, el Valle de Tehuacán forma parte de la provincia mixteco-oaxaqueña, en la cual existen pequeños valles de origen tectónico, entre los que destacan los de Cuicatlán, Huajuapán, Tehuacán, Tepelmeme y Zapotitlán (Valiente-Banuet *et al.*, 2009) (Figura 2).

4.2 CLIMA

El clima que predomina en el valle es semiárido y está determinado por los patrones generales de circulación de la atmósfera. Su aridez se debe en gran parte al fenómeno de sombra orográfica provocada por la Sierra Zongolica. El Valle de Tehuacán-Cuicatlán comprende distintos tipos climáticos, cálidos con precipitación anual de 700-800 mm (Teotitlán, Domingullo y Cuicatlán); semicálidos con precipitación de 400-500 mm (Tehuacán, Zapotitlán); y templados con precipitación anual de 600 mm en la Sierra de Tecamachalco (Valiente-Banuet *et al.*, 2009).

4.3 VEGETACIÓN

Valiente-Banuet y colaboradores (2009) caracterizan la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y con base en criterios fisionómico-estructurales, reconocen 36 asociaciones vegetales pertenecientes a seis categorías diferentes.

1) Vegetación dominada por cactáceas arborescentes (bosques de cactáceas columnares).

Cardonal de *Pachycereus weberi*
Cardonal de *Stenocereus stellatus*
Cardonal de *Cephalocereus columna-trajani*
Cardonal de *Mitrocereus fulviceps*
Cardonal de *Pachycereus grandis*
Cardonal de *Stenocereus dumortieri*
Chichipera de *Polaskia chichipe*
Jiotillales de *Escontria chiotilla*
Tetechera de *Neobuxbaumia tetetzo*
Tetechera de *Neobuxbaumia mezcalaensis* y
Neobuxbaumia macrocephala

3) Vegetación arbolada de zonas altas (de 1 900 a 2 900 m de altitud).

Bosque de *Juniperus fláccida* y *J. deppeana*
Izotal de montaña de *Nolina longifolia*
Palmar de *Brahea dulcis*
Palmar de *Brahea nitida*
Bosque de *Quercus peduncularis*
Bosque de *Quercus urbanii*
Bosque de *Quercus magnoliifolia*
Bosque de *Pinus patula* y *Quercus* spp.
Bosque de *Pinus oaxacana*
Bosque de *Alnus firmifolia*

5) Matorrales dominados por arbustos espinosos.

Matorral crasi-rosulifolio de *Dasyllirion* spp.,
Agave spp. y *Hechtia* spp.
Matorral espinoso con espinas laterales
Candelillar de *Euphorbia antisyphilitica*
Matorral de *Echinocactus platyacanthus*

2) Vegetación arbolada de zonas bajas (menos de 1 800 m de altitud).

Selva baja espinosa perennifolia o mezquital de *Prosopis laevigata*
Selva baja caducifolia
Selva baja caducifolia dominada por árboles sin espinas de tallo fotosintético I: Cuajitotal de *Bursera* spp.
Selva baja caducifolia dominada por árboles espinosos de tallo fotosintético II: Fouquierial de *Fouquieria formosa*
Izotal de *Beaucarnea gracilis*
Izotal de *Yucca periculosa*
Izotal de *Beaucarnea purpusii*
Izotal de *Beaucarnea stricta*

4) Vegetación arbolada y herbácea asociada a ríos con agua permanente.

Bosque de galería de *Taxodium mucronatum* y *Astianthus viminalis*
Tular de *Typha domingensis*

6) Agrupaciones de plantas arbustivas sin espinas perennifolias.

Matorral esclerófilo perennifolio (Mexical)
Matorral de *Gochnatia hypoleuca*

4.4 SUELOS

A pesar de que los suelos tienen el mismo tipo de roca madre, su intemperización ha sido diferente. Su formación depende de factores bióticos y abióticos (drenaje, pendiente, temperatura, precipitación, descomposición de la vegetación y la actividad de los microorganismos). Así, se reconocen ocho unidades de suelo en el valle: vertisoles, cambisoles, rendzinas, feozem, xerosoles, regosoles, litosoles y acrisoles.

En el valle los suelos con escaso desarrollo tales como regosoles y litosoles dominan la superficie, debido al relieve montañoso. Se localizan en laderas con pendientes mayores a 8° provenientes de las tierras altas de Oaxaca y de las Sierras Mazateca y Juárez. En la planicie existe una gran diversidad de afloramientos geológicos con diferentes tipos de roca y los suelos son someros, pedregosos, halomórficos con diferente alcalinidad y salinidad (cambisoles y xerosoles cálcicos) (Aguilera-Herrera, 1970).



Figura 2. El área resaltada en color verde delimita la ubicación geográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán entre los estados de Puebla y Oaxaca (Tomado de Valiente-Banuet *et al.*, 2009).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del catálogo ilustrado de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, se realizaron las siguientes actividades:

5.1 TRABAJO DE ESCRITORIO Y LABORATORIO

Elaboración de la lista de especies y descripciones. La lista de especies, incluyendo nombres aceptados y sinónimos, así como las descripciones morfológicas de las cactáceas columnares del Valle de Tehuacán-Cuicatlán se generaron con el apoyo de las publicaciones de Bravo-Hollis (1978), Reyes y colaboradores (2004) y Arias y colaboradores (1997, 2001, 2012). Una vez generada la lista en orden alfabético de las especies, se inició la elaboración de una base de datos.

Base de datos. La base de datos se generó recopilando los datos de colecta de cada especie disponible en la colección del Banco de Semillas FESI-UNAM (Apéndice 1).

Clave para la determinación taxonómica. Esta clave se elaboró con base en la presentada por Arias y colaboradores (2012) y complementada con la información morfológica de las semillas generada en el presente estudio.

Descripciones morfológicas de las especies. Para la descripción morfológica de las cactáceas columnares incluidas en el listado, se elaboró un formato que incluye 28 caracteres morfológicos y sus estados de carácter (Apéndice 2).

Descripciones morfológicas de las semillas. Para la descripción morfológica de las semillas, se elaboró un formato en el que se incluyeron 21 caracteres morfológicos y sus estados de carácter (Apéndice 3).

De las colecciones pertenecientes al Banco de Semillas FESI-UNAM, se tomó una muestra de 40 semillas para realizar las descripciones morfológicas de la testa y las mediciones largo, ancho y largo de la región hilo-micropilar (RHM) (Figura 3).

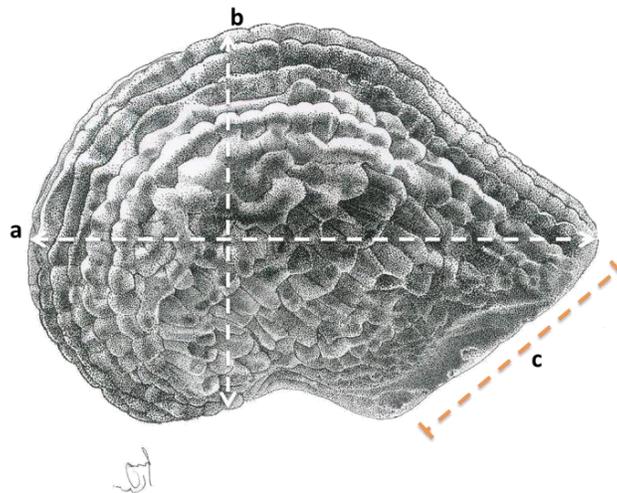


Figura 3. Diagrama de la semilla de *Myrtillocactus schenckii* que muestra los caracteres cuantitativos medidos: a) largo, b) ancho y c) largo de la RHM.

Para la descripción morfológica de la testa de la semilla se determinaron 3 niveles, siguiendo a Barthlott y Hunt (2000): 1) Morfología gruesa, 2) Escultura de la testa y 3) Micromorfología y RHM. Las características de las semillas fueron observadas y analizadas utilizando un microscopio estereoscópico Carl Zeiss modelo Stemi 2000-C, así como con las micrografías obtenidas en formato digital del microscopio electrónico de barrido. Los caracteres cualitativos evaluados se muestran en el Apéndice 3.

Los caracteres de la forma y el tamaño de la semilla de las especies aquí estudiadas se determinaron siguiendo la clasificación de Barthlott y Hunt (2000) (Cuadro 1 y 2), los cuales se basan en el valor del coeficiente largo/ancho y en el intervalo de la longitud del eje más largo de las semillas, respectivamente.

Cuadro 1. Forma de la semilla para la subfamilia Cactoideae (relación largo/ancho).

Valor (mm)	Término descriptivo
< 1.09	Circular/Orbicular
1.10 – 1.49	Ampliamente ovalada
1.50 – 1.99	Ovalada
2.00 – 3.00	Estrechamente ovalada

Cuadro 2. Clases de tamaño de las semillas para la subfamilia Cactoideae, con base en la longitud del eje más largo. * < 7 mm con las semillas de *Pachycereus grandis*.

Valor (mm)	Término descriptivo
4.0 – 4.8*	Extremadamente grande
3.0 – 3.9	Muy grande
2.0 – 2.9	Grande
1.2 – 1.9	Mediano
0.9 – 1.1	Pequeño
0.3 – 0.8	Muy pequeño

Las mediciones se realizaron con un microscopio estereoscópico MOTIC SMZ-143, Monitor HP Pentium 4 Windows XP Hp Compaq, programa Motic Imágenes PLUS 2.0 ML y una cámara moticam 2000, 2.0 M pixel. Este equipo está ubicado en el Laboratorio de Microscopía de la FES-Iztacala, UNAM.

Algunas semillas de cactáceas al extraerlas de los frutos presentaron mucílago adherido a la testa, lo que impedía la observación de los estados de carácter. Con la finalidad de hacerlos visibles, se colocaron de 2 a 3 semillas en un vaso de precipitado con agua y se agitaron para su limpieza por 10 minutos en una parrilla con agitador magnético.

Obtención de imagen de las semillas. La toma de micrografías se hizo con un microscopio electrónico de barrido marca JEOL modelo JSM-6380LV, instalado en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la UBIPRO, FES-Iztacala UNAM. Las semillas desecadas fueron montadas sobre una cinta adhesiva doble cara y cubiertas con oro por un Ionizador modelo Denton Vaculum Desk IV, para su observación en el microscopio. Después se tomaron micrografías de diferentes regiones de la semilla: lateral, dorsal, hilo-micropilar y borde hilo-micropilo (BHM) (Figura 4). También se realizaron acercamientos de alrededor de 20 micrómetros para describir la micromorfología de la testa.

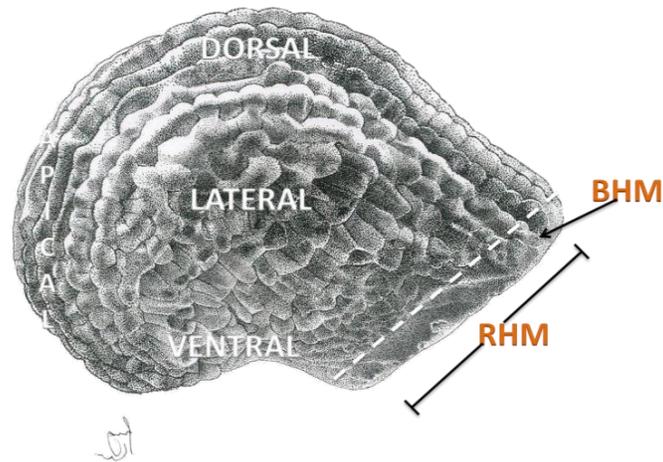


Figura 4. Diagrama de la semilla de *Myrtillocactus schenckii* que muestra la topografía de la semilla y sus diferentes regiones.

Mapas de distribución potencial y geográfica registrada en México. Para generar los mapas de distribución geográfica, se recopiló la información de las especies en estudio y sus coordenadas geográficas disponibles en la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que fue consultada en la página de internet: <http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remibnodosdb.html#>, así como en la base de datos del Laboratorio de Recursos Naturales de la UBIPRO, FES Iztacala y en los datos de recolecta de las semillas ingresadas a la colección Banco de semillas FESI-UNAM.

Con esta información se generó el modelo de la distribución potencial de las cactáceas columnares utilizando el programa Maxent (Phillips *et al.*, 2006), en el cual fueron ingresados datos de las especies (nombre, longitud y latitud en decimales) y 19 parámetros ambientales en formato ASCII (Cuadro 3). La configuración para correr Maxent fue la sugerida por Phillips y colaboradores (2006). Se usó el 75 % de los registros para entrenar al programa y generar el modelo y el 25 % para probarlo. Se usó la curva “ROC” como medida de rendimiento del programa para evaluar el modelo producido. Como punto de corte de la escala logarítmica de probabilidad de predicción, se seleccionó el valor cuando la especificidad y la sensibilidad de los puntos de entrenamiento fue igual. La probabilidad de predicción de la presencia de especies varía entre 0 y 1, donde 1 es la ubicación del taxón, es decir la coordenada geográfica.

Cuadro 3. Parámetros utilizados por el programa Maxent para generar los mapas de distribución potencial de las cactáceas columnares. Temperatura en °C y precipitación en mm.

1.	Temperatura promedio anual
2.	Oscilación diurna de la temperatura
3.	Isotermalidad (cociente entre parámetros 2 y 7)
4.	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)
5.	Temperatura máxima promedio del periodo más cálido
6.	Temperatura mínima promedio del periodo más frío
7.	Oscilación anual de la temperatura (cociente entre parámetros 5 y 6)
8.	Temperatura promedio del trimestre más lluvioso
9.	Temperatura promedio del trimestre más seco
10.	Temperatura promedio del trimestre más cálido
11.	Temperatura promedio del trimestre más frío
12.	Precipitación anual
13.	Precipitación del periodo más lluvioso
14.	Precipitación del periodo más seco
15.	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)
16.	Precipitación del trimestre más lluvioso
17.	Precipitación del trimestre más seco
18.	Precipitación del trimestre más cálido
19.	Precipitación del trimestre más frío

Para elaborar los mapas de distribución geográfica en México se utilizó el programa ArcView Gis versión 3.1. Para las modificaciones sobre la distribución de las especies se usó como base el registro de distribución actual (Guzmán *et al.*, 2003; Arias y Terrazas 2009; Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2011; Arias *et al.*, 2012).

Perfiles bioclimáticos. Para obtener el perfil bioclimático de cada especie se utilizó el programa BIOCLIM del paquete ANUCLIM 5.1 y 19 parámetros ambientales (Cuadro 3). Antes de realizar los perfiles, se generó el intervalo de altitud de las especies, a partir de sus respectivas coordenadas geográficas utilizando el modelo digital de elevación en ArcView. Este modelo tuvo resolución espacial de 1 ha (90 x 90 m). Por último ANUCLIM calculó para cada parámetro los valores mínimos y máximos, así como su promedio y su desviación estándar como se muestra en el Apéndice 4.

Glosario. Con la finalidad de precisar algunos de los términos botánicos utilizados en las descripciones, se generó un glosario (Apéndice 5). Los términos se extrajeron del Glosario botánico ilustrado (Moreno, 1984) y el Diccionario de Botánica (Pío Font Quer, 2001).

5.2 TRABAJO DE CAMPO Y HERBARIO

Obtención de imagen de las especies. Las imágenes de las cactáceas columnares, de sus flores y frutos fueron donadas principalmente por el Dr. Oswaldo Téllez Valdés y el Colector Héctor Cervantes Maya. Las fotografías faltantes fueron tomadas en visitas a campo, así como de ejemplares de Herbario para aquellas especies que no fue posible encontrarlas durante su periodo de floración o fructificación en campo (Apéndice 6). En el cuadro 4 se muestran las correspondientes abreviaturas para indicar la autoría de cada imagen.

Cuadro 4. Abreviaturas utilizadas para indicar la autoría en las imágenes.

Abreviatura	Autor
DFE	Daniel Franco Estrada
HCM	Héctor Cervantes Maya
LUGC	Leonardo Ulises Guzmán Cruz
OTV	Oswaldo Téllez Valdés
REQZ	Rafael Emiliano Quintanar Zuñiga
MEXU	Ejemplar botánico del Herbario Nacional de México

Recolecta de semillas. El Banco de Semillas FESI-UNAM, que tiene como objetivo recolectar material de zonas áridas y semiáridas de México, con fines de conservación en un banco de germoplasma, proporcionó las semillas de 11 especies. El material faltante de ocho especies fue recolectado en campo y posteriormente se incorporó a la colección de este Banco.

Colecta del material biológico. Se colectaron también ramas, frutos y flores para algunas especies y se prepararon los ejemplares de herbario correspondientes. Las colectas se realizaron en varias visitas a campo tomando los datos necesarios para la elaboración de las etiquetas.

Depósito de ejemplares de herbario. Los ejemplares botánicos fueron depositados en los siguientes herbarios:

- 1) Colección botánica del Banco de Semillas FESI-UNAM, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México (Apéndice 6).
- 2) Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México (IZTA).
- 3) Herbario Nacional de México, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. (MEXU).
- 4) Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. (ENCB).

6. RESULTADOS

6.1 LISTA DE LAS ESPECIES DE CACTÁCEAS COLUMNARES

Se encontró que en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se distribuyen 19 especies de cactáceas columnares (Cuadro 5). Estas 19 especies cuentan con un número diferencial de registros conocidos, que fueron utilizados en el estudio de distribución potencial.

Cuadro 5. Número de registros utilizados por especie en el modelado de distribución potencial.

Especie	No. de registros
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	29
<i>Escontria chiotilla</i>	40
<i>Lemaireocereus hollianus</i>	26
<i>Lophocereus marginatus</i>	25
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	42
<i>Myrtillocactus schenckii</i>	12
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	26
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	21
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	35
<i>Pachycereus grandis</i>	2
<i>Pachycereus weberi</i>	25
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	34
<i>Polaskia chende</i>	22
<i>Polaskia chichipe</i>	28
<i>Pseudomitrocereus fulviceps</i>	50
<i>Stenocereus dumortieri</i>	13
<i>Stenocereus pruinosus</i>	32
<i>Stenocereus stellatus</i>	41
<i>Stenocereus treleasei</i>	2

6.2 ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LAS SEMILLAS

De los 21 caracteres cualitativos de las semillas estudiadas, 7 de ellos los presentan todas las especies. La quilla y la forma del complejo hilo-micropilar mostraron variaciones intraespecíficas. La región donde termina la quilla no está tan bien marcada, excepto en las semillas de *Escontria chiotilla*, *Stenocereus stellatus* y *S. treleasei* en la región dorsal y con su recorrido hacia la región apical en *Myrtillocactus schenckii*. Las 15 especies restantes muestran semillas con diferentes recorridos de quilla en la periferia. A pesar de ello, en la mayoría de las semillas observadas se presenta el mismo recorrido.

La forma del complejo HM en todas las especies es generalmente ovalado. Sin embargo, en algunos individuos de las especies de *Myrtillocactus schenckii*, las 3 especies del género *Neobuxbaumia*, así como en *Pachycereus grandis*, *P. weberi*, *Pilosocereus chrysacanthus*, *Polaskia chichipe*, *Pseudomitrocereus fulviceps*, *Stenocereus dumortieri* y *S. pruinosus*, se encontraron semillas con la forma del complejo tipo agujero de cerradura.

Aproximadamente, la mitad de las especies de las cactáceas columnares que habitan el Valle de Tehuacán-Cuicatlán tienen un tamaño mediano de semilla (1.2-1.9 mm) representadas por un 47.3 %, mientras que el 31.5 % tienen un tamaño grande de semilla (2.0-2.9 mm). En resumen, la mayoría de las semillas se ubican en las categorías mediana y grande, el resto en el tamaño muy grande (3.0-3.9 mm), como es el caso de las semillas de *Lophocereus marginatus*, *Neobuxbaumia mezcalaensis* y *Pachycereus weberi*, y con un representante en la categoría extremadamente grande (4.0-4.8, < 7 mm) con las semillas de *Pachycereus grandis* (Figura 5), según las categorías de tamaños reportadas en cactáceas (Barthlott y Hunt, 2000).

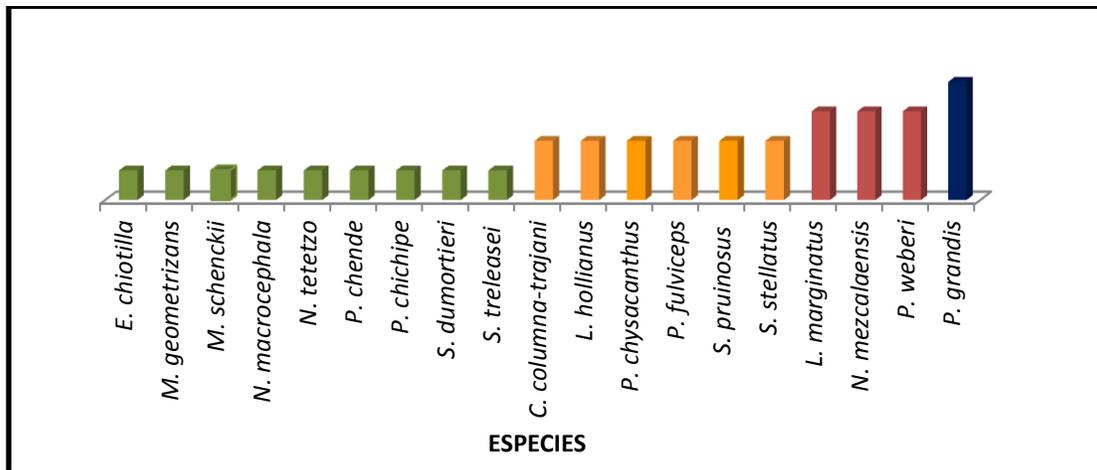


Figura 5. Categoría de tamaños de las semillas de cactáceas columnares que habitan el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. En color verde tamaño mediano, amarillo grande, rojo muy grande y en azul extremadamente grande.

En cuanto a las imágenes de las semillas, se muestran las primeras microfotografías y descripciones detalladas de las semillas de las especies: *Myrtillocactus schenckii* y *Pilosocereus chrysacanthus*.

6.3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CACTÁCEAS COLUMNARES DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Algunas de las especies de las cactáceas columnares que se encuentran en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán llegan a distribuirse hacia el norte de México en los estados de Durango, Nuevo León y Tamaulipas, en latitudes menores a los 25°, pero la mayoría se distribuyen en la zona centro de México (donde se encuentran el Valle de Tehuacán-Cuicatlán y la Cuenca del río Balsas) y hacia el sur en el estado de Oaxaca. Solo *Stenocereus pruinosus* y *Myrtillocactus schenckii* se han documentado en Guatemala (Véliz, 2010; Hernández y Gómez-Hinostrosa, 2011).

Respecto al Valle de Tehuacán-Cuicatlán los bosques de cactáceas columnares predominan principalmente en la zona centro, centro-oeste y sur (Valiente-Banuet *et al.*, 2009). En cuanto a la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán se refiere, de manera general las especies pertenecientes a los géneros *Neobuxbaumia* y *Polaskia* presentan una distribución en el norte y *Stenocereus treleasei* cerca de Tehuacán, Municipio del estado de Puebla. Por su parte, *Myrtillocactus schenckii* está principalmente distribuido en el sur. *Escontria chiotilla* tiene una amplia distribución, al igual que *Myrtillocactus geometrizarans*, *Pachycereus weberi*, *Polaskia chende*, *Pilosocereus chrysacanthus*, *Pseudomitrocereus fulviceps*, *Neobuxbaumia tetetzo* y 3 especies del género *Stenocereus*. Por último en la región Oaxaqueña de Coyula se distribuye *Pachycereus grandis*.

Por otra parte, los resultados del modelado de distribución indican que los patrones de distribución potencial de *Myrtillocactus schenckii*, *Neobuxbaumia macrocephala*, *N. mezcalaensis* y *Polaskia chichipe* se localizan al noroeste de la Reserva, en la región de Chazumba y hacia el centro en el Valle de Zapotitlán y Río Santa Lucía, con dirección al suroeste en el Cerro Verde-Tepelmeme y de la Sierra de Ixcatlán, principalmente. Las especies *Cephalocereus columna-trajani*, *Escontria chiotilla*, *Lemaireocereus hollianus*, *Myrtillocactus geometrizarans*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Pachycereus weberi* y *Stenocereus pruinosus* tienen patrones de distribución del centro de la reserva hacia el este, en las regiones de Calipan-Coxcatlán, Los Cues-Tecomavaca, Quiotepec y Dominguillo al sur.

En contraste, *Lophocereus marginatus*, *Polaskia chende*, *Pilosocereus chrysacanthus*, *Pseudomitrocereus fulviceps* y *Stenocereus stellatus* se distribuyen casi en toda la Reserva, excepto hacia el norte en la región de la Sierra Cordón-Sierra Colorada. Por su parte, la especie *Stenocereus dumortieri* tiene un amplio intervalo de distribución cubriendo prácticamente toda la Reserva.

En los casos de *Pachycereus grandis* y *Stenocereus treleasei* su distribución potencial no es tan amplia, ya que la primera se distribuye en la parte este, siguiendo una trayectoria hacia el sureste por toda la Reserva, en las regiones de Calipan-Coxcatlán, los Cues-Tecomavaca, Quiotepec y parte de las tierras bajas de la Sierra de Monteflor. En el caso de *S. treleasei*, su intervalo de distribución se encuentra en la parte noreste de la región de Chazumba y Valle de Zapotitlán, en las cercanías del Río Xiquila-Río Salado hacia Quiotepec, también se le localiza en pequeñas regiones al oeste y sur en la Sierra de Ixcatlán, Sierra de Monteflor y Dominguillo.

6.4 PERFILES BIOCLIMÁTICOS DE LAS CACTÁCEAS COLUMNARES DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Los perfiles bioclimáticos de cada especie se obtuvieron a partir de 19 parámetros climáticos (Apéndice 4), los cuales facilitan la explicación de las distintas posibilidades de predicción del modelo de distribución potencial, ya que están relacionados con su representación gráfica en el mapa digital, lo que permite mostrar de manera gráfica los lugares en donde estas condiciones ambientales ocurren. Las cactáceas columnares en el área de estudio crecen en un intervalo altitudinal de 550 a 2, 496 msnm, pero están presentes principalmente en las zonas bajas (601 a 1, 200 msnm) localizadas al este y en las intermedias (1, 201 a 2, 200 msnm) localizadas en la parte centro de la Reserva, en donde los climas $BS_0(h)w$ y BS_0hw imperan (Méndez, 2005).

6.5 CATÁLOGO ILUSTRADO DE CACTÁCEAS COLUMNARES DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN.



6.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA CACTACEAE

La familia Cactaceae es originaria de América. Las cactáceas son plantas superiores perennes adaptadas a condiciones de temperatura extrema, por lo que generalmente son suculentas (jugosas). En la mayoría de las especies las hojas están ausentes o modificadas formando espinas; poseen tallos fotosintéticos que han desarrollado diversos portes, como columnares, globosos, cilíndricos, aplanados, alados, etc. Su característica principal es la presencia de aréolas, las cuales son estructuras de regeneración y crecimiento que se localizan en la base de las espinas, y se distinguen por tener fieltro blanco o amarillo (como algodón muy suave). De las aréolas se originan espinas, flores, frutos, ramas y raíces. Sus flores tienen forma de tubo o campana, generalmente son coloridas. Sus frutos pueden ser, secos, semisecos o jugosos, dehiscentes o indehiscentes; lisos o con espinas (Reyes *et al.*, 2004).

Figura 6. *Lophocereus marginatus* (Cactácea) y *Ctenosaura acanthura* (Iguana). Foto: DFE.

6.5.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS SEMILLAS DE LA FAMILIA CACTACEAE

Las semillas de cactáceas tienen su origen en los óvulos campilótopos, rara vez anátropos, los cuales presentan el funículo frecuentemente curvado y pueden ser crasinucelados y bitegmentados. Se desarrollan en el interior de frutos parecidos a bayas y en la madurez presentan diferentes características estructurales, las cuales se enuncian en la siguiente descripción:

Semillas pequeñas, la testa varía en color, desde castaño, anaranjado, café, hasta negro en diversas tonalidades (Bravo-Hollis, 1978). Pueden ser comprimidas o globulosas, circulares, reniformes, discoides, elípticas, obovadas, ovadas, angulosas. Pueden estar desnudas o ariladas. El hilo, puede ser basal o lateral, grande o pequeño, generalmente es circular. El arilo, es funicular. La cubierta seminal puede ser ósea, crustácea, lisa, reticulada, foveolada, punteada, muricada, rugosa, entre otras. El perispermo es abundante, central o localizado hacia el lado curvo de la semilla, farináceo, blanquecino, con granos de almidón en racimos. El endospermo está ausente o más o menos persistente como una capa delgada. El embrión puede ser recto, curvo, circular o periférico con el hipocótilo bien desarrollado, está provisto de dos cotiledones reducidos o vestigiales, carnosos o foliáceos, algunas veces con el ápice en forma de gancho. La radícula es gruesa e inferior (Niembro, 1989).



Figura 7. Semilla, *Stenocereus treleasei*.

Foto: DFE.

6.5.3 CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE CACTÁCEAS COLUMNARES DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN.

1. Plantas con la zona fértil diferenciada de la infértil (cefalio o pseudocefalio); semillas lisas.
2. Tallos con aréolas confluentes; semillas de color negro..... *Lophocereus marginatus*
2. Tallos con aréolas próximas o distantes entre sí; semillas de color pardo oscuro a negro.
3. Zona fértil (cefalio) lateral, prolongada hacia abajo en forma continua; semillas sin intersticios.
..... *Cephalocereus columna-trajani*
3. Zona fértil (pseudocefalio) restringida al ápice o a un costado de los tallos en forma discontinua; semillas con intersticios minuciosamente punteados.
4. Flores con el pericarpelo y tubo receptacular desnudos; semillas con la quilla en la región dorsal a apical..... *Pilosocereus chrysacanthus*
4. Flores con el pericarpelo y tubo receptacular con brácteas y aréolas con tricomas; semillas con la quilla en la región dorsal.
5. Zona fértil rojiza; semillas sin microrelieve..... *Neobuxbaumia macrocephala*
5. Zona fértil parcial o totalmente parda o con partes blancas, pardas o amarillas; semillas con microrelieve verrugoso.
6. Aréolas de los tallos sin surco; frutos con brácteas rígidas, pulpa blanca; semillas con células en la región lateral uniformes..... *Pseudomitrocereus fulviceps*
6. Aréolas de los tallos con surco parcial o completo; frutos con brácteas no rígidas, pulpa roja o púrpura; semillas con células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo.
7. Aréolas de los tallos con la espina central descendente; frutos globosos a elipsoides, no cubiertos por los tricomas, con dehiscencia longitudinal; semillas de tamaño muy grande (3.0-3.9 mm)..... *Pachycereus weberi*
7. Aréolas de los tallos con la espina central porrecta; frutos globosos, cubiertos por los tricomas, con dehiscencia apical; semillas de tamaño extremadamente grande (4.0-4.8, < 7 mm)..... *Pachycereus grandis*
1. Plantas con la zona fértil no diferenciada de la infértil; semillas rugosas y ruminadas principalmente.
8. Tallos con aréolas confluentes, al menos en la parte terminal o media; flores y frutos con brácteas grandes y cartáceas; semillas generalmente de menos de 1.28 mm de ancho..... *Escontria chiotilla*
8. Tallos con aréolas distantes entre sí; flores y frutos con brácteas pequeñas y carnosas o ausentes; semillas generalmente de más de 1.28 mm de ancho.
9. Flores solitarias o varias en una aréola; pericarpelo y tubo receptacular con brácteas vestigiales o ausentes, aréolas desnudas; semillas comúnmente con el BHM ligeramente convexo.
10. Costillas 5-6 (-7), con margen redondeado, aréolas distantes entre sí 1.5-3.5 cm; espina central (cuando presente) 2-4 (-6) mm ancho, aplanada lateralmente; semillas de 1.26-1.69 mm de largo, semi-mate..... *Myrtillocactus geometrizans*
10. Costillas 6-8, con margen ligeramente agudo, aréolas distantes entre sí 0.4-0.7 cm; espina central (cuando presente) 0.8-1.0 (-2) mm ancho, subulada; semillas de 1.10-1.48 mm de largo, lustrosas..... *Myrtillocactus schenckii*
9. Flores siempre solitarias, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas rígidas o carnosas, aréolas con tricomas y/o espinas; semillas muy rara vez con el BHM ligeramente convexo.

11. Tallos columnares con o sin ramificación; frutos con pulpa blanca, no jugosa; semillas con el borde no expandido alrededor del hilo.
12. Tallo columnar, sin ramificación; flores dispuestas a lo largo del tallo; semillas con la RHM de más de 1.27 mm de largo..... ***Neobuxbaumia mezcalaensis***
12. Tallo con ramificación difusa; flores dispuestas alrededor del ápice del tallo; semillas con la RHM de menos de 1.27 mm de largo..... ***Neobuxbaumia tetetzo***
11. Tallos ramificados desde la base o en la parte media; frutos con pulpa anaranjada, roja o púrpura, jugosa; semillas con el borde ligeramente expandido alrededor del hilo.
13. Flores con el tubo receptacular menor que el pericarpelo; semillas con cráteres intersticiales en todas las regiones e intersticios minuciosamente punteados en el BHM.
14. Tallos con 7-8 (-9) costillas; flores 4.5-5 cm largo; semillas de 1.33-1.72 mm de largo, lustrosas..... ***Polaskia chende***
14. Tallos con 9-12 costillas; flores 2.2-3 cm largo; semillas de 1.19-1.72 mm de largo, semimate..... ***Polaskia chichipe***
13. Flores con el tubo receptacular mayor que el pericarpelo; semillas con intersticios minuciosamente punteados y/o con cráteres en todas las regiones.
15. Parénquima de los tallos con tono oscuro al contacto con el aire; semillas con el relieve de la pared periclinal plano..... ***Lemaireocereus hollianus***
15. Parénquima de los tallos sin tono oscuro al contacto con el aire; semillas con el relieve de la pared periclinal convexo.
16. Arborescentes hasta 7 m alto; tallos con ramificación profusa; costillas agudas en sección transversal, aréolas confluentes en los tallos maduros, espinas centrales y radiales flexibles; semillas ruminadas..... ***Stenocereus dumortieri***
16. Arborescentes o arbustivas hasta 5 m alto; tallos con ramificación difusa; costillas obtusas en sección transversal; aréolas distantes entre sí, espinas centrales y radiales generalmente rígidas; semillas rugosas.
17. Tallos con el margen generalmente recto, a veces ondulado, 5-6 (-8) costillas; flores (7-) 8-9.5 cm largo, infundibuliformes; semillas con las células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo..... ***Stenocereus pruinosus***
17. Tallos con el margen conspicuamente sinuoso, 7-20 costillas; flores 4-6 cm largo, tubular-infundibuliformes; semillas con las células en la región lateral abruptamente pequeñas en dirección al hilo.
18. Costillas (7-) 8-12 (-13); semillas con cráteres intersticiales en todas las regiones..... ***Stenocereus stellatus***
18. Costillas 16-20; semillas con intersticios minuciosamente punteados, escasos en todas las regiones..... ***Stenocereus treleasei***

6.5.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE CACTÁCEAS COLUMNARES

Cephalocereus columna-trajani (Karw. ex Pfeiff.) K. Schum., Pflanzenr. 3(6a): 182. 1894.

Sinonimia. *Cereus columna-trajani* Karw. ex Pfeiff., 1837; *Cephalophorus columna-trajani* (Karw. ex Pfeiff.) Lem., 1838; *Pilocereus columna-trajani* (Karw. ex Pfeiff.) Lem., 1839; *Pachycereus columna-trajani* (Karw. ex Pfeiff.) Britton & Rose, 1909; *Haseltonia columna-trajani* (Karw. ex Pfeiff.) Backeb., 1960. *Cephalocereus columna-trajani* (Karw. ex Pfeiff.) P.V. Heath, 1992.

Pilocereus hoppenstedtii F.A.C. Weber, 1864; *Cephalocereus hoppenstedtii* (F.A.C. Weber) K. Schum., Pflanzenr., 1894; *Cereus hoppenstedtii* (F.A.C. Weber) A. Berger, 1905; *Haseltonia hoppenstedtii* (F.A.C. Weber) Backeb., 1949.

Plantas columnares hasta 10 m de alto y hasta 40 cm de ancho. Tallos generalmente sin ramificación (ramifican sólo cuando el ápice se daña), ensanchados en la base; costillas 16-34; aréolas elípticas, distantes entre sí 3-5 mm; espinas radiales 12-18, 0.4-1 cm de largo, subuladas, extendidas, blancas; espinas centrales 5-8, 0.5-12 cm de largo, setosas a subuladas, más gruesas y rígidas que las radiales, blancas; cefalio lateral, con una ligera inclinación, amarillo-grisáceo. Flores cortamente campanuladas, 6.2-7.5 cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas vestigiales escasas, anthesis nocturna, blancas a rosa tenue, dispuestas desde el ápice de manera lateral. Frutos obovoides, 3-4 cm de largo, 2-2.8 cm de ancho, pardo claros a oscuros, pulpa jugosa, blanca.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, grande, 1.71-2.46 mm de largo, 1.60-2.30 mm de ancho, lustrosa, pardo oscuro, lisa, con quilla en la región dorsal; borde no expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; sin microrelieve; RHM 0.70-1.20 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 8. *Cephalocereus columna-trajani*. a) Hábito columnar. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: LUGC, c) Fruto. Foto: DFE y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Cephalocereus columna-trajani (Karw. ex Pfeiff.) K. Schum., Pflanzenr. 3(6a): 182. 1894.

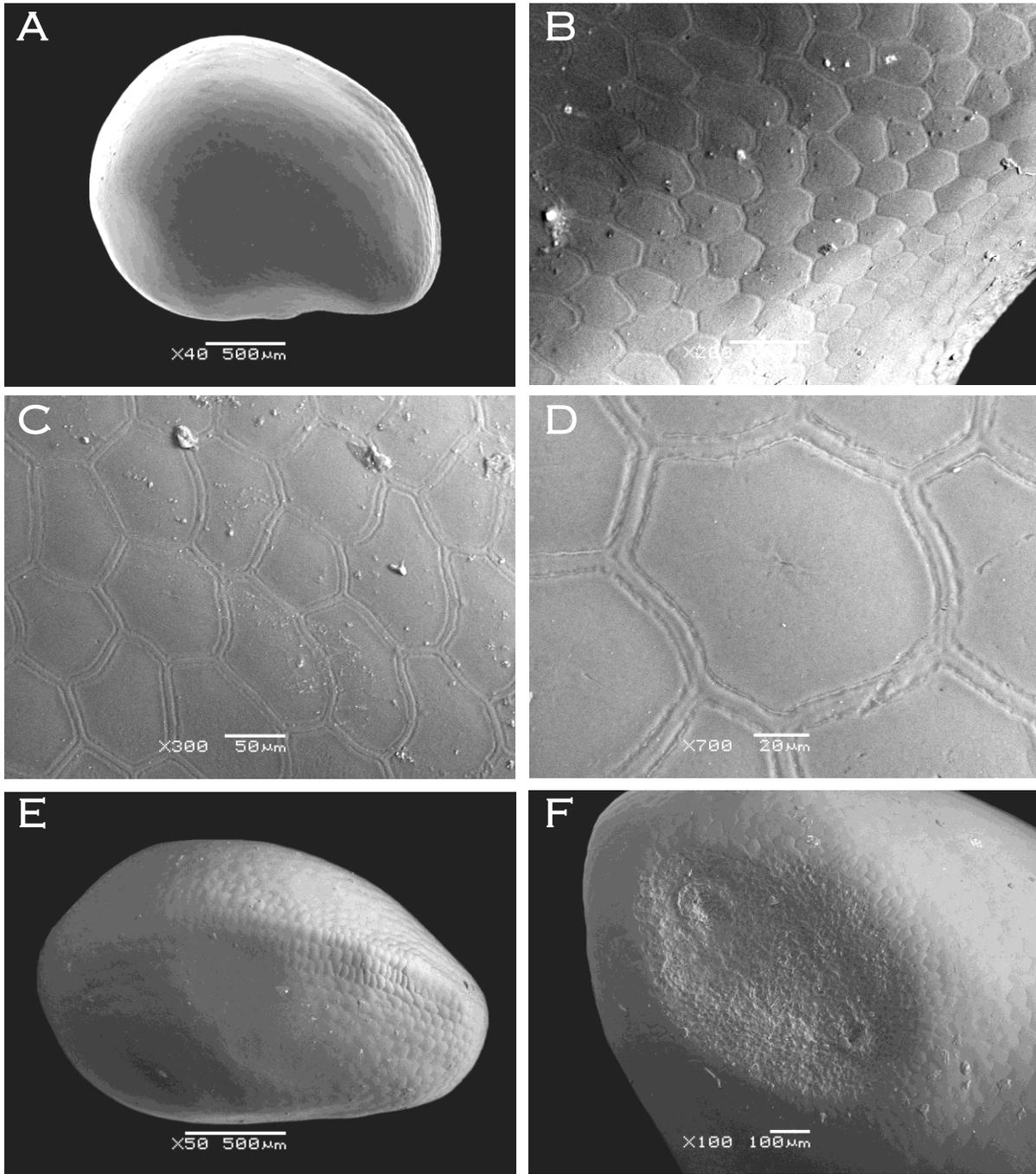


Figura 9. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

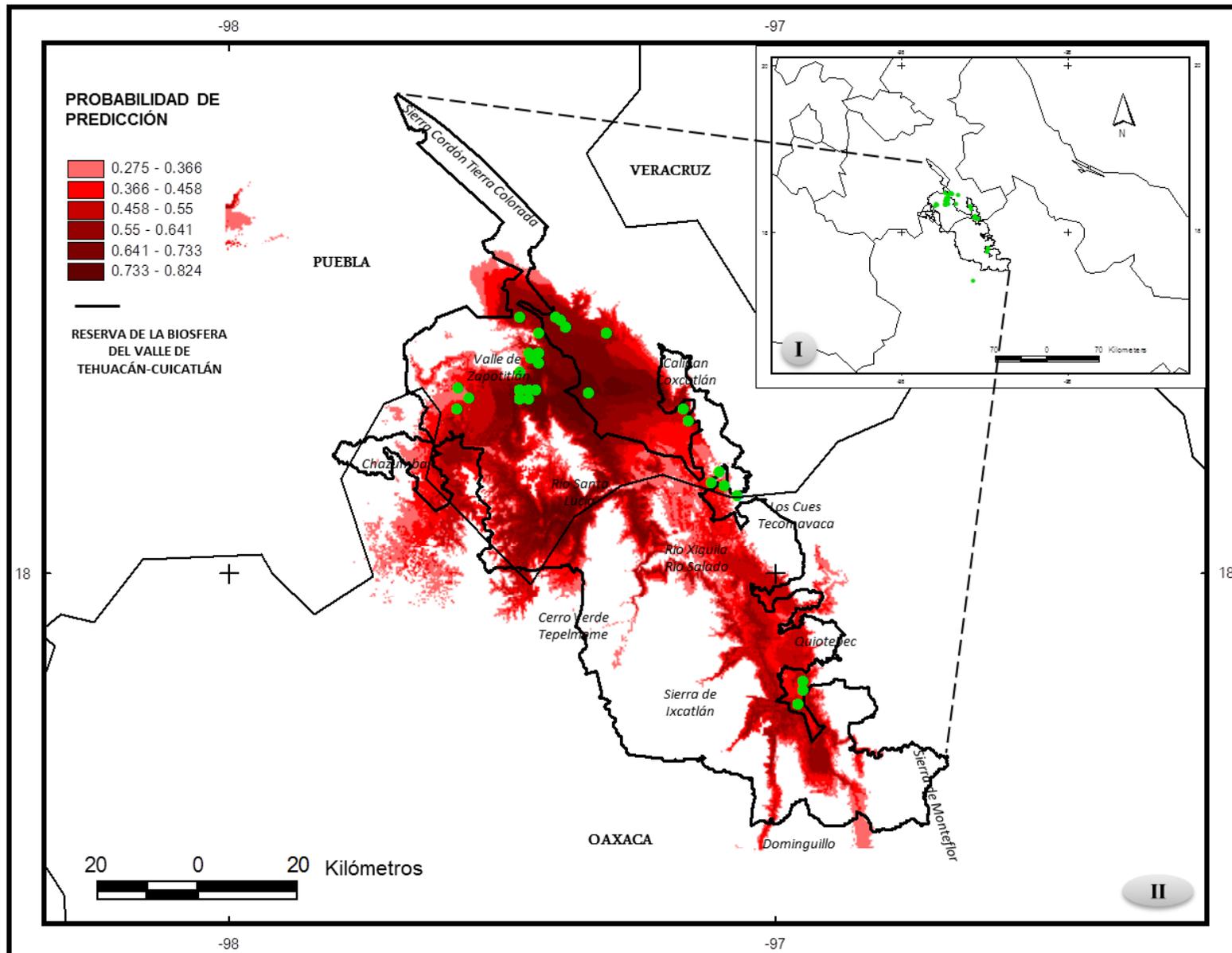


Figura 10. I. Distribución conocida de *Cephalocereus column-trajani* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. Especie endémica al Valle de Tehuacán-Cuicatlán. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Escontria chiotilla (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 10: 126. 1906.

Sinonimia. *Cereus chiotilla* F.A.C. Weber ex K. Schum., 1897; *Myrtillocactus chiotilla* (F.A.C. Weber) P.V. Heath, 1992.

Plantas arborescentes 2-4 (-7) m de alto. Tallo principal corto, ramas hasta 2 m de largo, 8-14 (-20) cm de ancho; costillas 7-8, margen agudo; aréolas 0.8-1.3 cm de largo, elípticas, generalmente confluentes en la parte terminal o media de las ramas, distantes entre sí ca. 1 cm en la parte media o basal de las ramas; espinas radiales 10-16, 0.5-1 cm de largo, subuladas, rectas, grises; espinas centrales (1-) 3 (-5), 1-5 (-7) cm de largo, desiguales, una más larga, rectas, subuladas, pardo-grisáceas; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores infundibuliformes, 3-4.5 cm de largo, ca. 2 cm de ancho, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas cartáceas, anthesis diurna, amarillas, localizadas en el ápice. Frutos globosos, 2.6-4 (-5) cm de largo, 2.5-3.7 cm de ancho, púrpuras, escamosos, pulpa jugosa, roja o púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.28-1.70 mm de largo, 0.84-1.28 mm de ancho, lustrosa, negra, rugosa, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica poligonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en el BHM; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones, ligeramente convexo en el BHM; microrelieve con estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal; RHM 0.44-0.82 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 11. *Escontria chiotilla*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis diurna. Foto: DFE, c) Fruto escamoso. Foto: HCM y d) Semilla rugosa. Foto: REQZ.

Escontria chiotilla (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 10: 126. 1906.

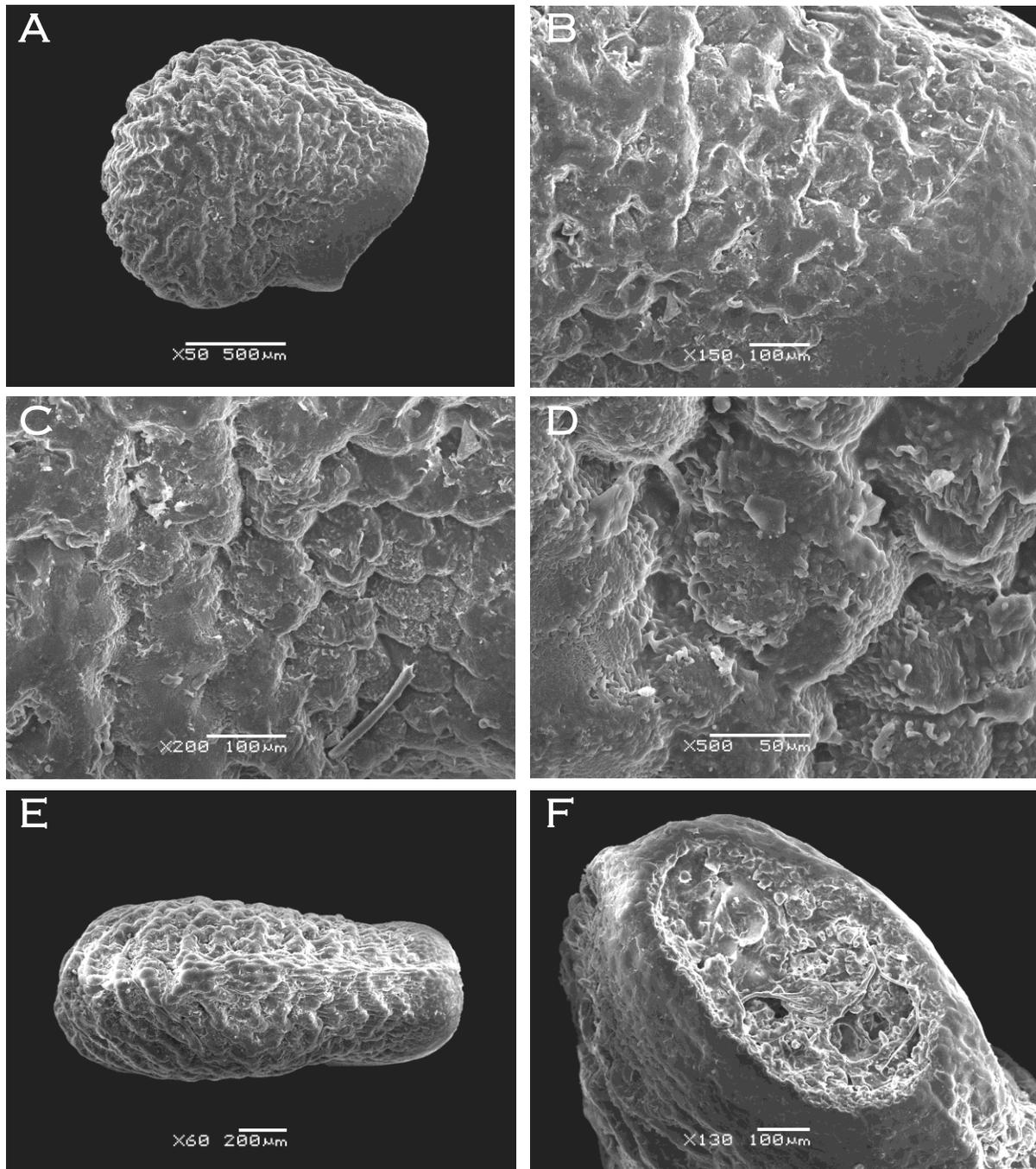


Figura 12. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

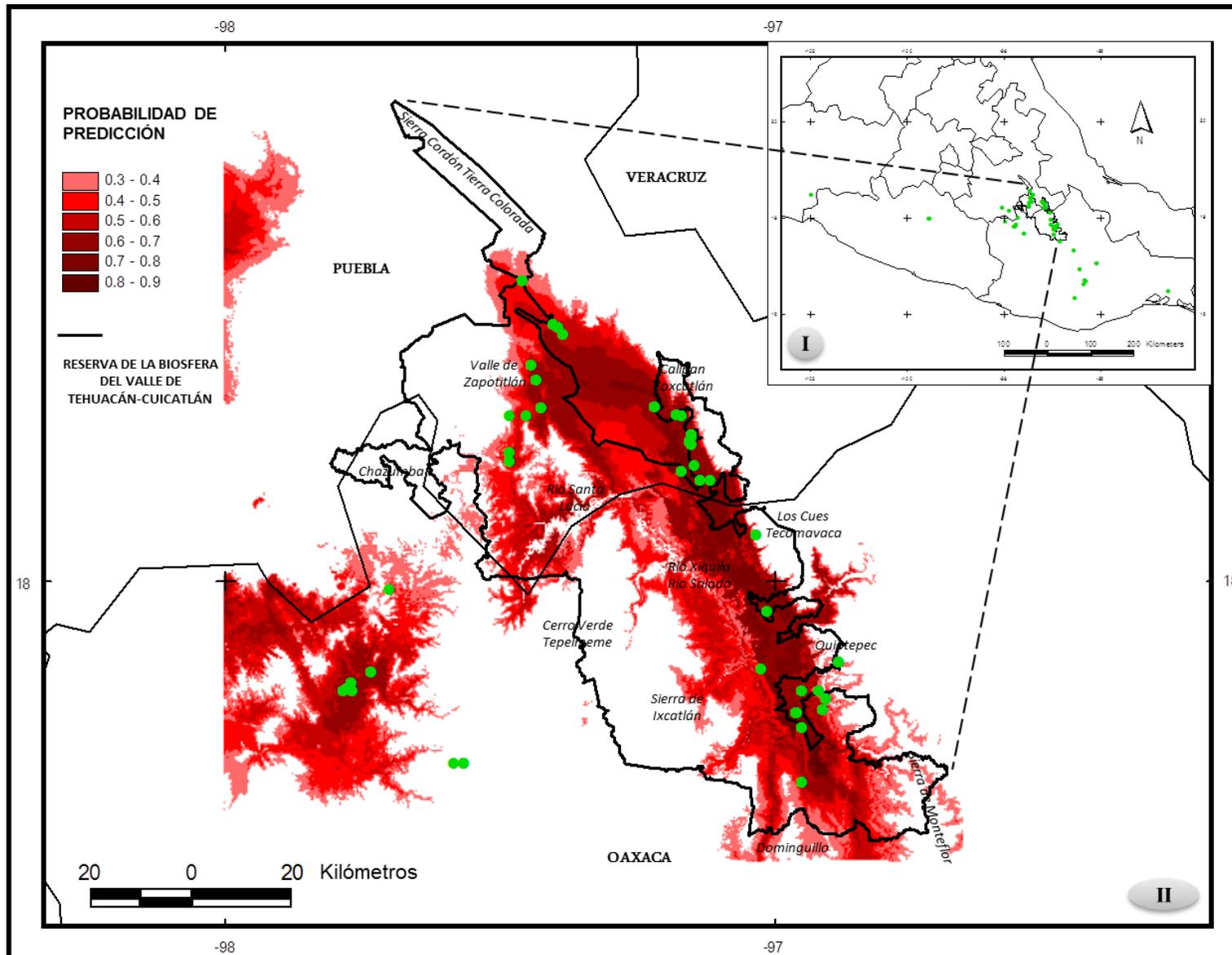


Figura 13. I. Distribución conocida de *Escontria chiotilla* en México (puntos): Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Lemaireocereus hollianus (F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) Britton & Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12(10): 425. 1909.

Sinonimia. *Cereus hollianus* F.A.C. Weber ex J.M. Coult., 1896; *Pachycereus hollianus* (F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) Buxb., 1961.

Cereus babosus F.A.C. Weber ex K. Schum., 1897.

Plantas arbustivas 3-5 m de alto. Tallos con ramificaciones desde la base, ramas 4-8 cm de ancho, erectas, al contacto con el aire el parénquima adquiere un tono oscuro; costillas 8-12 (-14); aréolas (0.6-) 0.8-1 cm de largo, (0.5-) 0.8-1 cm de ancho, oblato-circulares, distantes entre sí 1-2.5 (-3) cm; espinas radiales 12-14 (-15), 0.5-3 (-3.5) cm de largo, subuladas, adpresas, grises, ápice negro; espinas centrales 3-6, reflexas, anilladas, subuladas, grises, ápice negro, espina central superior 1, 2.5-12 cm de largo, espina central media 1, (2.5-) 5-7 (-8) cm de largo, espinas centrales superiores 2, 1.5-4 cm de largo, espinas centrales inferiores 2, 1.5-3.5 cm de largo; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores tubular-infundibuliformes, (6-) 8-10 cm de largo, tubo receptacular mayor que el pericarpelo y perianto, antesis nocturna, blanco-verdosas, dispuestas alrededor del ápice. Frutos ovoides, 5-7 cm de largo, 3.5-6 cm de ancho, rojos a púrpuras, espinosos, pulpa carnosa, roja o púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, grande, 1.89-2.96 mm de largo, 1.66-2.49 mm de ancho, lustrosa, negra, lisa, con quilla de la región dorsal a la ventral; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica tetragonales y hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en todas las regiones; relieve de la pared periclinal plano en la región lateral, ligeramente convexo en la periferia, convexidades en forma de domos bajos; sin microrelieve; RHM 0.72-1.31 mm de largo, oblicuo, ligeramente marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 14. *Lemaireocereus hollianus*. a) Hábito arbustivo. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto espinoso. Foto: OTV y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Lemaireocereus hollianus (F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) Britton & Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12(10): 425. 1909.

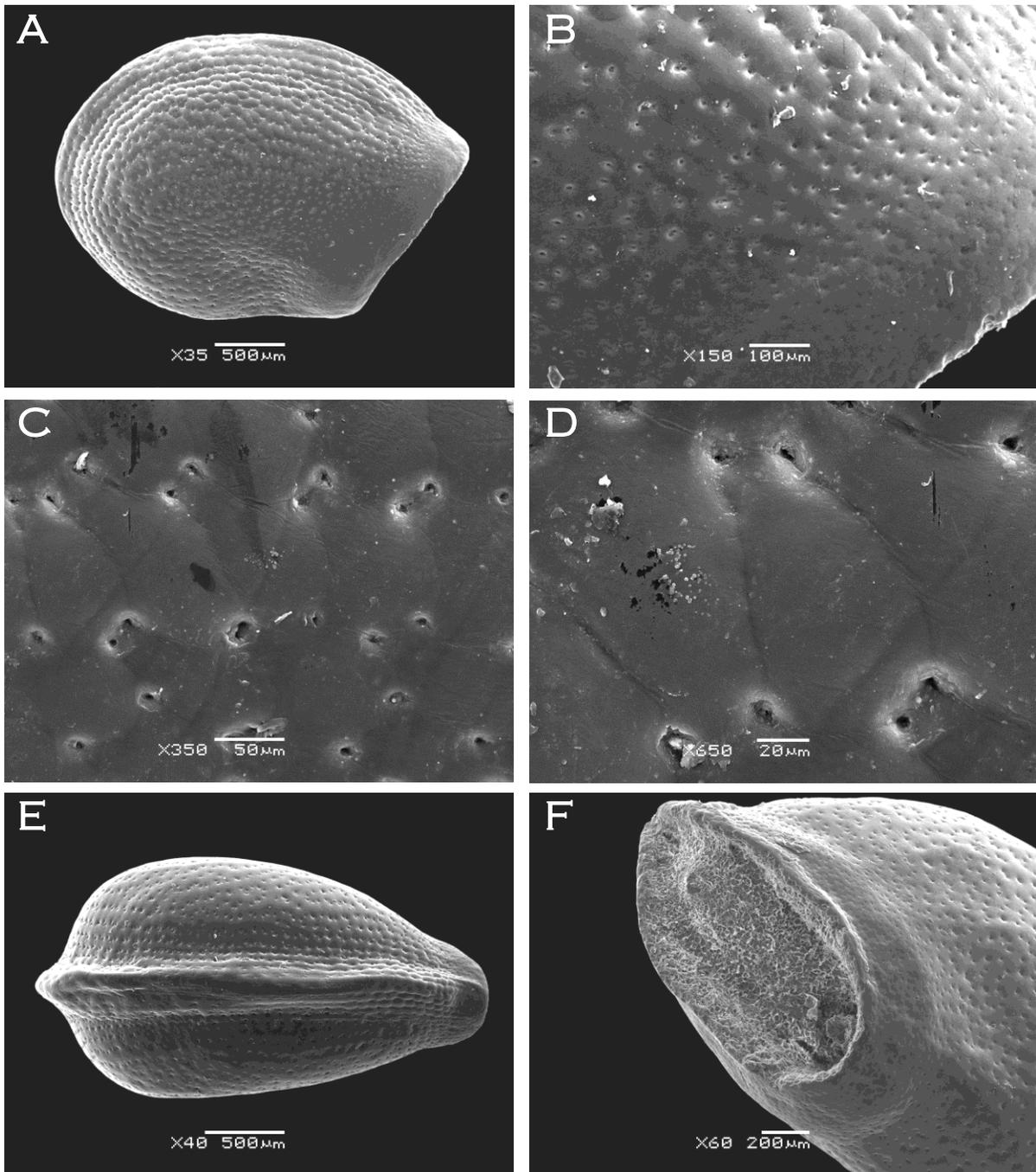


Figura 15. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

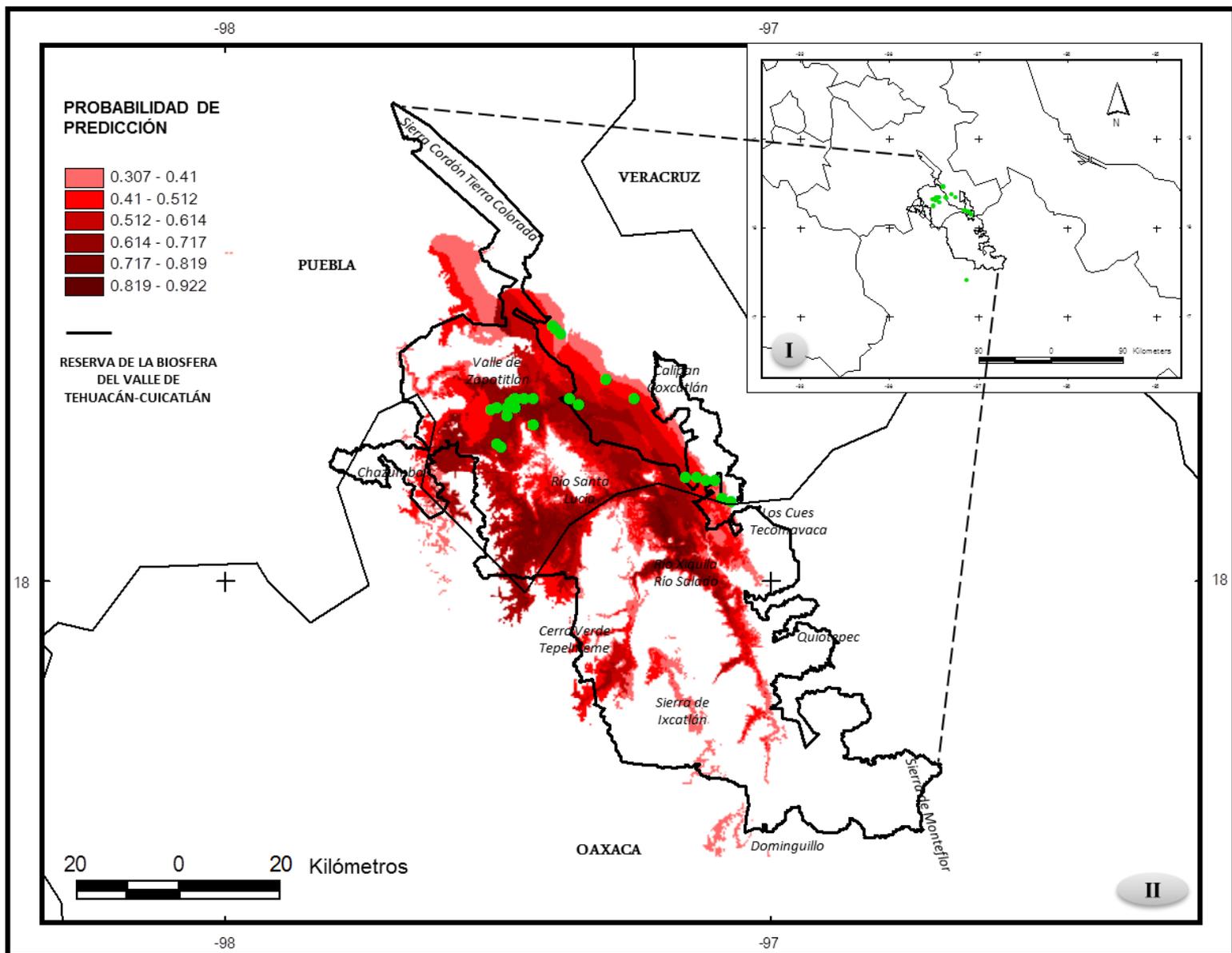


Figura 16. I. Distribución conocida de *Lemaireocereus hollianus* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. Especie endémica al Valle de Tehuacán-Cuicatlán. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Lophocereus marginatus (DC.) S. Arias & Terrazas, Syst. Bot. 34(1): 82. 2009.

Sinonimia. *Cereus marginatus* DC., 1828; *Pachycereus marginatus* (DC.) Britton & Rose, 1909; *Lemaireocereus marginatus* (DC.) A. Berger, 1929; *Marginatocereus marginatus* (DC.) Backeb., 1942; *Stenocereus marginatus* (DC.) A. Berger & Buxb., 1961.

Plantas arbustivas hasta 5 (-7) m de alto. Tallos con ramificaciones desde la base, ramas 4-16 cm de ancho; costillas 5-6 (-8); aréolas 0.6-1.3 cm de largo, 0.3-1.2 cm de ancho, oblongas, distantes entre sí 1-3 mm o confluentes; espinas radiales y centrales generalmente no diferenciadas, 3-8, 0.5-3.5 cm de largo, aciculares, blanco-grisáceas, ápice negro, después deciduas; zona fértil diferenciada de la infértil, apical. Flores tubulares, 2.5-4 cm de largo, pericarpelo con brácteas carnosas, antesis nocturna-diurnas, blanco-verdosas con tintes rojizos, dispuestas a lo largo del tallo o en el ápice. Frutos globosos a ovoides, 1.5-2.8 (-3) cm de largo, 2-2.5 cm de ancho, rojos, espinosos, espinas caducas, pulpa carnosa, roja.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, muy grande, 2.43-3.44 mm de largo, 1.87-2.62 mm de ancho, lustrosa, negra, lisa, con quilla de la región dorsal a la apical; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral uniformes, de forma isodiamétrica hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en todas las regiones; relieve de la pared periclinal plano en la región lateral, ligeramente convexo en la periferia, convexidades en forma de domos bajos; microrelieve verrugoso; RHM 0.50-1.08 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 17. *Lophocereus marginatus*. a) Hábito arbustivo, b) Flor con antesis nocturna-diurna, c) Fruto espinoso; espinas caducas. Fotos: DFE y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

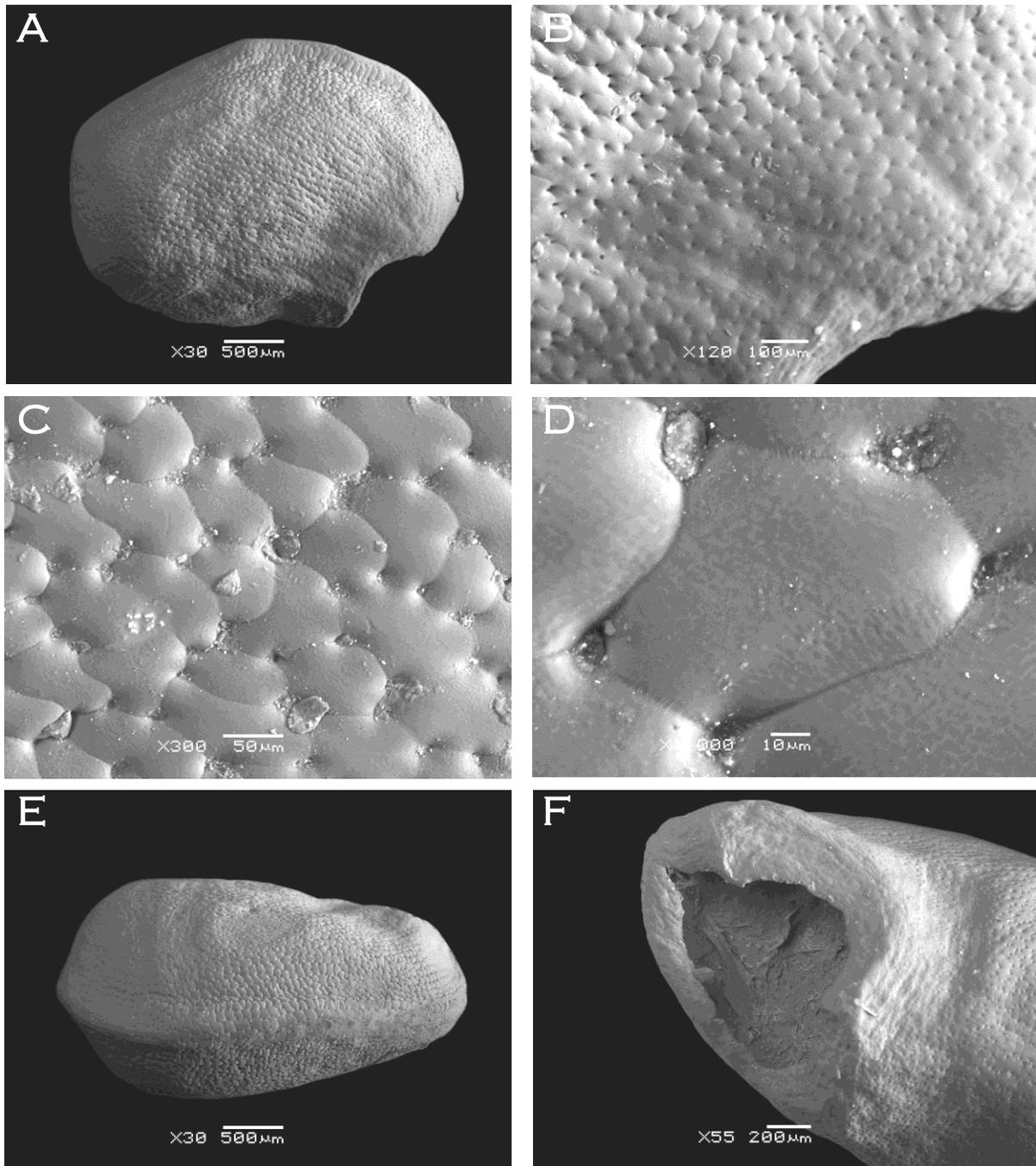


Figura 18. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

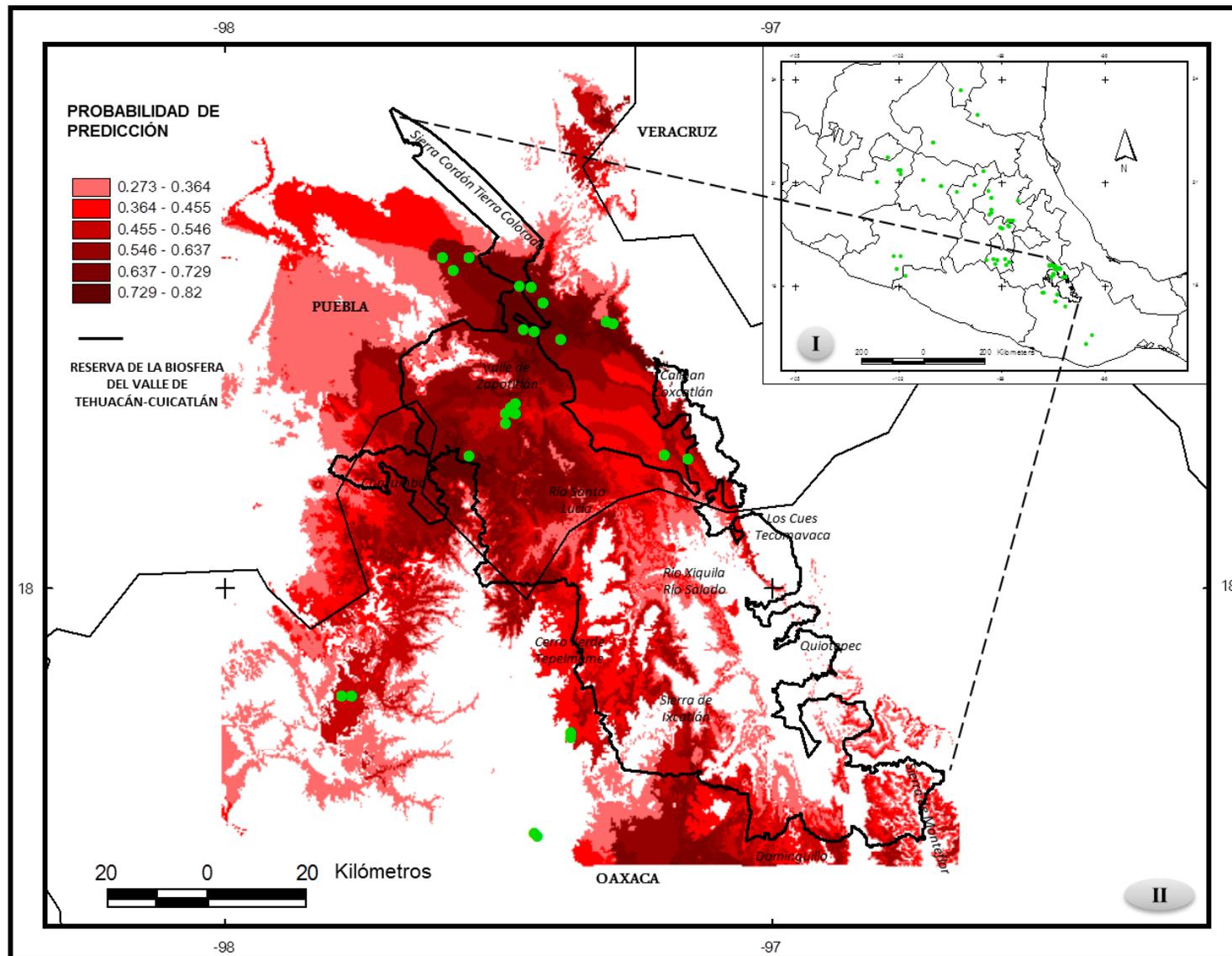


Figura 19. I. Distribución conocida de *Lophocereus marginatus* en México (puntos): Aguascalientes, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Console, Boll. Reale Orto Bot. Giardino Colon. Palermo 1: 10. 1897.

Sinonimia. *Cereus geometrizans* Mart. ex Pfeiff., 1837.

Myrtillocactus grandiareolatus Bravo, 1932.

Myrtillocactus geometrizans (Mart.) Console var. *grandiareolatus* (Bravo) Backeb., 1960.

Plantas arborescentes 2-5 (7) m de alto. Tallo principal corto, ramas 6-10 (-12) cm de ancho, ascendentes, arqueadas; costillas 5-6 (-7), margen redondeado; aréolas 0.5-1 cm de largo, orbiculares a obovadas, distantes entre sí 1.5-3.5 cm; espinas radiales 4-5 (-9), 0.2-1 (-3) cm de largo, rígidas, subuladas, grises, rojas cuando jóvenes; espina central (0-) 1, 1-3 (-7) cm de largo, 2-4 (-6) mm de ancho, aplanada lateralmente, rígida, porrecta, gris; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores infundibuliformes, 2-3 (-4) cm de largo, 2.5-3.5 cm de ancho, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas vestigiales y aréolas desnudas, antesis diurna, verde-amarillentas. Frutos globosos a elipsoides, 1-2 cm de largo, 0.8-2 cm de ancho, púrpura oscuros, desnudos, pulpa jugosa, púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.26-1.69 mm de largo, 0.95-1.45 mm de ancho, semi-mate, negra, rugosa, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral abruptamente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica poligonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en el BHM; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones, ligeramente convexo en el BHM; microrelieve con estriaciones gruesas en toda la pared periclinal; RHM 0.44-0.77 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.

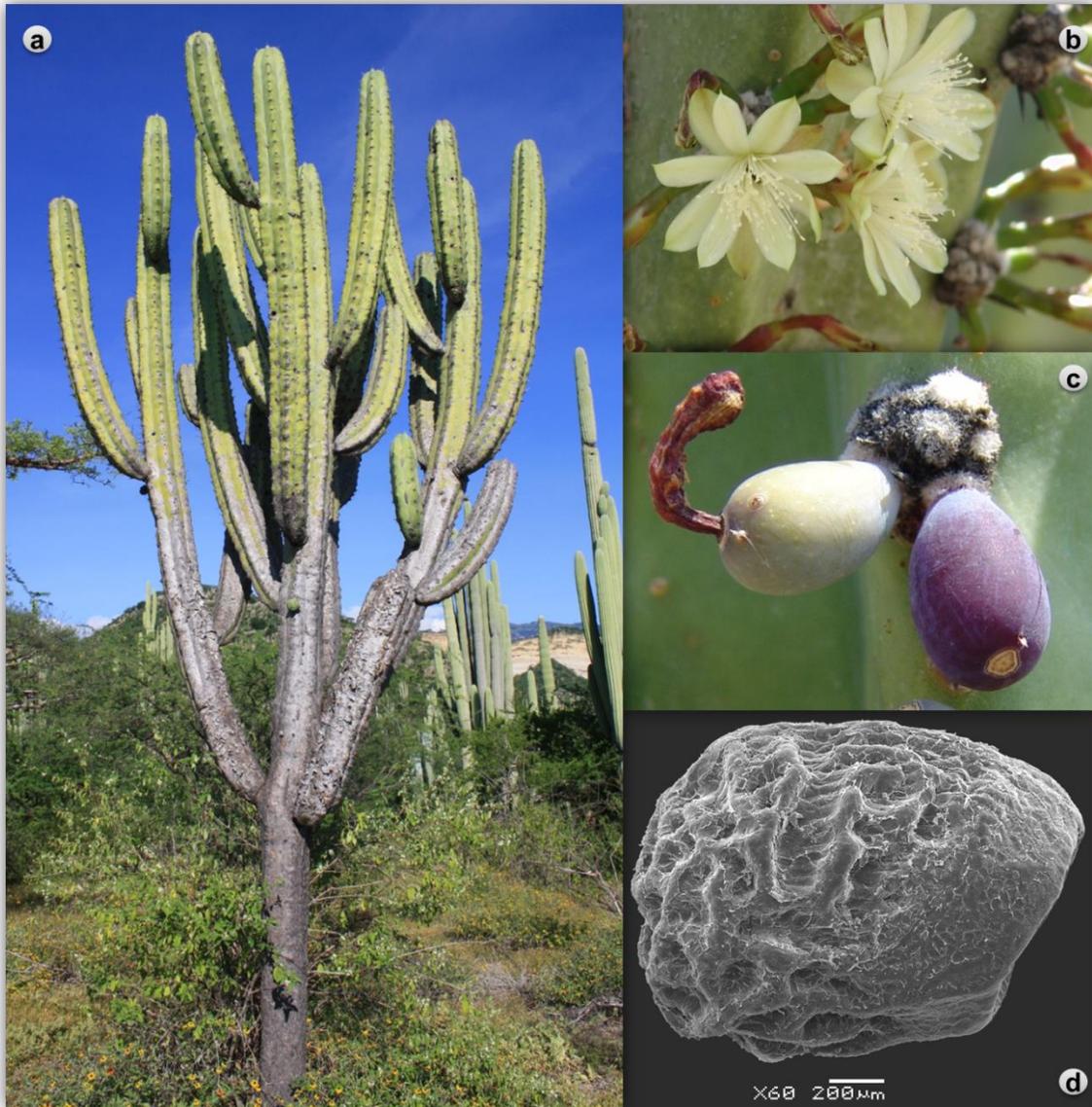


Figura 20. *Myrtillocactus geometrizans*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis diurna. Foto: OTV, c) Fruto desnudo. Foto: OTV y d) Semilla rugosa. Foto: REQZ.

Myrtillocactus geometrizans (Mart. ex Pfeiff.) Console, Boll. Reale Orto Bot. Giardino Colon. Palermo 1: 10. 1897.

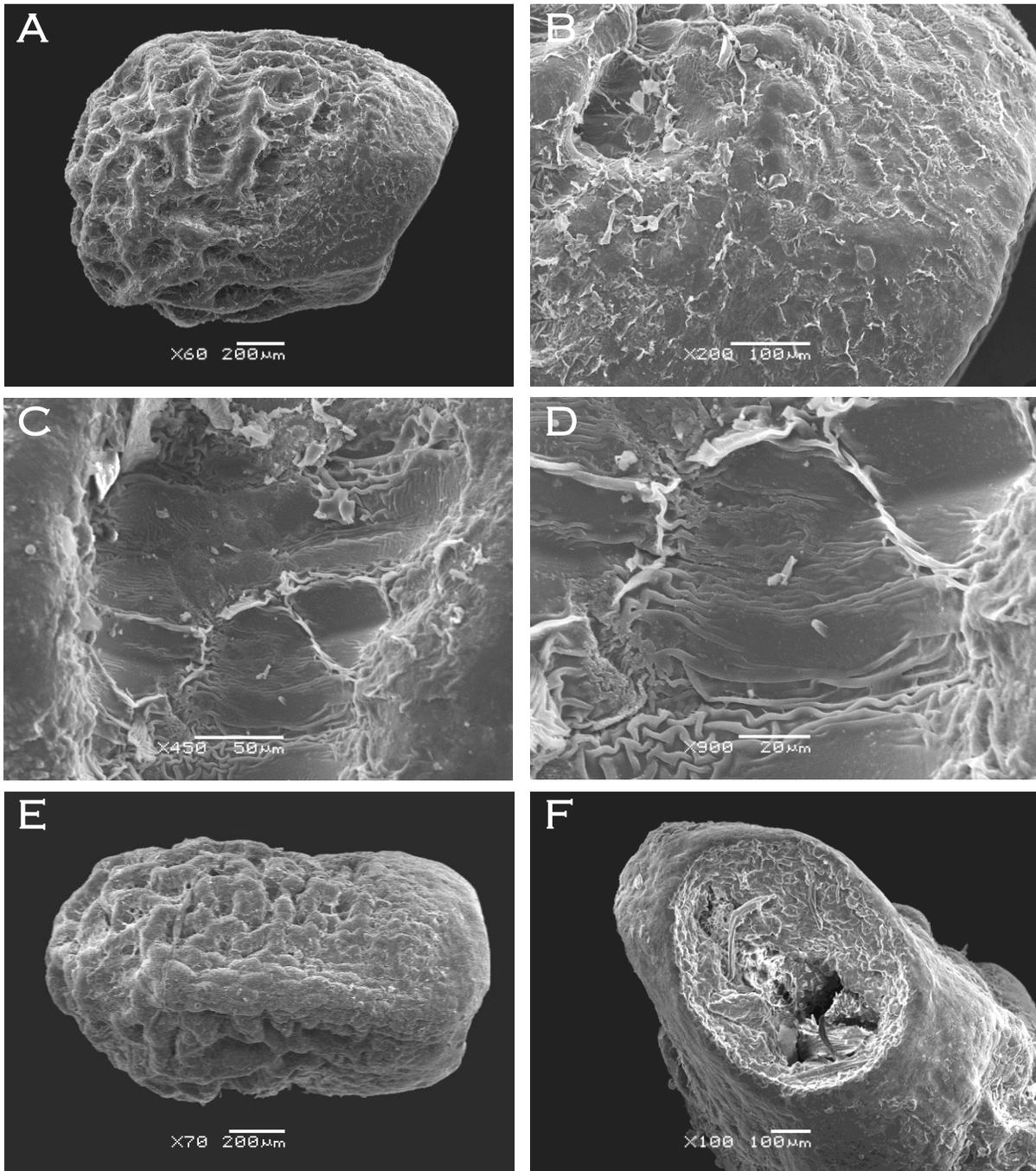


Figura 21. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

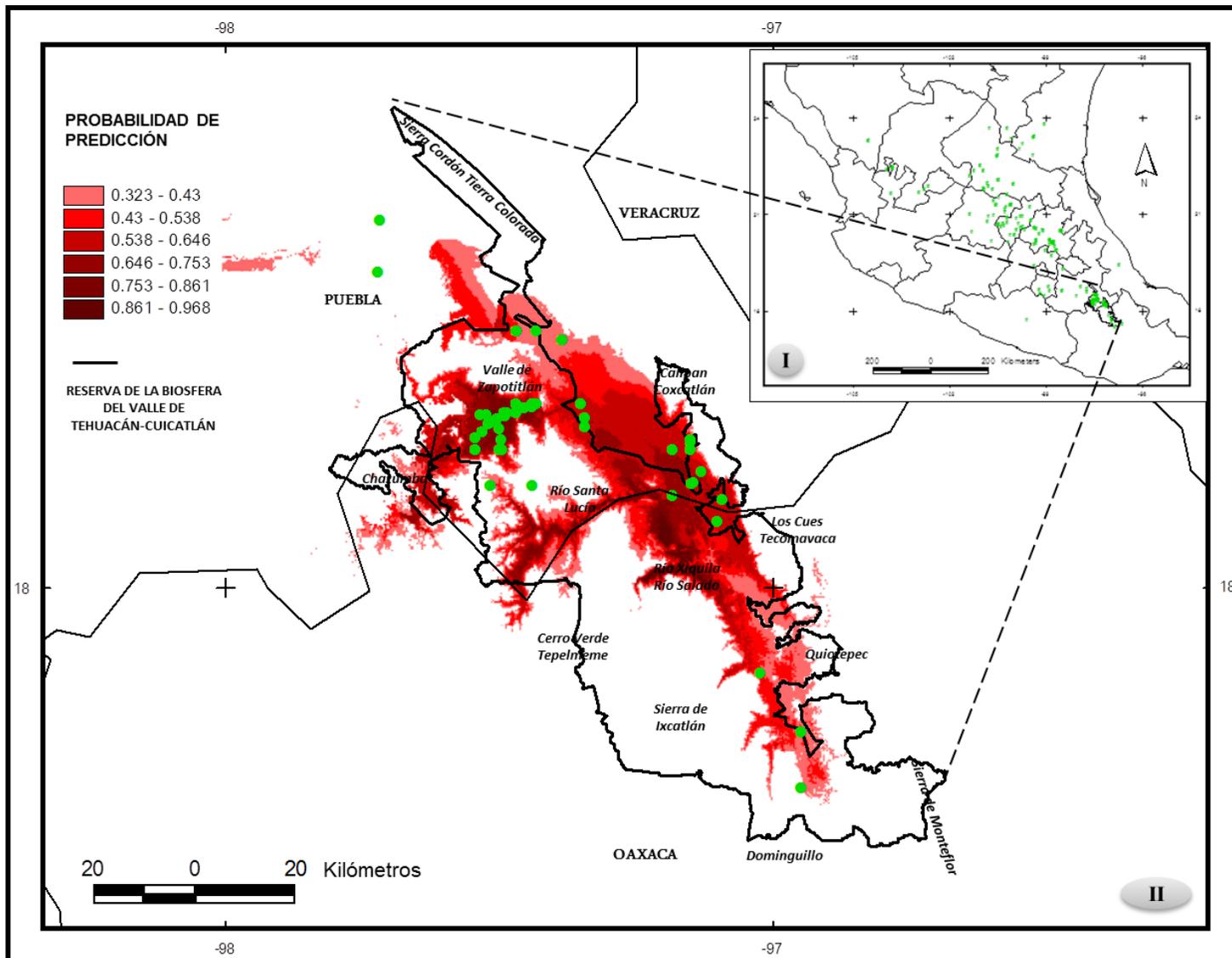


Figura 22. I. Distribución conocida de *Myrtillocactus geometrizans* en México (puntos): Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Myrtillocactus schenckii (J.A. Purpus) Britton & Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12: 427. 1909.

Sinonimia. *Cereus schenckii* J.A. Purpus, 1909.

Plantas arborescentes hasta 5 m de alto. Tallo principal corto, ramas hasta 10 cm de ancho, ascendentes; costillas 6-8, margen ligeramente agudo; aréolas 4-6 mm de largo, orbiculares, distantes entre sí 4-7 mm; espinas radiales 5-8, 0.5-1.2 cm de largo, 0.5-0.8 mm de ancho, subuladas, rectas, rígidas, pardas a negras; espina central 0-1, 1-3 (-5) cm de largo, 0.8-1 (-2) mm de ancho, subulada, rígida, porrecta, negra; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores infundibuliformes, 2-3 cm de largo, 2-2.5 cm de ancho, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas vestigiales y aréolas desnudas, anthesis diurna, blanco-amarillentas, dispuestas desde el ápice hasta cerca de la base de las ramas. Frutos globosos o elipsoides, 0.8-1.5 cm de largo, 0.6-1.5 cm de ancho, rojos, desnudos, a veces con espinas vestigiales, escasas, deciduas, pulpa jugosa, parda a roja.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.10-1.48 mm de largo, 0.84-1.19 mm de ancho, lustrosa, negra, rugosa, con quilla de la región dorsal a la apical; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica poligonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios con cráteres en todas las regiones; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones, ligeramente convexo en el BHM; microrelieve con estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal; RHM 0.41-0.68 mm de largo, oblicuo, ligeramente marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 23. *Myrtillocactus schenckii*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis diurna. Foto: OTV, c) Fruto desnudo. Foto: DFE y d) Semilla rugosa. Foto: REQZ.

Myrtillocactus schenckii (J.A. Purpus) Britton & Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12: 427. 1909.

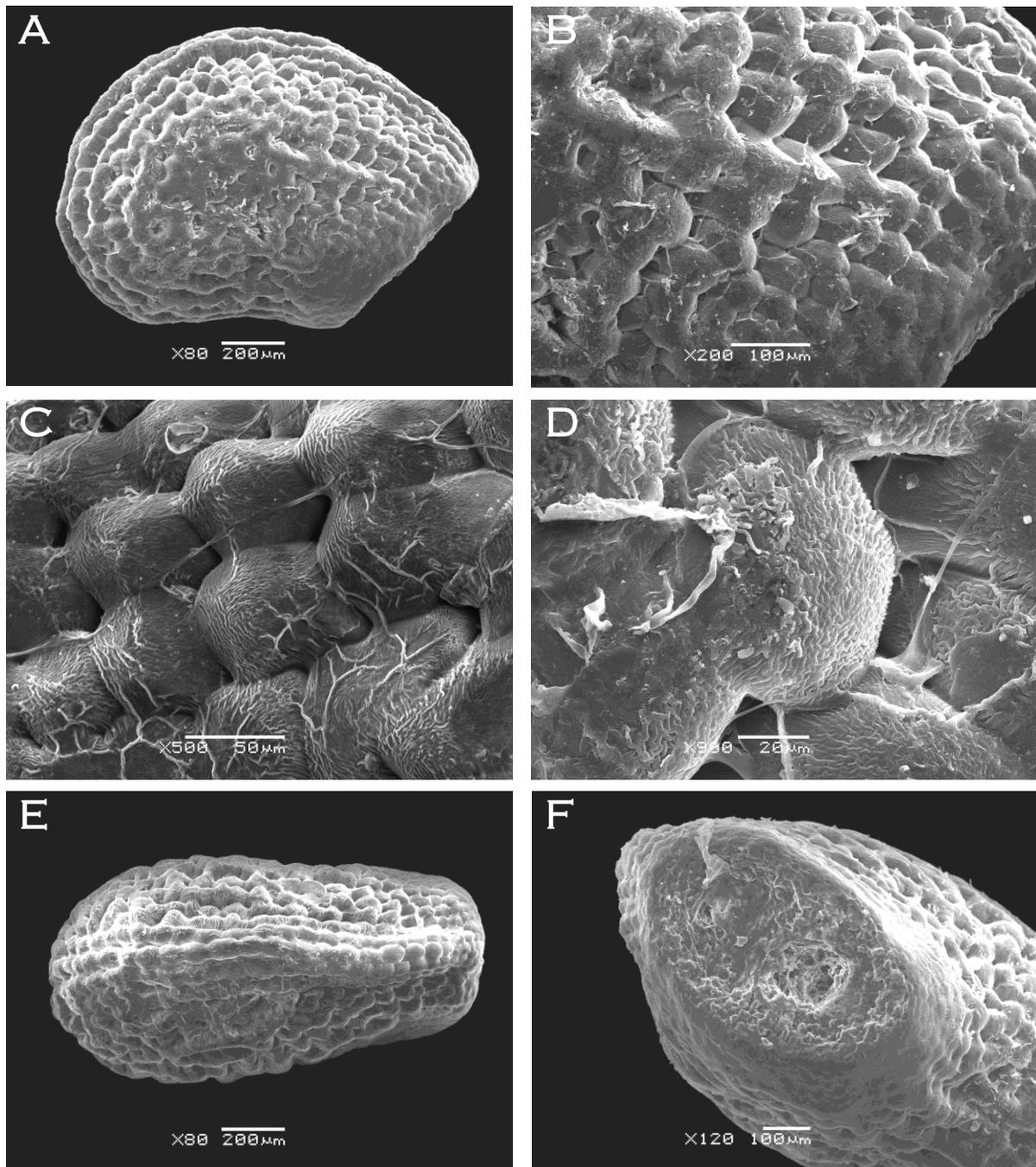


Figura 24. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

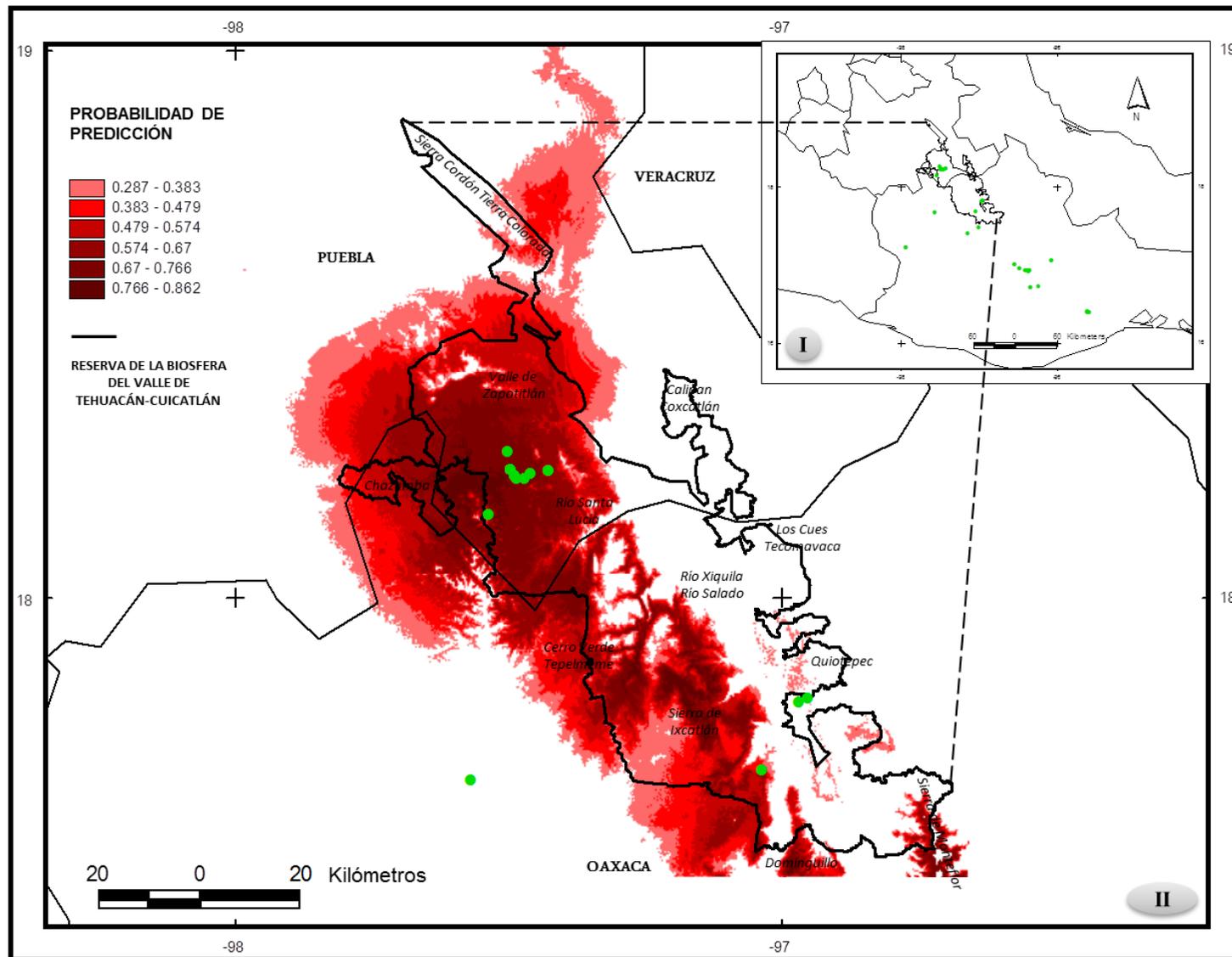


Figura 25. I. Distribución conocida de *Myrtillocactus schenckii* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Neobuxbaumia macrocephala (F.A.C. Weber ex K. Schum.) E.Y. Dawson, Cact. Succ. J. (Los Angeles) 24: 173. 1952.

Sinonimia. *Cephalocereus macrocephalus* F.A.C. Weber ex K. Schum., 1897; *Pilocereus macrocephalus* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) F.A.C. Weber, 1898; *Cereus macrocephalus* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) A. Berger, 1905; *Carnegiea macrocephala* (F.A.C. Weber) P.V. Heath, 1992. *Pilocereus ruficeps* F.A.C. Weber, 1905; *Cereus ruficeps* (F.A.C. Weber) Vaupel, 1913; *Pachycereus ruficeps* (F.A.C. Weber) Britton & Rose, 1920; *Mitrocereus ruficeps* (F.A.C. Weber) Backeb., 1960.

Plantas arborescentes hasta 15 m de alto. Tallo principal 30-60 cm de ancho, cuando jóvenes columnares, en la madurez con ramificación difusa y escasa, 30-40 cm de ancho, ligeramente arqueadas o erectas; costillas 17-26; aréolas 0.5-1 cm de largo, obovado-trianguulares, distantes entre sí 0.6-1 cm; espinas radiales 8-14, 0.6-1.4 cm de largo, aciculares, extendidas, a veces 1 setosa, pardo-rojizas a grisáceas; espinas centrales 1-3, 1-3.5 cm de largo, aciculares a ligeramente subuladas, sólo 1 subulada, pardo-rojizas a grisáceas; pseudocefalio apical, rojo. Flores tubular-infundibuliformes, 4.2-5.2 cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas y aréolas con tricomas, antesis nocturna, rojo-púrpuras, dispuestas en círculo alrededor del ápice. Frutos globosos, 1.8-2.2 cm de largo, 1.6-1.8 cm de ancho, escamosos, dehiscencia longitudinal, pulpa no jugosa, blanca.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.55-2.01 mm de largo, 1.44-1.82 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, lisa, con quilla en la región dorsal; borde no expandido alrededor del hilo; células en la región lateral uniformes, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en la región lateral, escasos; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; sin microrelieve; RHM 0.57-0.81 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 26. *Neobuxbaumia macrocephala*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: DFE, c) Fruto escamoso. Foto: OTV y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Neobuxbaumia macrocephala (F.A.C. Weber ex K. Schum.) E.Y. Dawson, Cact. Succ. J. (Los Angeles) 24: 173. 1952.

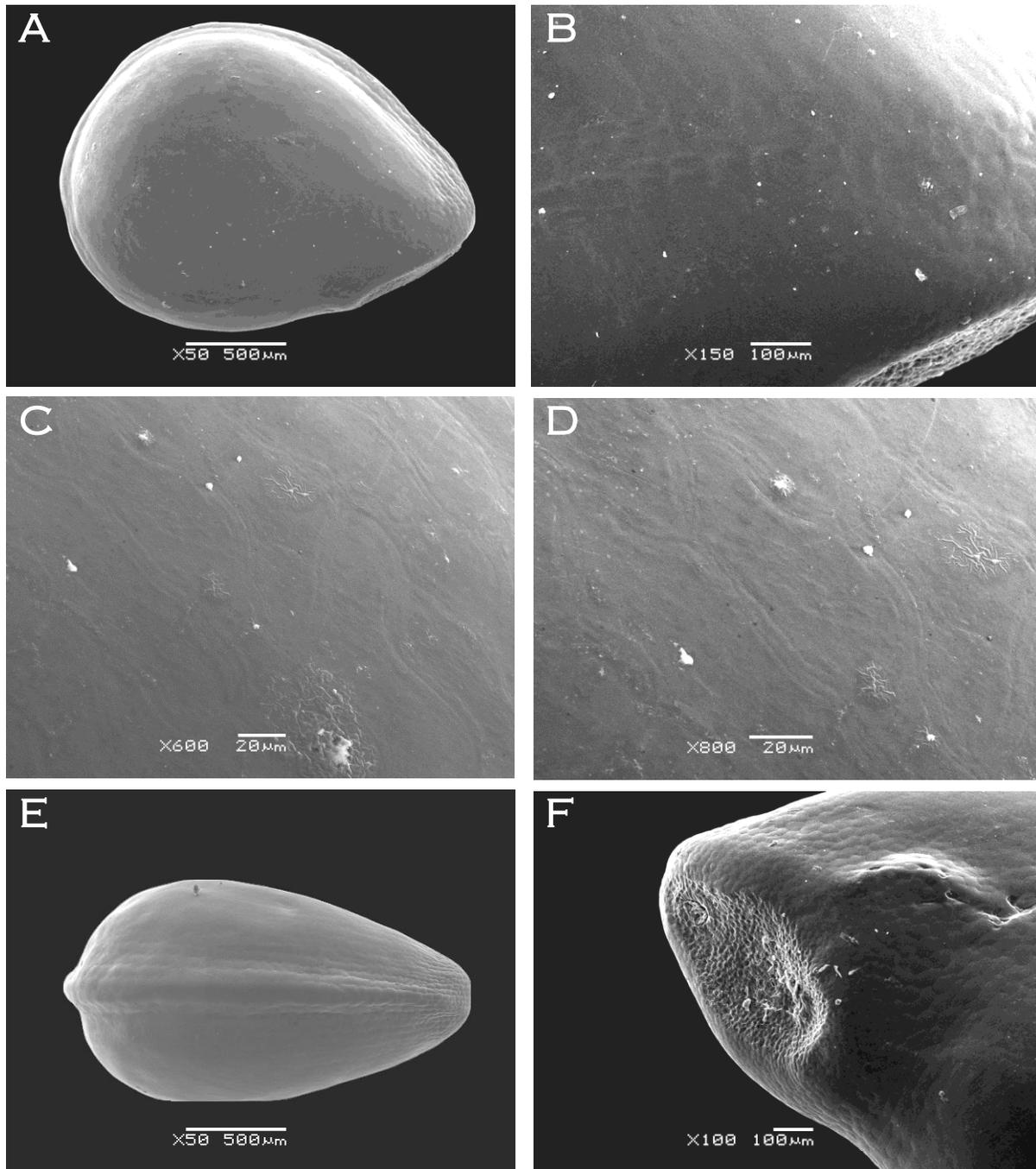


Figura 27. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

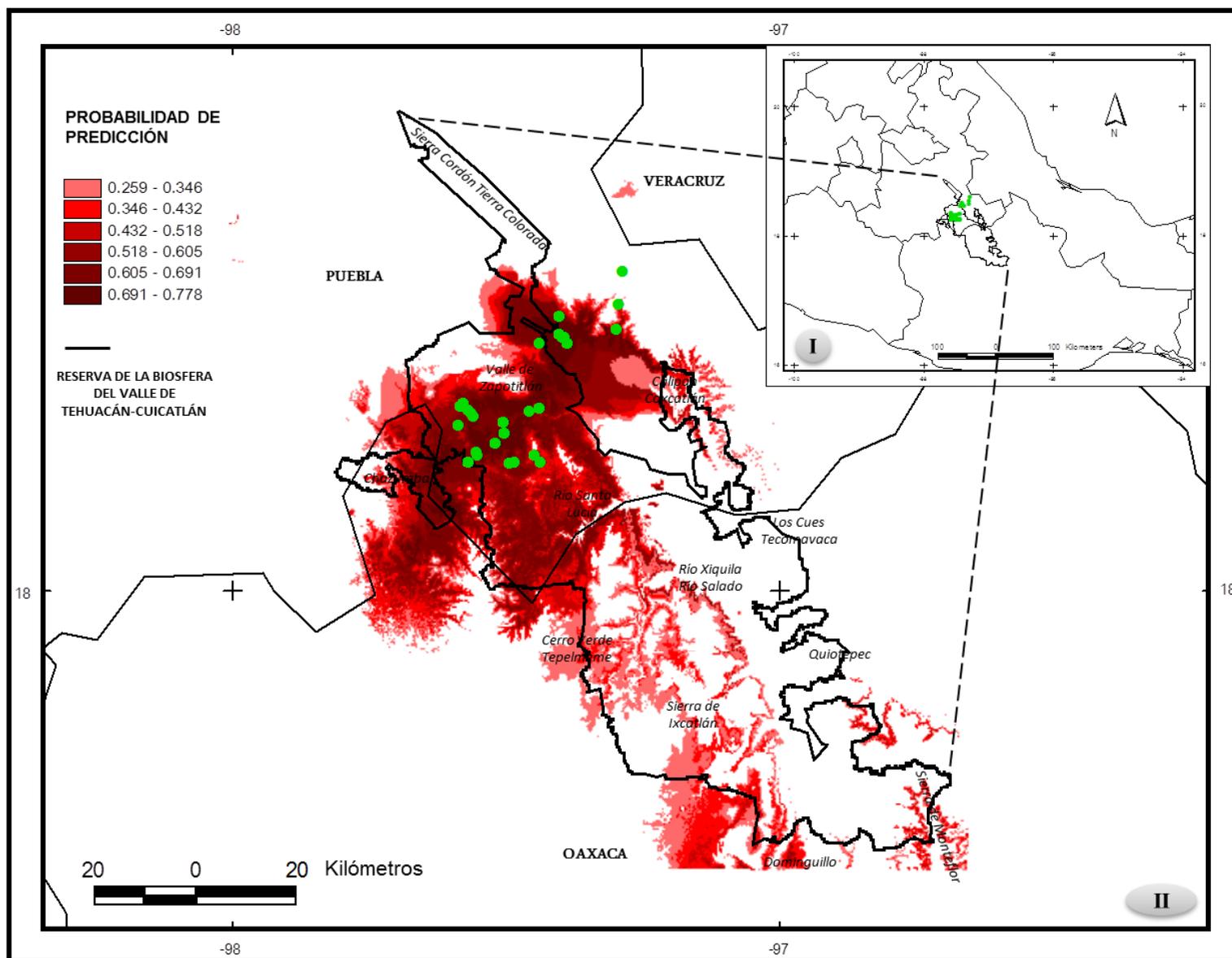


Figura 28. I. Distribución conocida de *Neobuxbaumia macrocephala* en México (puntos): Puebla. Especie endémica al Valle de Tehuacán-Cuicatlán. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Neobuxbaumia mezcalaensis (Bravo) Backeb., Beitr. Sukkulentenk. 3. 1941.

Sinonimia. *Cephalocereus mezcalaensis* Bravo, 1932; *Pilocereus mezcalaensis* (Bravo) W.T. Marshall, 1941; *Carnegiea mezcalaensis* (Bravo) P.V. Heath, 1992.

Cephalocereus mezcalaensis Bravo var. *robustus* E.Y. Dawson, 1948; *Neobuxbaumia mezcalaensis* (Bravo) Backeb. var. *robusta* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson, 1952.

Carnegiea nova P.V. Heath, 1992.

Plantas columnares 5-10 (-16) m de alto, 15-30 (-40) cm de ancho, no ramifican; costillas 13-20 (-25); aréolas 5-6 mm de largo, obovado-deltoides, distantes entre sí 1.2-2 (-2.6) cm; espinas radiales 5-9, 0.8-2.4 cm de largo, aciculares a ligeramente subuladas, extendidas, blancas, pardo-amarillentas, hasta grises; espinas centrales (1-) 3 (-4), 0.7-3.5 cm de largo, la inferior más larga, ligeramente subuladas, rectas o ligeramente curvas, porrectas a reflexas, pardo claras a grises; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores tubular-infundibuliformes, 5-5.5 cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas carnosas y aréolas desnudas, antesis nocturna, blanco amarillento verdosas hasta rojo purpurino verdosas, dispuestas a lo largo del tallo. Frutos ovoides, 3-4 cm de largo, rojos, espinosos, dehiscencia longitudinal, pulpa no jugosa, blanca.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, muy grande, 2.53-3.64 mm de largo, 2.25-3.17 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, lisa, con quilla de la región dorsal a la apical; borde no expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en la región lateral, escasos; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; sin microrelieve; RHM 1.27-1.92 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 29. *Neobuxbaumia mezcalaensis*. a) Hábito columnar. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: MEXU, c) Fruto espinoso. Foto: OTV, d) Dehiscencia del fruto. Foto: DFE y e) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Neobuxbaumia mezcalaensis (Bravo) Backeb., Beitr. Sukkulentenk. 3. 1941.

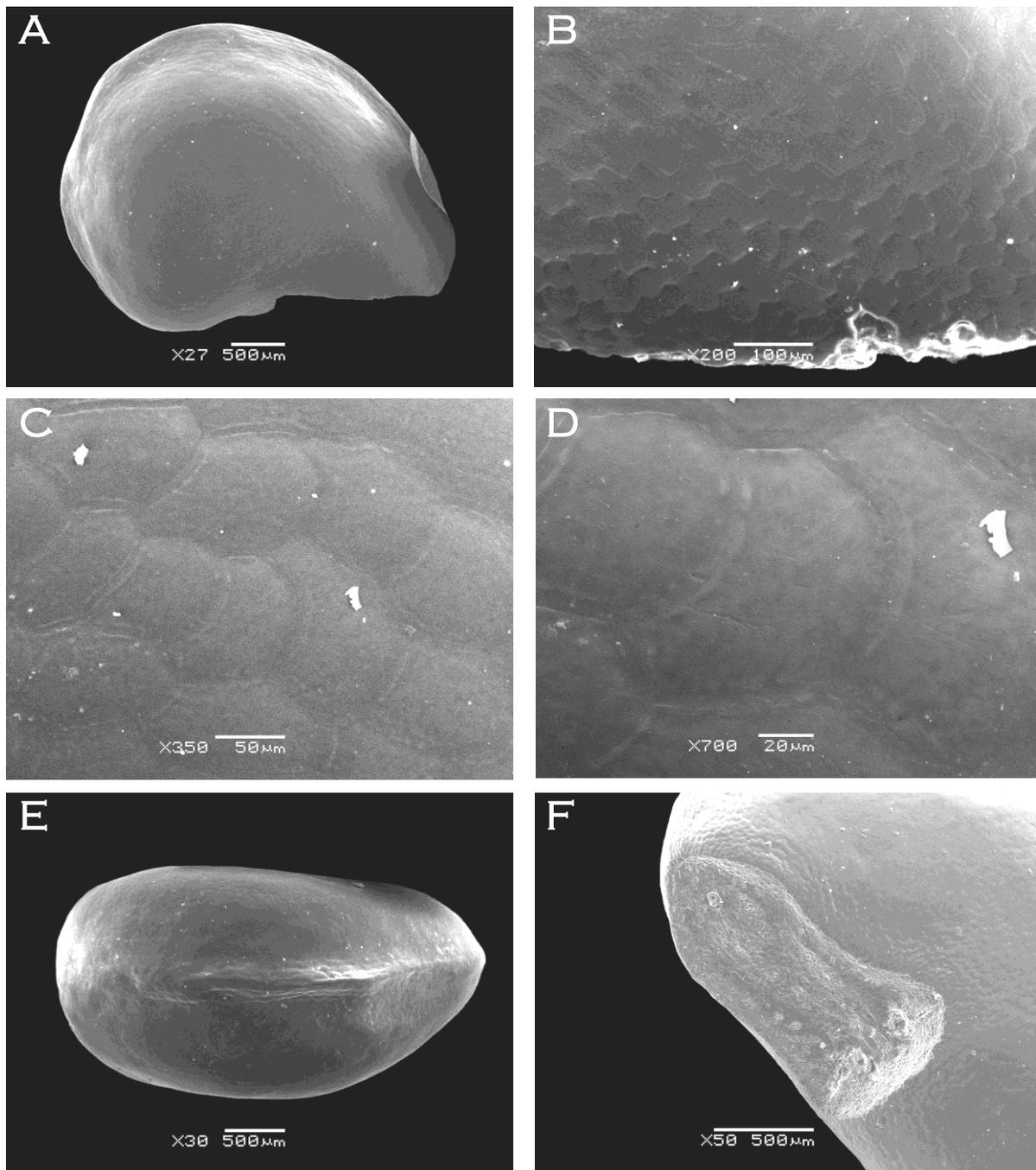


Figura 30. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

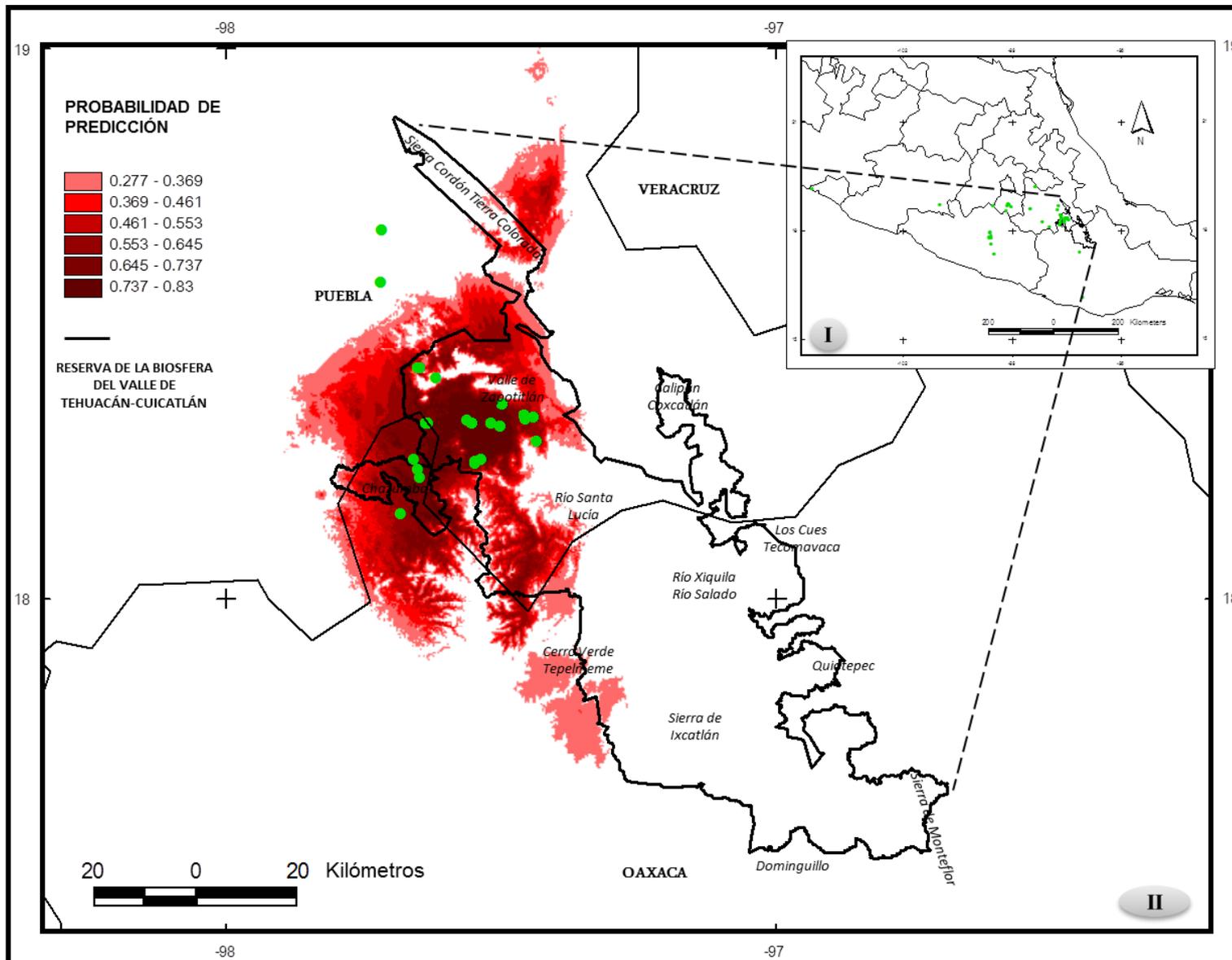


Figura 31. I. Distribución conocida de *Neobuxbaumia mezcalaensis* en México (puntos): Colima, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Neobuxbaumia tetetzo (F.A.C. Weber) Backeb., Blätt. Kakteenf. 6. 1938.

Sinonimia. *Pilocereus tetetzo* F.A.C. Weber, 1864; *Cereus tetazo* F.A.C. Weber ex J.M. Coult., 1896; *Cephalocereus tetatzo* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Vaupel, 1909; *Pachycereus tetetzo* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Ochot., 1922; *Cephalocereus tetatzo* (F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) Diguët, 1928; *Carnegiea tetetzo* (F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) P.V. Heath, 1992.
Cephalocereus nudus E.Y. Dawson, 1948; *Cephalocereus tetetzo* (F.A.C. Weber) Bravo var. *nudus* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson, 1952; *Neobuxbaumia tetetzo* (F.A.C. Weber) Backeb. var. *nuda* (E.Y. Dawson) E.Y. Dawson, 1952; *Carnegiea tetetzo* (F.A.C. Weber ex J.M. Coult.) P.V. Heath, 1992.

Plantas arborescentes hasta 15 m de alto. Tallo principal 30-60 cm de ancho, cuando jóvenes columnares, en la madurez con ramificación, ramas secundarias 10-20 cm de ancho, rectas o ligeramente arqueadas; costillas 13-17; aréolas 1-1.5 cm de largo, 0.5-0.6 cm de ancho, obovadas, ovadas o casi redondeadas, distantes entre sí 0.7-2 (-3.5) cm; espinas radiales (2-) 7-13, 0.5-2 cm de largo, aciculares, pardo-grisáceas; espinas centrales (0-) 1-3, 3-4 (-12) cm de largo, una de ellas más larga, subuladas, pardo-rojizas a grisáceas; zona fértil diferenciada ligeramente de la infértil, pseudocefalio apical, blanco. Flores tubular-infundibuliformes, 4.7-5.5 cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas carnosas y aréolas con tricomas, espinas esporádicas, antesis nocturna, blanco-verdosas, dispuestas alrededor del ápice. Frutos ovoides, 3-4 cm de largo, 2.5-3 cm de ancho, verdes a rojos, escamosos, dehiscencia longitudinal, pulpa no jugosa, blanca.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.45-2.04 mm de largo, 1.13-1.72 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, lisa, con quilla de la región dorsal a la apical; borde no expandido alrededor del hilo; células en la región lateral uniforme, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales ligeramente elevado, recto; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; microrelieve verrugoso; RHM 0.25-0.67 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 32. *Neobuxbaumia tetetzo*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con anthesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto escamoso. Foto: OTV y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Neobuxbaumia tetetzo (F.A.C. Weber) Backeb., Blätt. Kakteenf. 6. 1938.

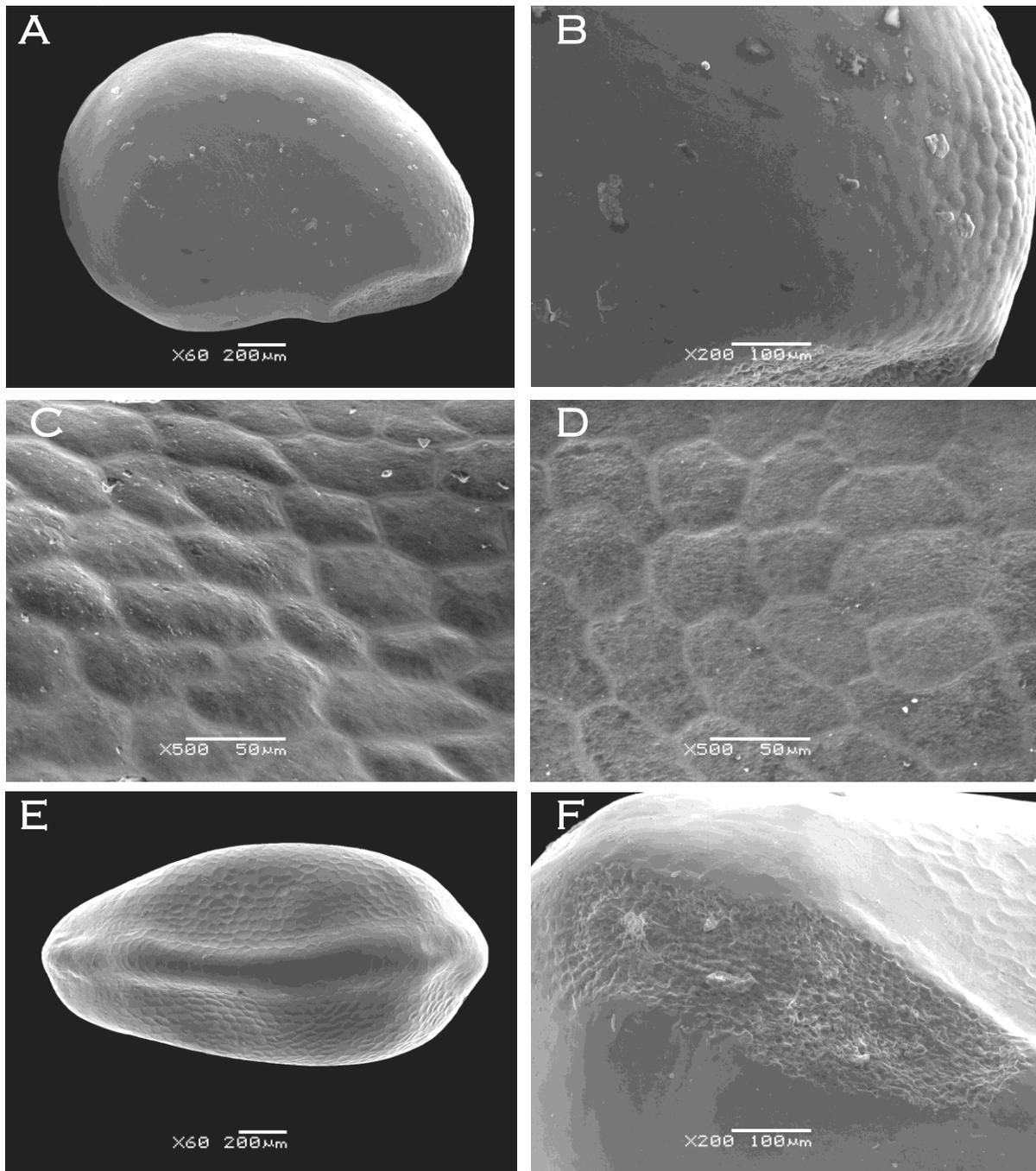


Figura 33. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

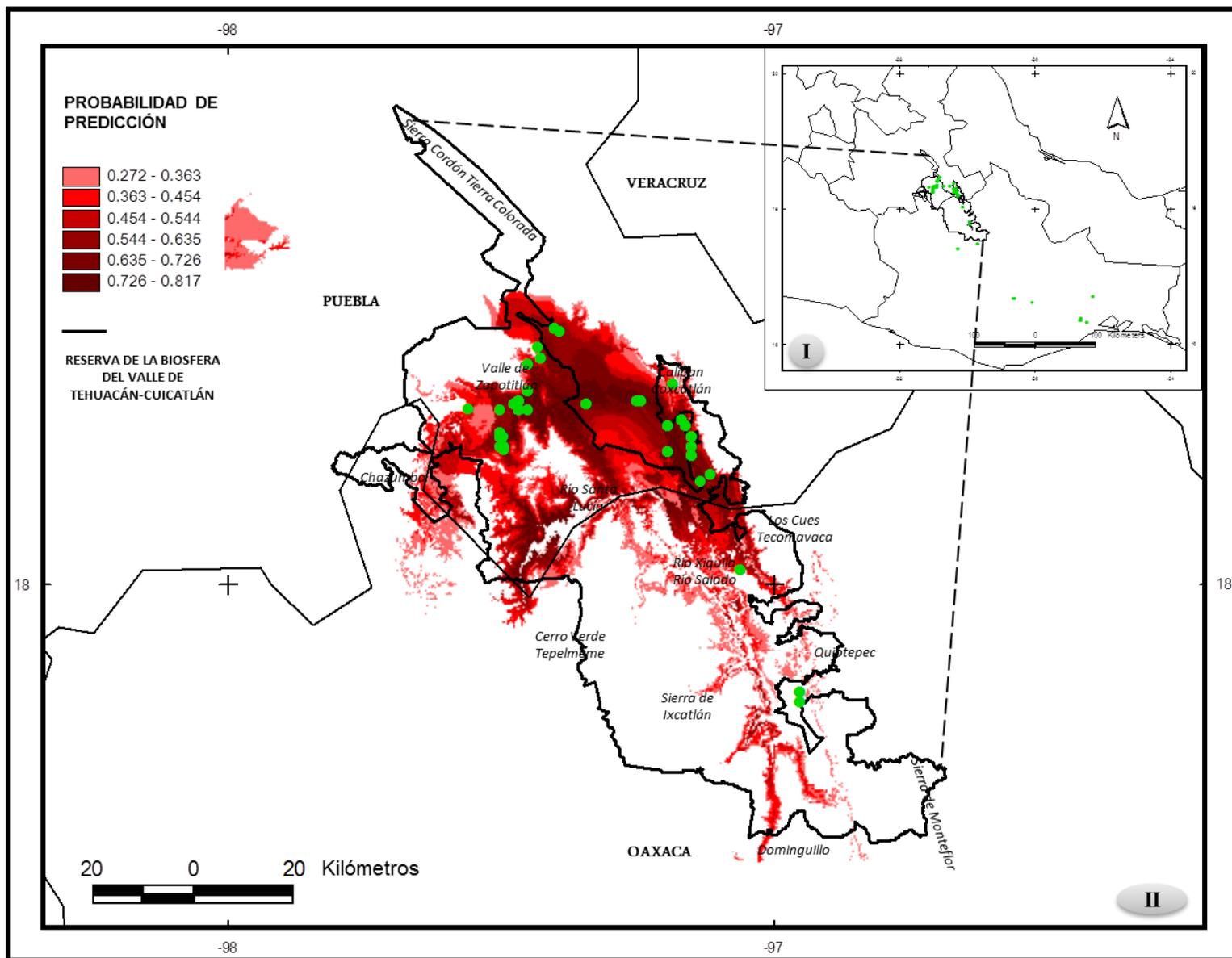


Figura 34. I. Distribución conocida de *Neobuxbaumia tetetzo* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Pachycereus grandis Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12(10): 421. 1909.

Sinonimia. *Cereus bergerianus* Vaupel, 1913.

Plantas arborescentes hasta 10 m de alto. Tallos con ramificación en la parte media, 10-20 cm de ancho, ascendentes, erectos y arqueados; costillas 8-10, margen agudo; aréolas 6-13 mm de largo, 5-8 mm de ancho, elípticas, distantes entre sí 2-3.1 cm, con surco interareolar parcial; espinas radiales 6-10, 0.5-1.7 cm de largo, ligeramente aplanadas, divergentes, grises; espina central 1 (-2), 2.3-3.8 cm de largo, aciculares, porrectas, grises, ápice negro; zona fértil apical, pardo oscura. Flores campanulado-infundibuliformes, 7.5-8.9 cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas, aréolas con tricomas y a veces con espinas cortas, anthesis nocturna, blanco-verdosas, dispuestas cerca del ápice. Frutos globosos, 3.8-5.9 cm de largo, 4.1-5.8 cm de ancho, pardo amarillentos, brácteas no rígidas, aréolas con tricomas abundantes que cubren el fruto, espinosos, dehiscencia apical, pulpa jugosa, generalmente roja a púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, extremadamente grande, 3.81-5.45 mm de largo, 2.42-4.19 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, lisa, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica hexagonales, relieve de las paredes anticlinales elevado, recto; intersticios minuciosamente punteados en la región lateral, escasos; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; microrelieve verrugoso; RHM 1.40-2.58 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.

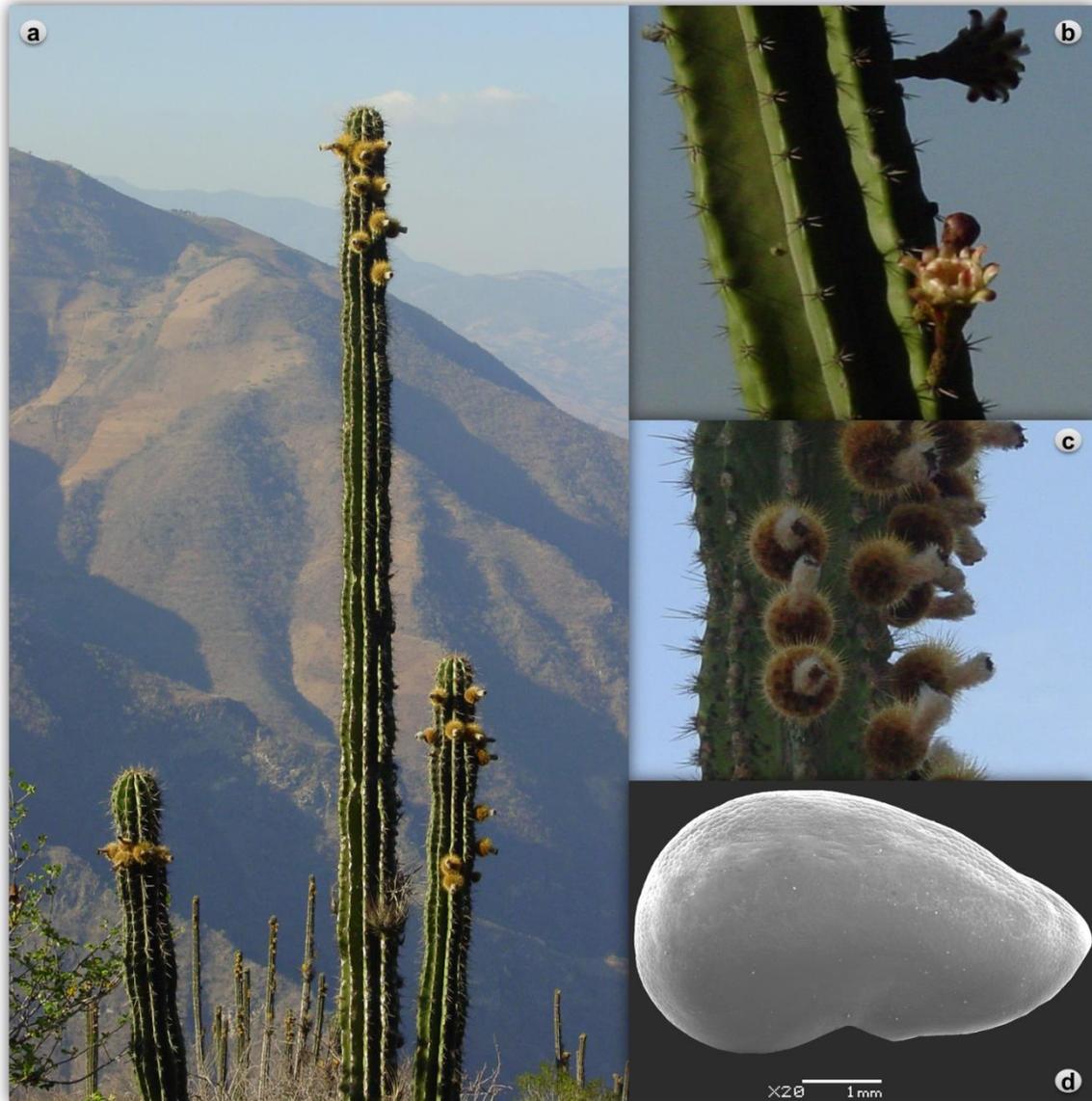


Figura 35. *Pachycereus grandis*. a) Ramas, b) Flor con antesis nocturna, c) Fruto espinoso. Fotos: OTV y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Pachycereus grandis Rose, Contr. U.S. Natl. Herb. 12(10): 421. 1909.

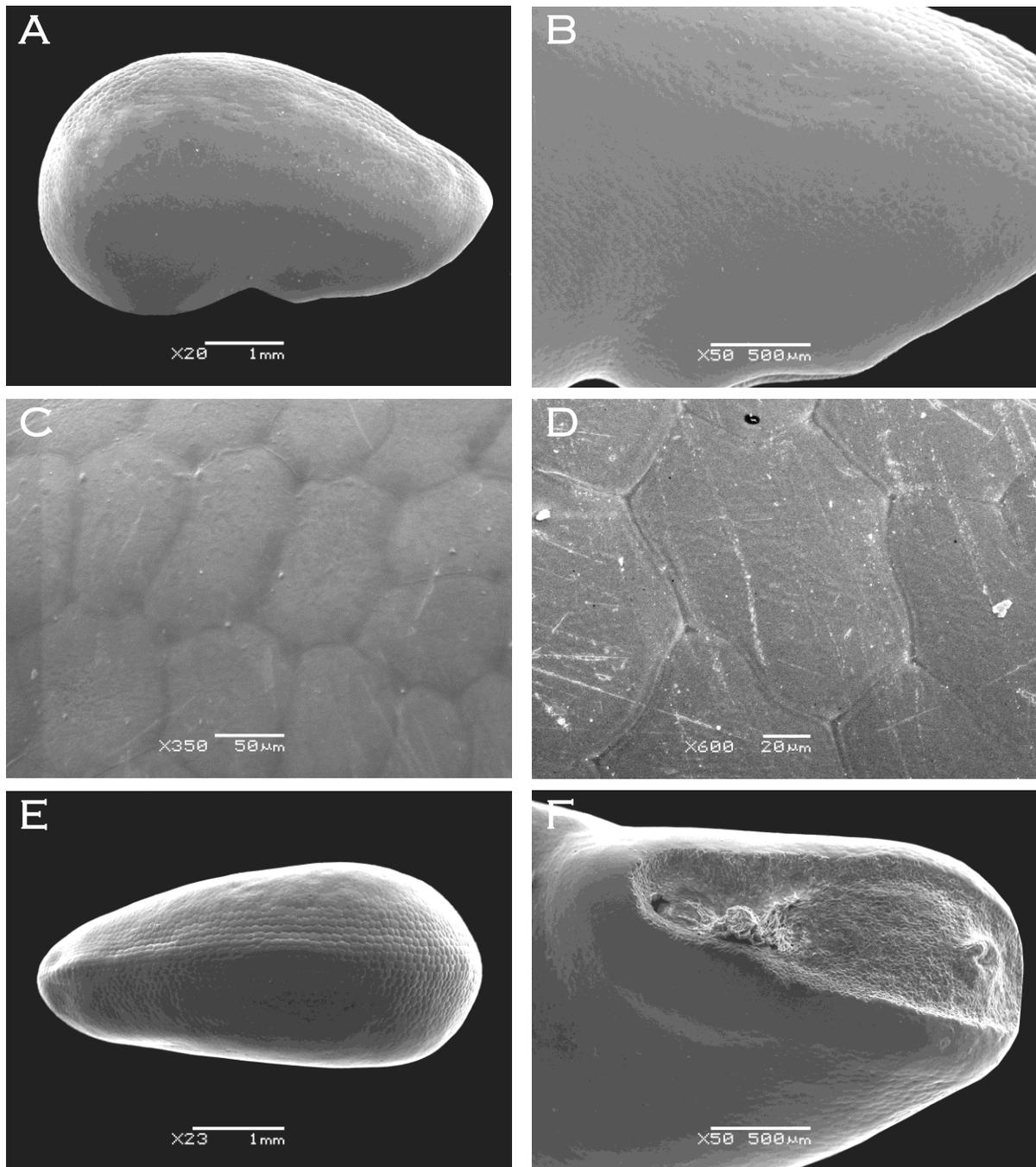


Figura 36. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

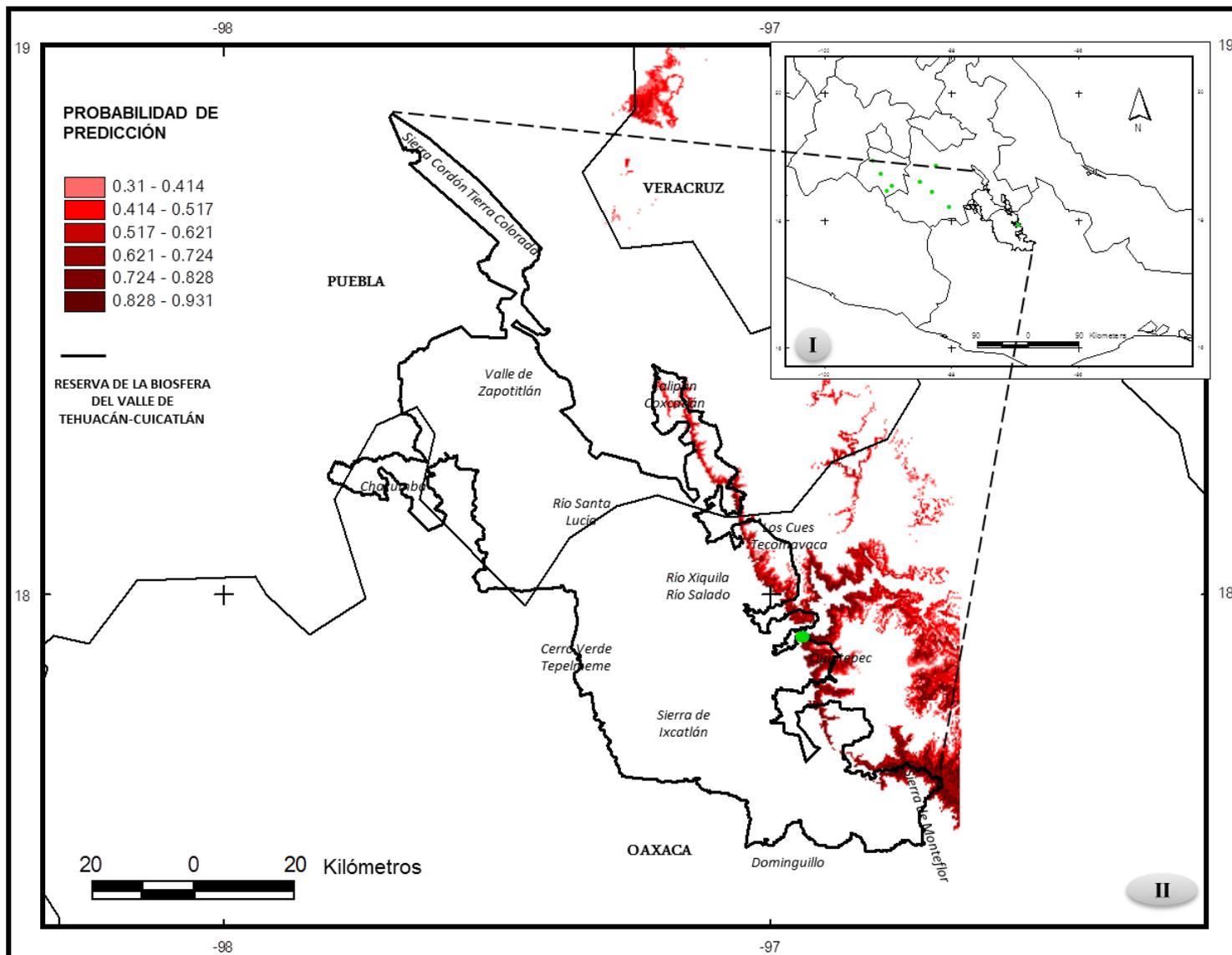


Figura 37. I. Distribución conocida de *Pachycereus grandis* en México (puntos): Morelos, Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Pachycereus weberi (J.M. Coult.) Backeb., Die Cactaceae 4: 2152. 1960.

Sinonimia. *Cereus weberi* J.M. Coult., 1896. *Lemaireocereus weberi* (J.M. Coult.) Britton & Rose, 1909;
Ritterocereus weberi (J.M. Coult.) Backeb., 1951; *Stenocereus weberi* (J.M. Coult.) Buxb., 1961.

Cereus candelabrum F.A.C. Weber ex K. Schum., 1897.

Pachycereus grandis Rose var. *gigas* Backeb., 1941; *Pachycereus gigas* (Backeb.) Backeb., 1960;

Pachycereus weberi (J.M. Coult.) Backeb. var. *gigas* (Backeb.) P.V. Heath, 1992.

Plantas arborescentes hasta 15 m de alto. Tallos con ramificación en la parte media, numerosos, erectos; costillas 8-10 (-11), margen agudo; aréolas 1-1.3 cm de largo, 5-7 mm de ancho, elípticas, distantes entre sí 2.8-5 cm, con surco interareolar completo; espinas radiales 7-10, 0.5-1.8 (-3.5) cm de largo, delgadas, divergentes, flexibles, blanco-grisáceas; espina central 1, 2.4-4.5 cm de largo, descendente, aplanada lateralmente, pardo oscura a gris; zona fértil apical. Flores infundibuliformes, 8.8-10 (-14) cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas, aréolas con tricomas y a veces con espinas cortas, anthesis nocturna, blanco-amarillentas, dispuestas cerca del ápice a lateral. Frutos globosos a elipsoides, 4.1-6.3 cm de largo, 3.4-5.4 cm de ancho, rojos a púrpuras, brácteas no rígidas, aréolas con tricomas escasos que no cubren al fruto, espinosos, dehiscencia longitudinal, pulpa jugosa, generalmente roja a púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, muy grande, 2.38-3.54 mm de largo, 1.68-2.38 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, lisa, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales elevado, recto; intersticios minuciosamente punteados en todas las regiones; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; microrelieve verrugoso; RHM 0.52-1.02 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.

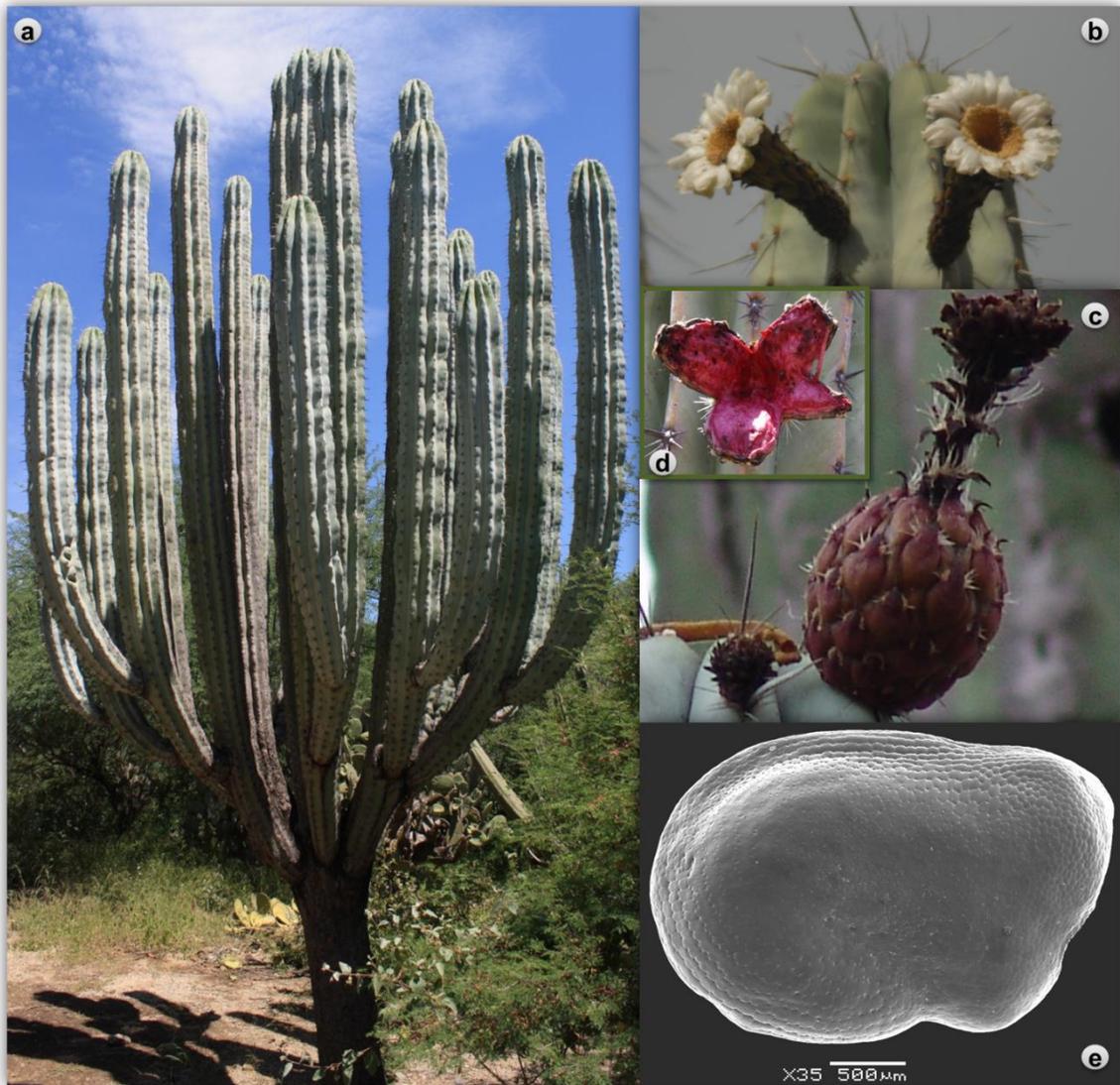


Figura 38. *Pachycereus weberi*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto espinoso. Foto: OTV, d) Dehiscencia del fruto. Foto: DFE y e) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Pachycereus weberi (J.M. Coult.) Backeb., Die Cactaceae 4: 2152. 1960.

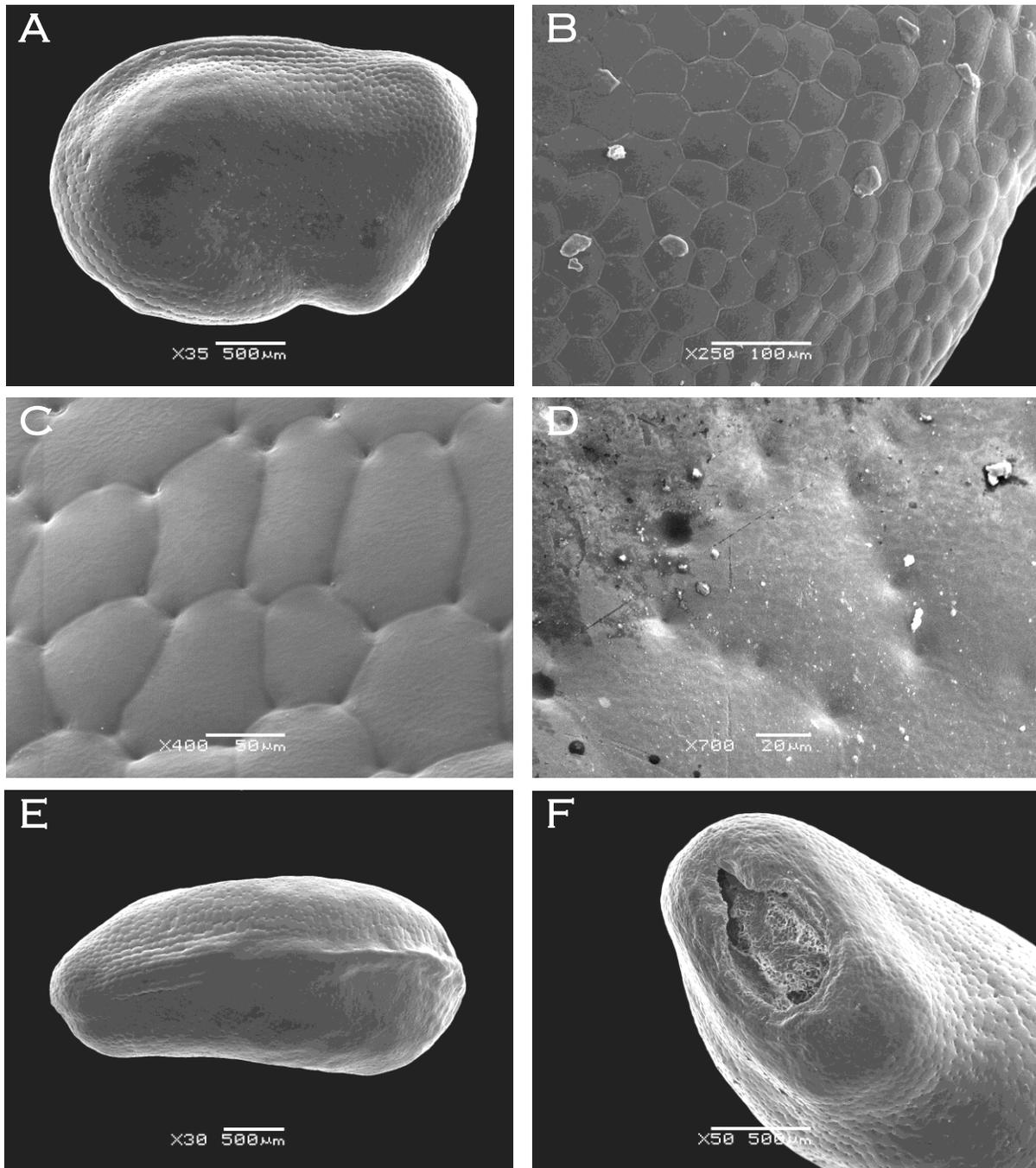


Figura 39. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

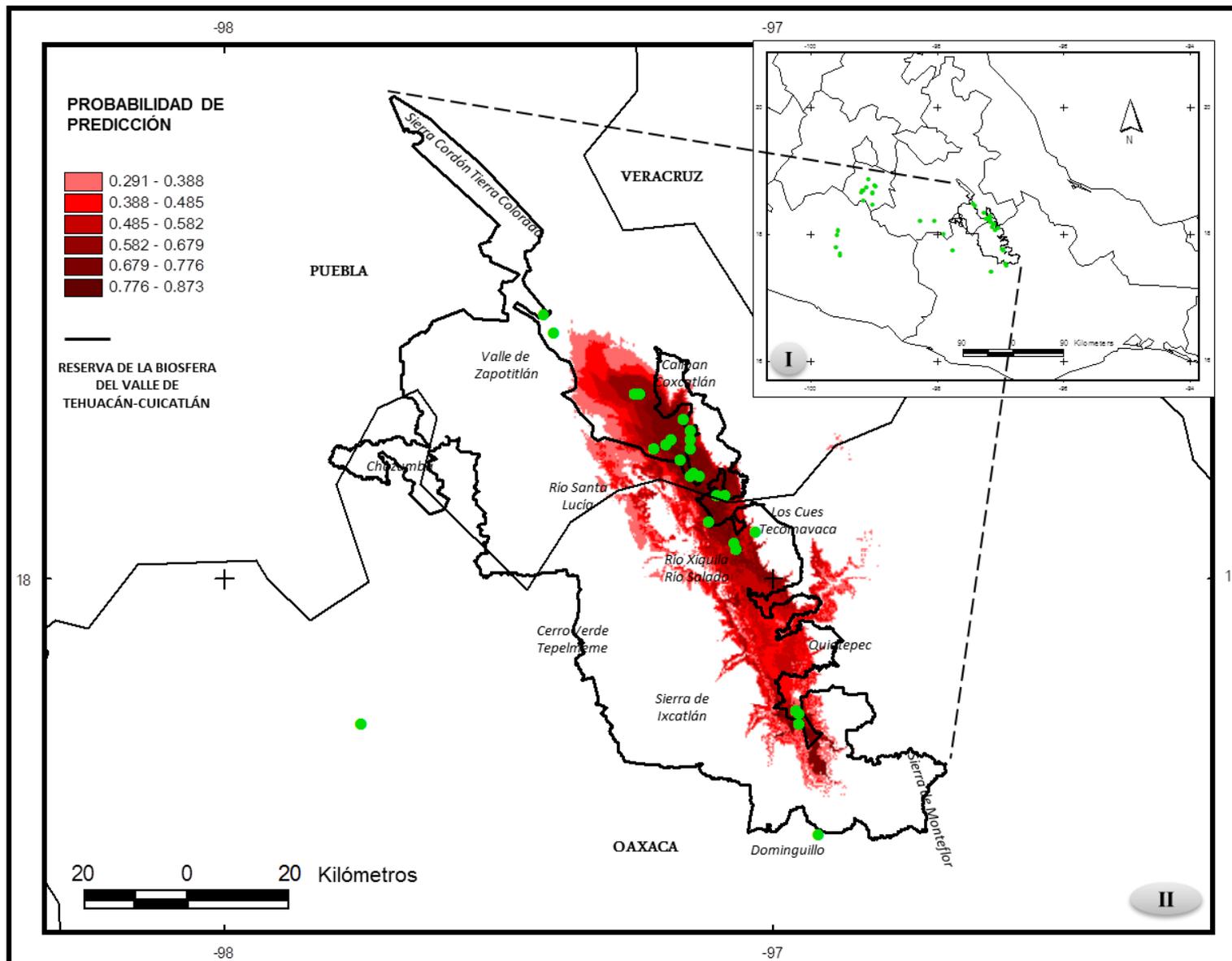


Figura 40. I. Distribución conocida de *Pachycereus weberi* en México (puntos): Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Pilosocereus chrysacanthus (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Byles & G.D. Rowley, Cact. Succ. J. Gr. Brit. 19(3): 66. 1957.

Sinonimia. *Pilocereus chrysacanthus* F.A.C. Weber ex K. Schum., 1897; *Cereus chrysacanthus* (F.A.C. Weber) Orcutt, 1902; *Cephalocereus chrysacanthus* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Britton & Rose, 1909. *Pilocereus tehuacanus* Weing., 1927; *Cephalocereus tehuacanus* (Weing.) Borg, 1951; *Pilosocereus tehuacanus* (Weing.) Byles & G. D. Rowley, 1957.

Plantas arborescentes 3-6 m de alto, con ramificación difusa, ascendentes o ligeramente arqueados; costillas 9-12 (-13); aréolas ca. 5 mm de largo, circulares a elípticas, distantes entre sí 0.8-1.4 cm; espinas 12-26, 1-4 cm de largo, aciculares, divergentes, cuando jóvenes amarillo claras, después grises; pseudocefalio lateral, discontinuo, blanco-amarillento. Flores corto-infundibuliformes, 7-8 cm de largo, pericarpelo y tubo receptacular desnudos, anthesis nocturna, rosa-púrpuras, dispuestas desde el ápice a lateral. Frutos subglobosos, 3-3.8 cm de largo, 3-4 (-5) cm de ancho, púrpuras, pulpa jugosa, roja o púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, grande, 1.61-2.11 mm de largo, 1.17-1.56 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, lisa, con quilla de la región dorsal a la apical; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en todas las regiones; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; sin microrelieve; RHM 0.40-0.66 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 41. *Pilosocereus chrysacanthus*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto. Foto: HCM y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Pilosocereus chrysacanthus (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Byles & G.D. Rowley, Cact. Succ. J. Gr. Brit. 19(3): 66.

1957.

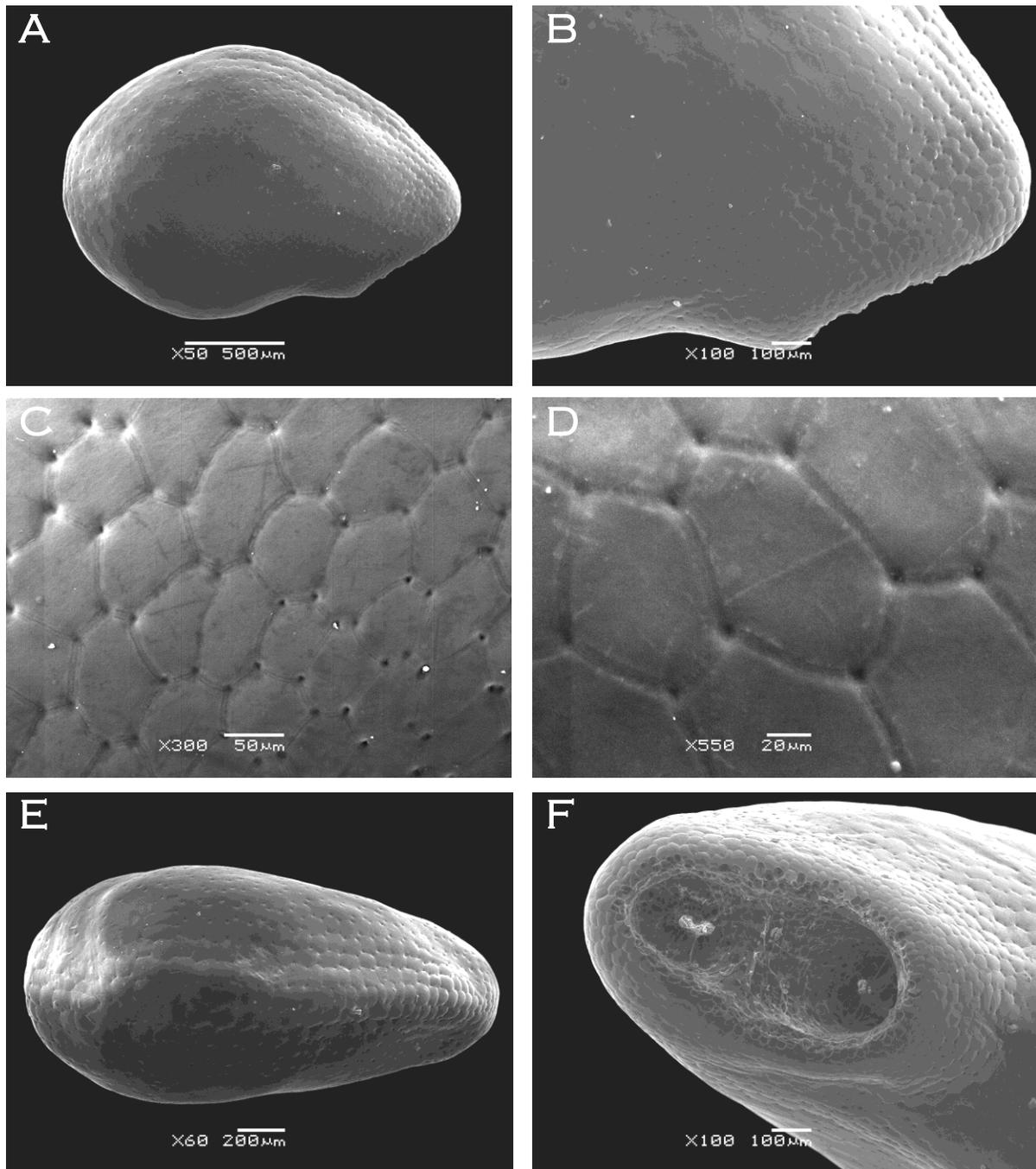


Figura 42. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

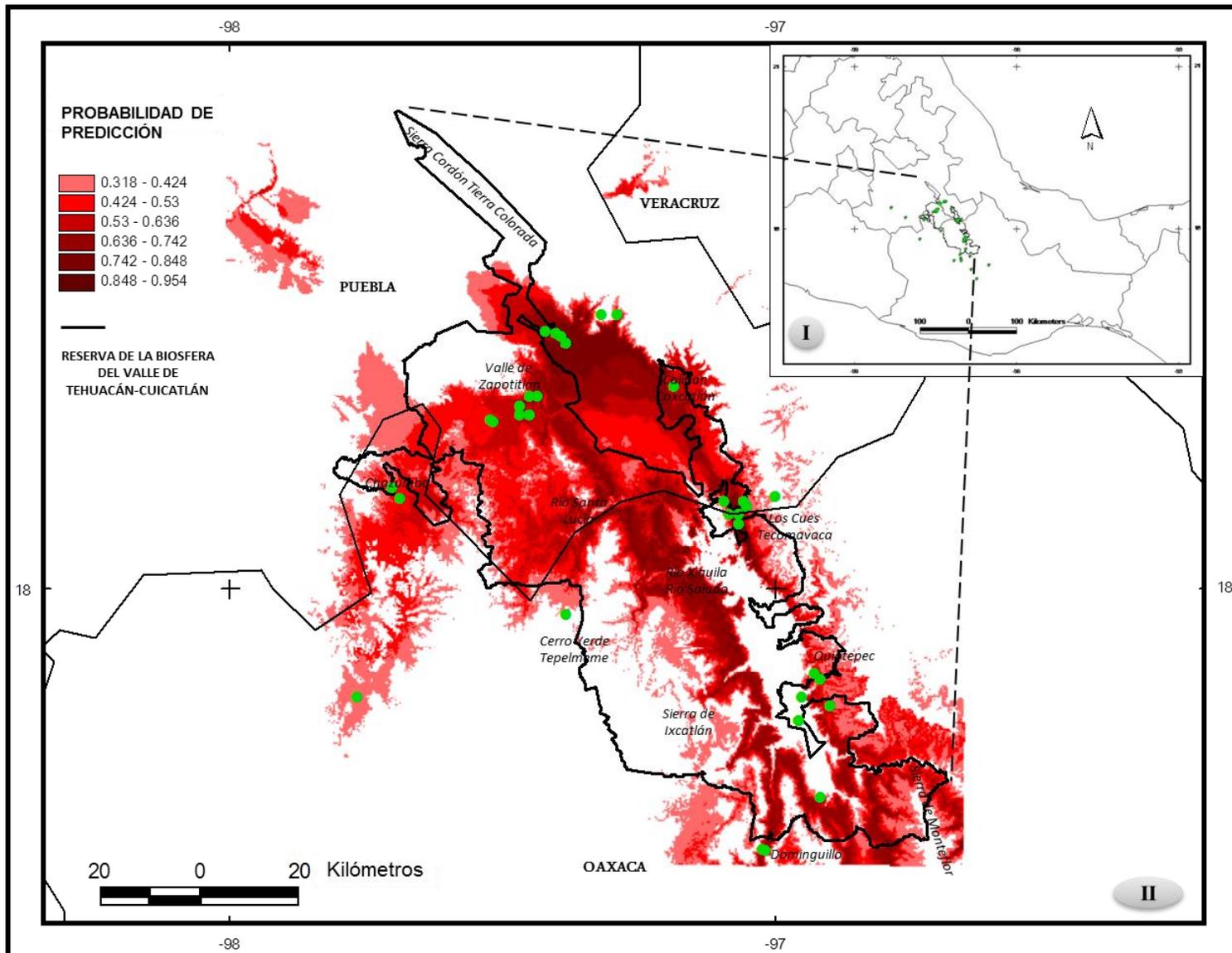


Figura 43. I. Distribución conocida de *Pilosocereus chrysacanthus* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Polaskia chende (Gosselin) A.C. Gibson & K. E. Horak, Ann. Missouri Bot. Gard. 65: 1006. 1979.

Sinonimia. *Cereus chende* Gosselin, 1905; *Lemaireocereus chende* (Gosselin) Britton & Rose, 1920; *Heliabravoa chende* (Gosselin) Backeb., 1956; *Myrtillocactus chende* (Gosselin) P.V. Heath, 1992. *Cereus del-moralii* J.A. Purpus, 1909.

Plantas arborescentes 3-5 m de alto. Tallos con ramificación difusa, erectos o ligeramente arqueados; costillas 7-8 (-9); aréolas 4-5 mm de largo, circulares a elípticas, distantes entre sí 1-2 cm; espinas radiales 5-6, 0.5-1.8 (-3) cm de largo, 0.4-0.8 cm de ancho, subuladas, rectas, grises; espina central 0-1, rudimentaria; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores infundibuliformes, 4.5-5 cm de largo, tubo receptacular menor que el pericarpelo, anthesis diurna, rojo-púrpuras, rosas o blancas. Frutos globosos, 2.5-3.5 cm de largo, 3.5-4 cm de ancho, púrpuras, espinosos, pulpa jugosa, púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.33-1.72 mm de largo, 1.07-1.45 mm de ancho, lustrosa, negra, ruminada, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral abruptamente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios con cráteres en todas las regiones, minuciosamente punteados en el BHM; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones; microrelieve con estriaciones gruesas en toda la pared periclinal; RHM 0.65-0.91 mm de largo, oblicuo, ligeramente marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.

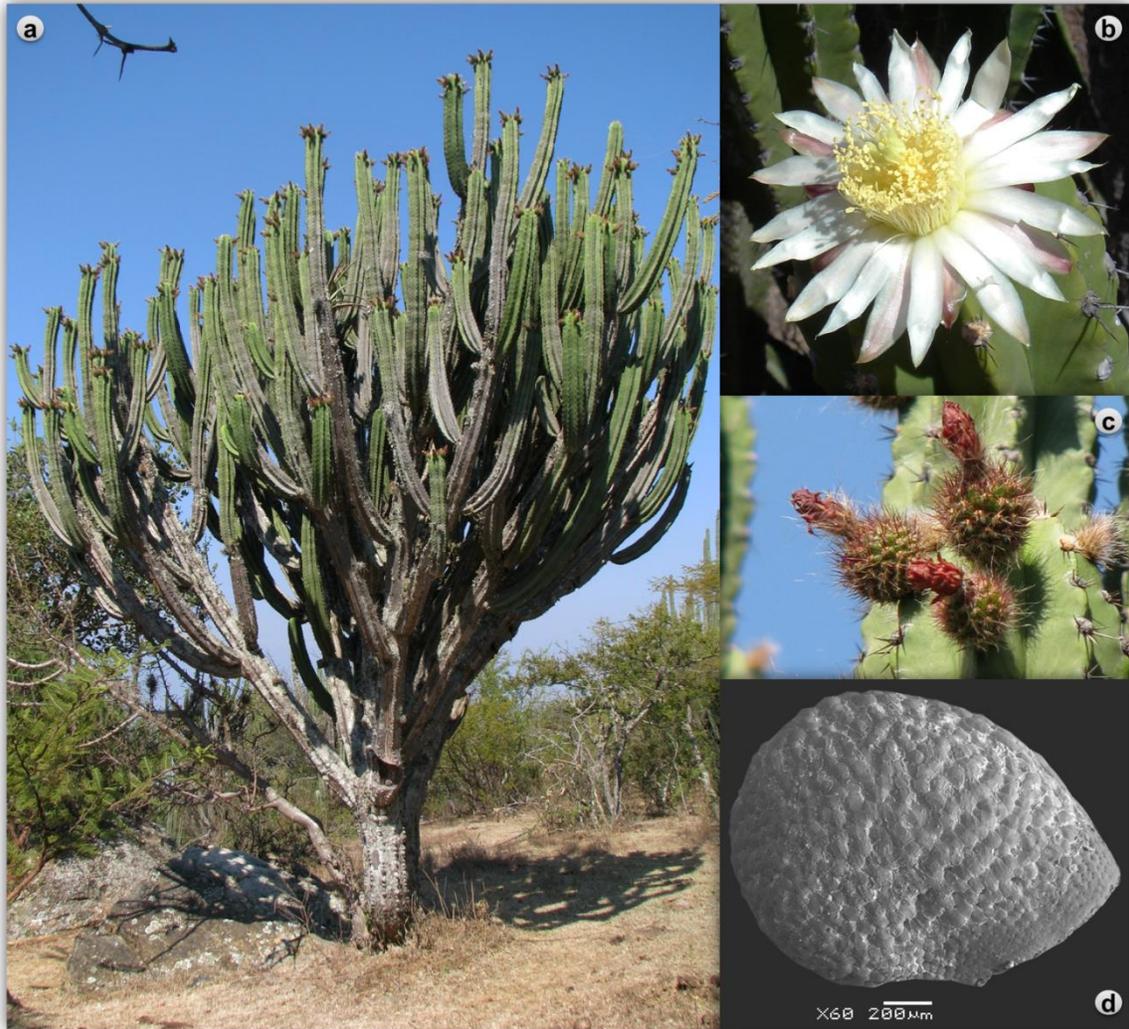


Figura 44. *Polaskia chende*. a) Hábito arborescente, b) Flor con antesis diurna, c) Fruto espinoso. Fotos: OTV y d) Semilla ruminada. Foto: REQZ.

Polaskia chende (Gosselin) A.C. Gibson & K. E. Horak, Ann. Missouri Bot. Gard. 65: 1006. 1979.

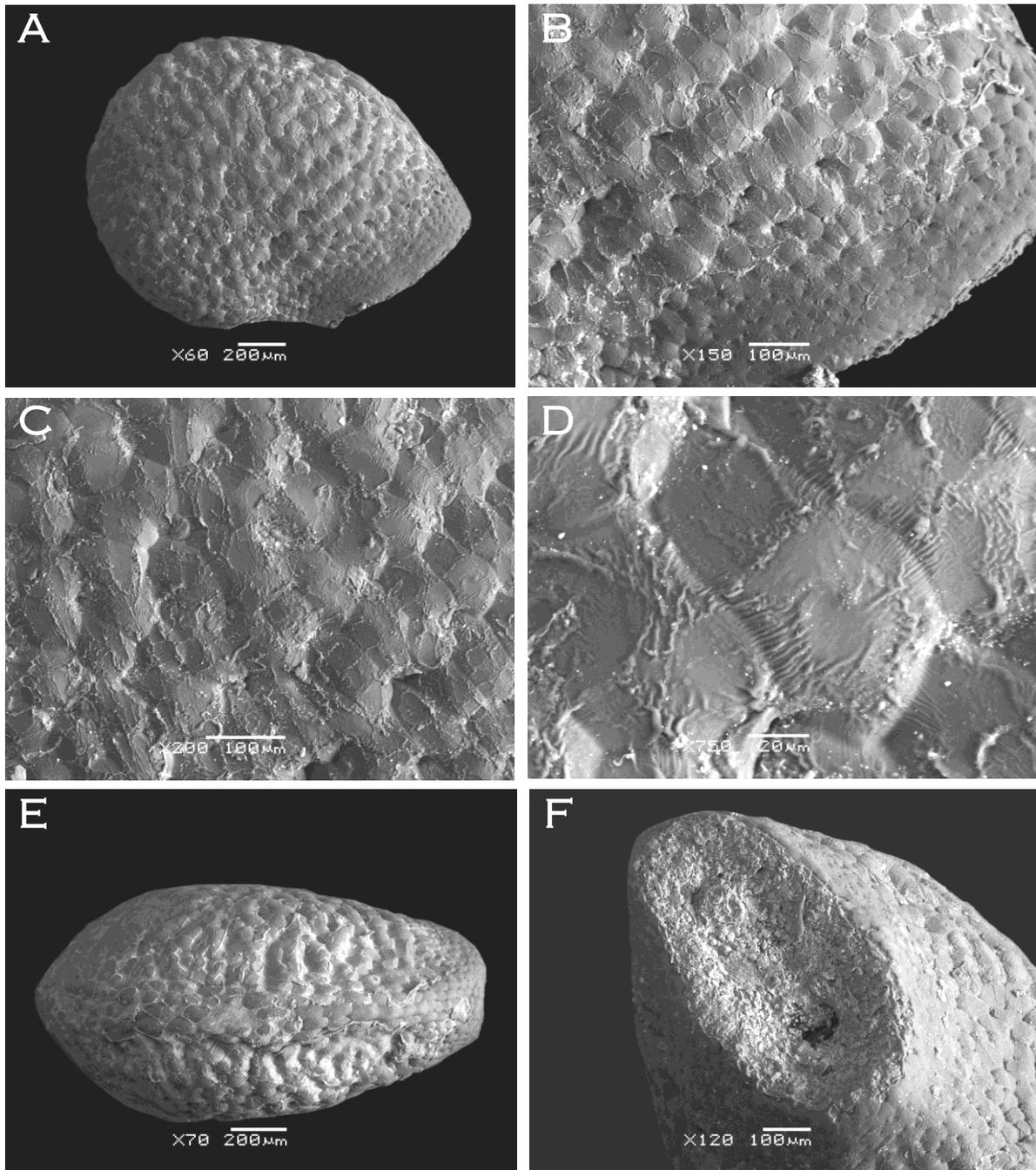


Figura 45. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

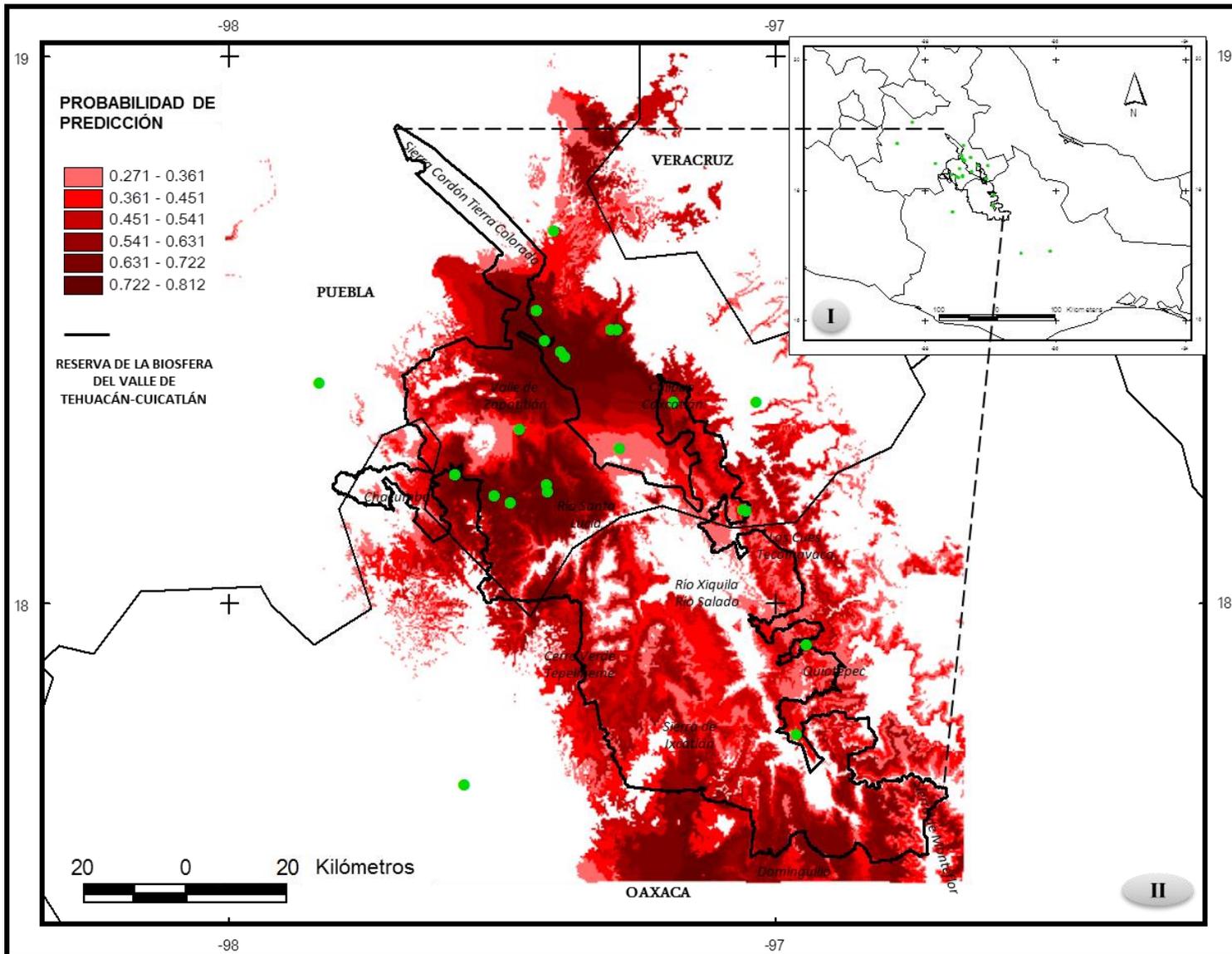


Figura 46. I. Distribución conocida de *Polaskia chende* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. Especie endémica al Valle de Tehuacán-Cuicatlán. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Polaskia chichipe (Gosselin) Backeb., Blatt. Sukkulentk. 1: 4. 1949.

Sinonimia. *Cereus chichipe* Gosselin, 1905; *Lemaireocereus chichipe* (Gosselin) Britton & Rose, 1920;
Myrtillocactus chichipe (Gosselin) P.V. Heath, 1992.
Cereus mixtecensis J.A. Purpus, 1909; *Lemaireocereus mixtecensis* (J.A. Purpus) Britton & Rose, 1909.

Plantas arborescentes hasta 5 m de alto. Tallos con ramificación profusa, ligeramente arqueados; costillas 9-12; aréolas 3-5 mm de largo, distantes entre sí 0.5-1 (-1.5) cm; espinas radiales 6-7, 0.3-1 cm de largo, subuladas, rectas, grises con ápice negro; espina central 1, 1-1.7 cm de largo, ca. 0.1 cm de ancho, generalmente presente, subulada, recta, gris; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores infundibuliformes, 2.2-3 cm de largo, tubo receptacular menor que el pericarpelo, anthesis diurna, verde-amarillentas. Frutos globosos, 2-3.2 cm de largo, 1.5-3 cm de ancho, rojos, espinosos, espinas caducas, pulpa jugosa, roja o púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.19-1.72 mm de largo, 1.04-1.50 mm de ancho, semi-mate, negra, ruminada, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios con cráteres en todas las regiones, minuciosamente punteados en el BHM; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones, ligeramente convexo en el BHM; microrelieve con estriaciones gruesas en toda la pared periclinal; RHM 0.65-0.98 mm de largo, oblicuo, superficial, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.

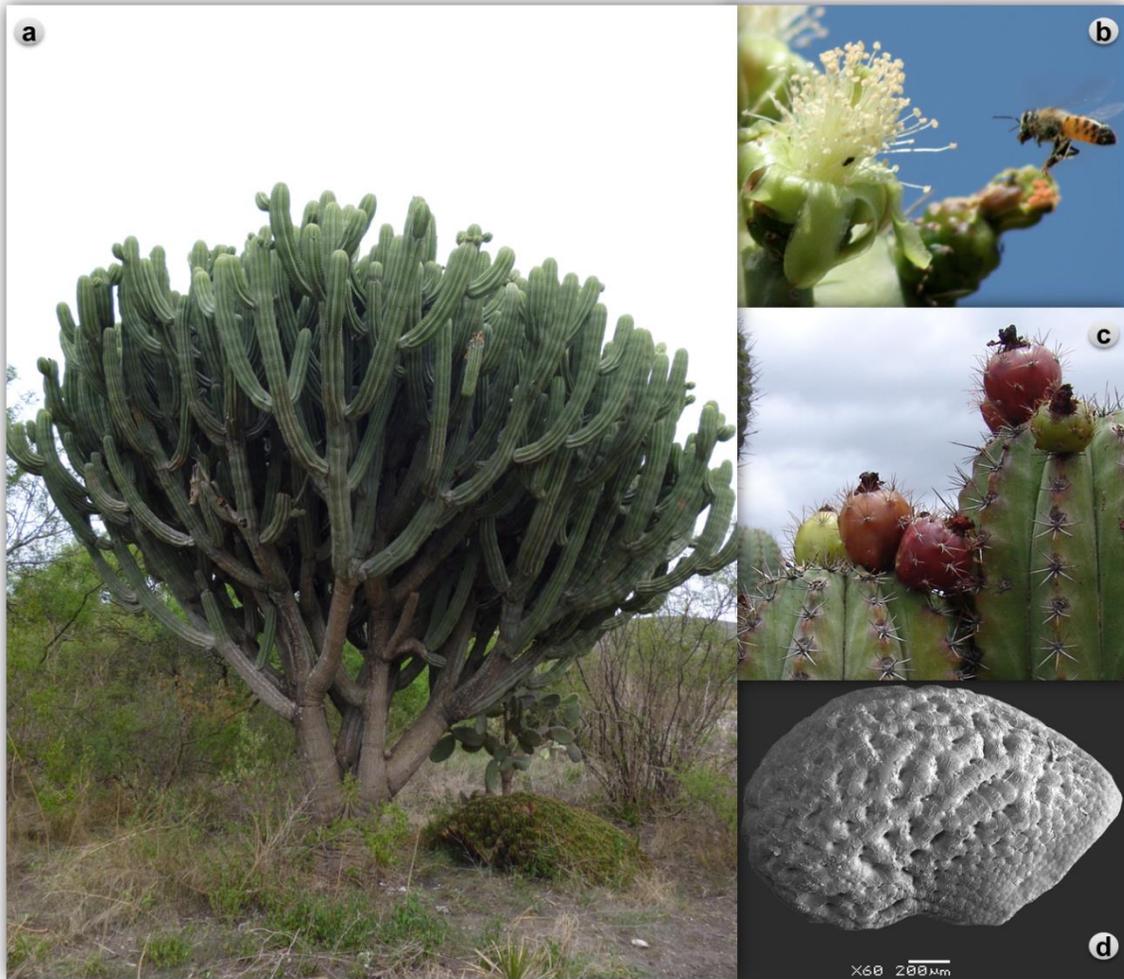


Figura 47. *Polaskia chichipe*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis diurna. Foto: OTV, c) Fruto espinoso; espinas caducas. Foto: OTV y d) Semilla ruminada. Foto: REQZ.

Polaskia chichipe (Gosselin) Backeb., Blatt. Sukkulentk. 1: 4. 1949.

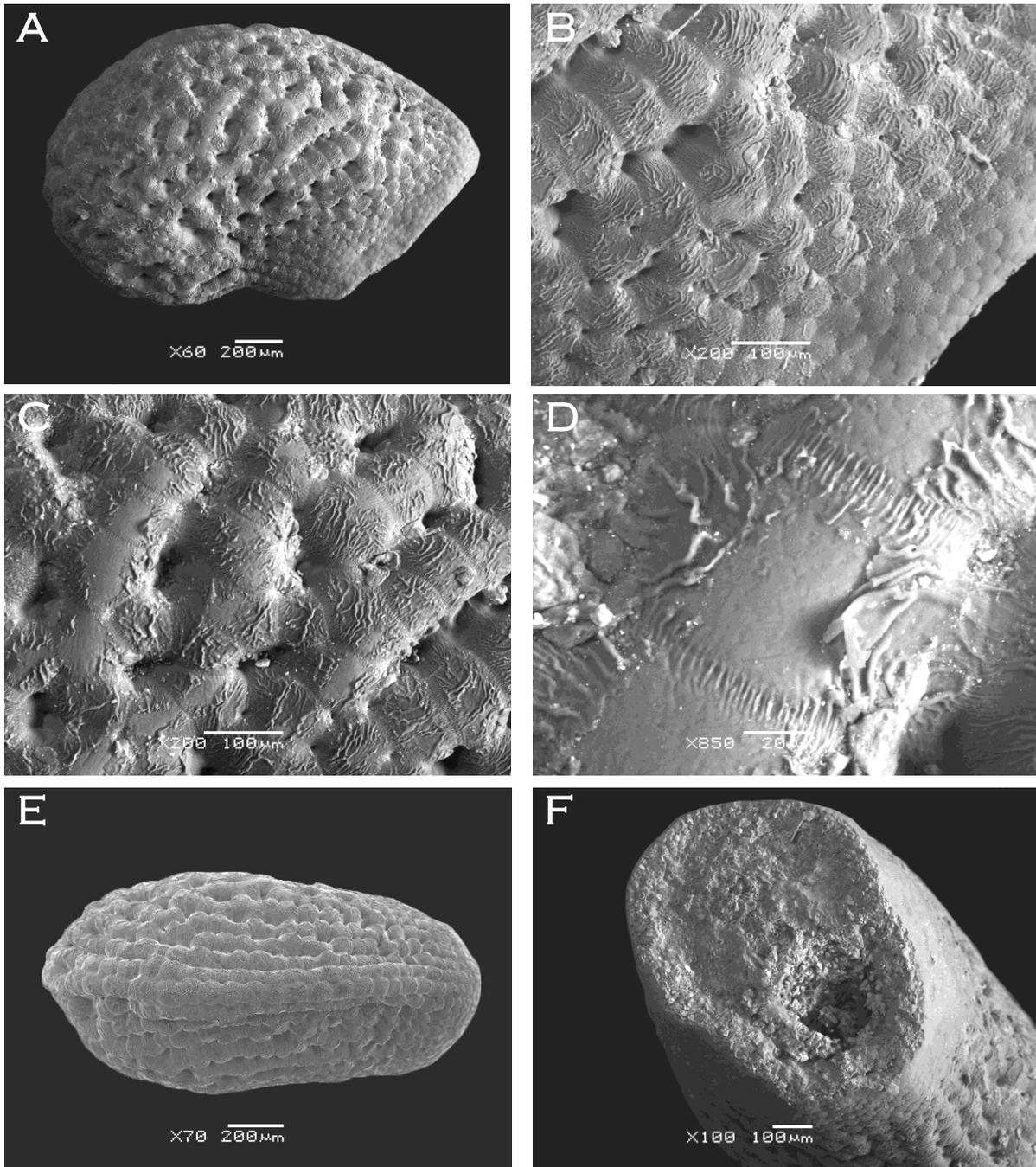


Figura 48. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

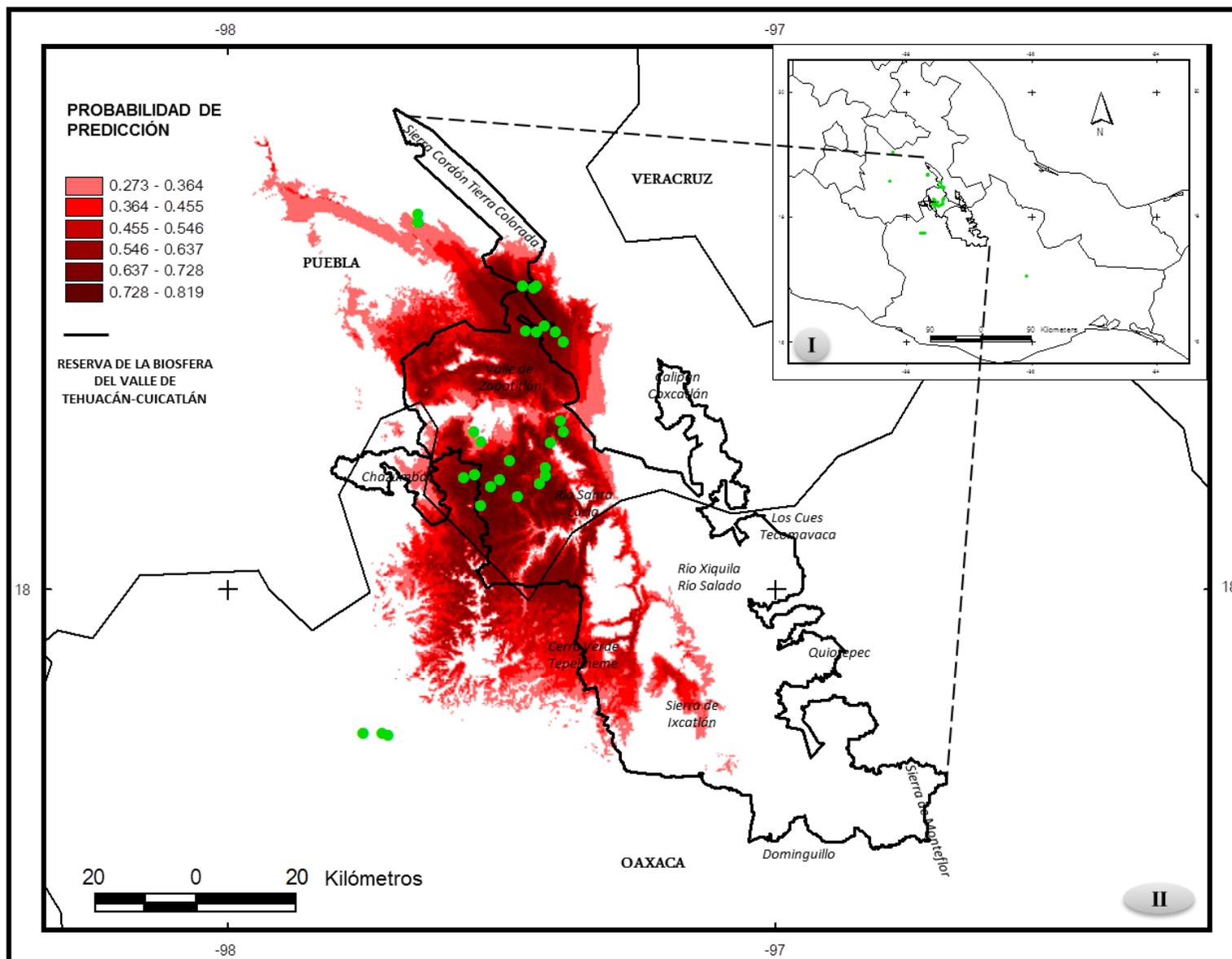


Figura 49. I. Distribución conocida de *Polaskia chichipe* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. Especie endémica al Valle de Tehuacán-Cuicatlán. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Pseudomitrocereus fulviceps (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Bravo & Backeb., Bot. Stud. 12: 99. 1961.

Sujeta a protección especial, Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001

Sinonimia. *Pilocereus fulviceps* F.A.C. Weber ex K. Schum., 1897; *Cereus fulviceps* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) A. Berger, 1905; *Mitrocereus fulviceps* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Backeb. ex Bravo, 1954; *Cephalocereus fulviceps* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) H.E. Moore, 1975; *Pachycereus fulviceps* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) D.R. Hunt, 1991; *Carnegiea fulviceps* (F.A.C. Weber ex K. Schum.) P.V. Heath, 1992.

Pachycereus chrysomallus (Lem.) Britton & Rose, 1909.

Plantas arborescentes hasta 12 m de alto. Tallos con ramificación profusa desde la parte media, ascendentes, ramas secundarias hasta 8 m de alto; costillas 11-14; aréolas 0.8-1 cm de largo, circulares a elípticas, distantes entre sí 1-1.5 cm, sin surco interareolar; espinas radiales 8-12, 1-2 cm de largo, aciculares, rígidas, pardo-amarillentas; espinas centrales ca. 3, 2 superiores ca. 2 cm de largo, 1 central 4-7 (-13) cm de largo, subuladas, rectas, rígidas, pardo-amarillentas; pseudocefalio apical, pardo. Flores anchamente infundibuliformes, 6-8 (-9) cm de largo, ca. 6 cm de ancho, pericarpelo y tubo receptacular con brácteas, aréolas con tricomas y espinas setosas largas, anthesis nocturna, color crema, dispuestas alrededor del ápice. Frutos globosos, ca. 3.4 cm de largo, ca. 3.7 cm de ancho, pardos, brácteas rígidas, lanosos, dehiscencia lateral, pulpa carnosa, blanca.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, grande, 2.30-2.87 mm de largo, 1.87-2.43 mm de ancho, lustrosa, negra, lisa, con quilla en la región dorsal; borde no expandido alrededor del hilo; células en la región lateral uniformes, de forma isodiamétrica hexagonales y tetragonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en la periferia, escasos en la región lateral; relieve de la pared periclinal plano en todas las regiones; microrelieve verrugoso; RHM 1.02-1.46 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 50. *Pseudomitrocereus fulviceps*. a) Hábito arbórescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto lanoso. Foto: DFE y d) Semilla lisa. Foto: REQZ.

Pseudomitrocereus fulviceps (F.A.C. Weber ex K. Schum.) Bravo & Backeb., Bot. Stud. 12: 99. 1961.

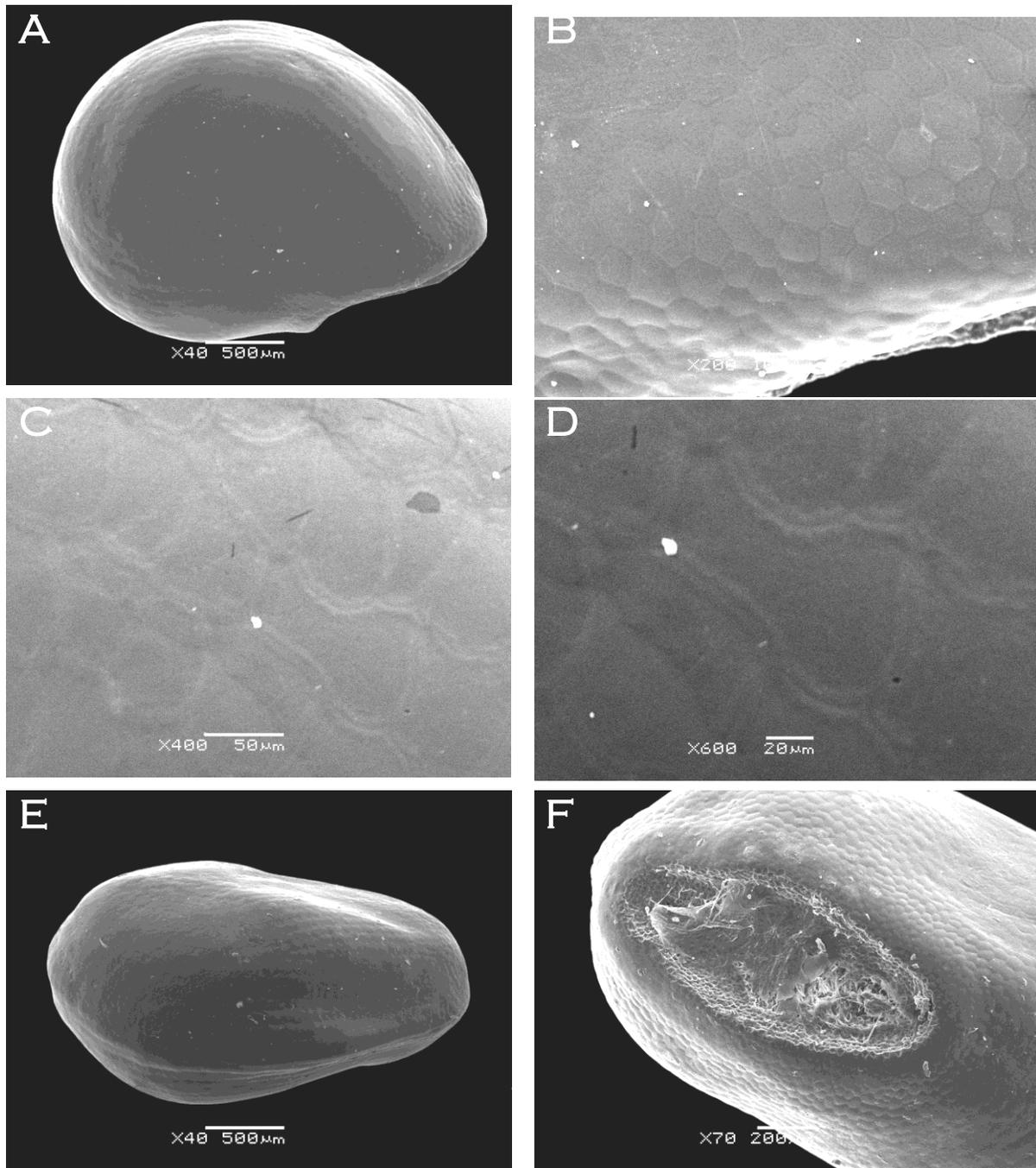


Figura 51. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

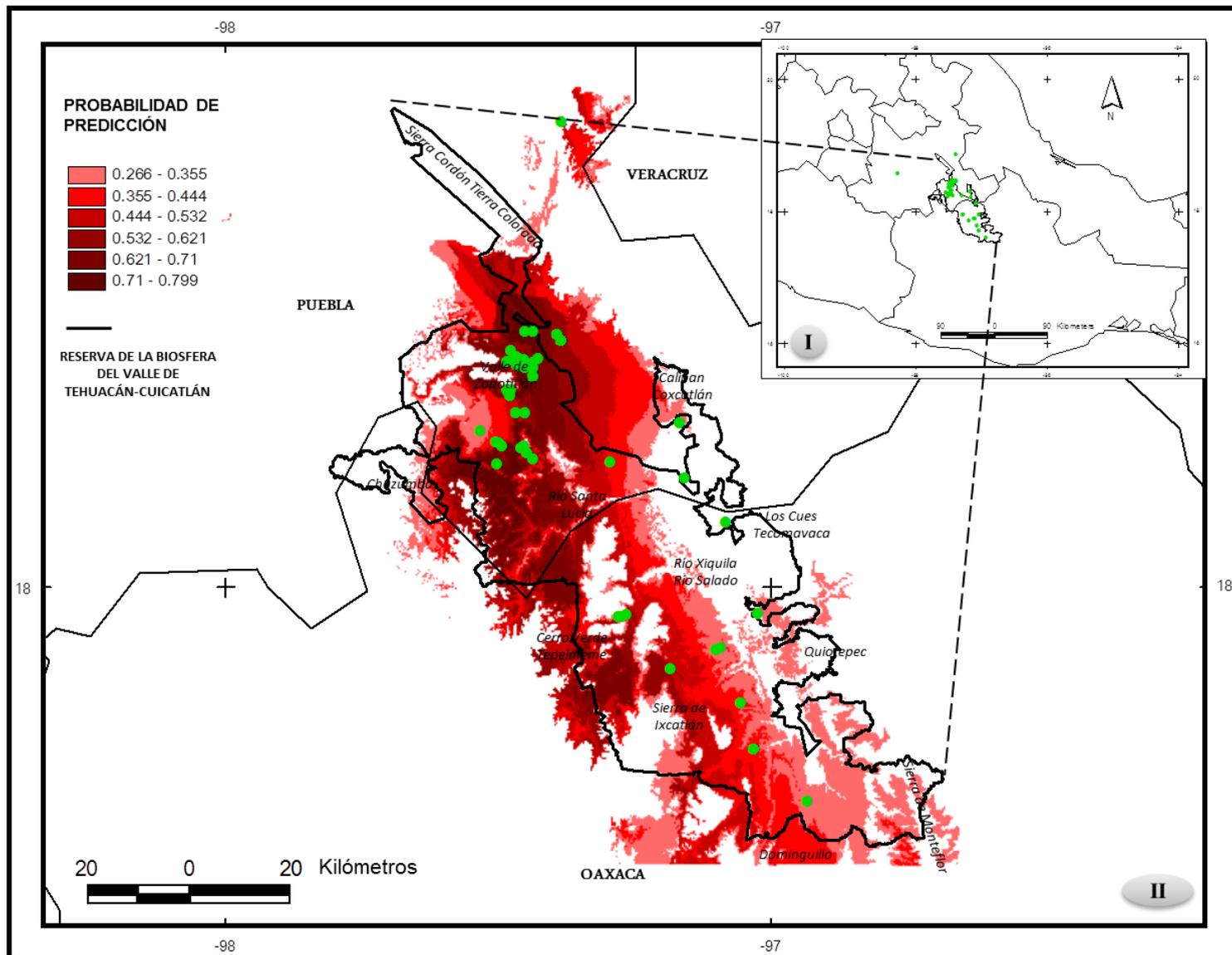


Figura 52. I. Distribución conocida de *Pseudomitrocereus fulviceps* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Stenocereus dumortieri (Scheidw.) Buxb., Bot. Stud. 12: 92. 1961.

Sinonimia. *Cereus dumortieri* Scheidw., 1837; *Lemaireocereus dumortieri* (Scheidw.) Britton & Rose, 1909; *Isolatocereus dumortieri* (Scheidw.) Backeb., 1942; *Rathbunia dumortieri* (Scheidw.) P.V. Heath, 1992.

Plantas arborescentes 5-7 m de alto. Tallos con ramificación profusa, los terminales hasta 4 m de largo, 10-15 cm de ancho, ensanchándose hacia la base, erectos o ligeramente arqueados, al contacto con el aire el parénquima no adquiere un tono oscuro; costillas 5-7 (-9), agudas en sección transversal, margen recto; aréolas 6-11 mm de largo, 3-6 mm de ancho, confluentes en los tallos maduros, fértiles orbiculares, aréolas de los tallos infértiles elípticas; espinas radiales 6-11, 0.4-1.5 cm de largo, aciculares, rectas, delgadas, flexibles, rojas o amarillas, después grises; espinas centrales 1 (-4), 1.5-5 cm de largo, a veces indistinguibles de las espinas radiales en los tallos viejos, aciculares, rectas, flexibles, amarillas luego grises; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores tubular-infundibuliformes, 4.5-6 cm de largo, ca. 3 cm de ancho, tubo receptacular mayor que el perianto, anthesis nocturna, púrpuras. Frutos oblongos, 2.7-3.5 cm de largo, 1.8-2.8 cm de ancho, anaranjados a rojos, pulpa jugosa.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.37-1.70 mm de largo, 1.00-1.19 mm de ancho, lustrosa, pardo oscura, ruminada, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados en todas las regiones, escasos; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones; microrelieve con estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal; RHM 0.55-0.73 mm de largo, oblicuo, ligeramente marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 53. *Stenocereus dumortieri*. a) Hábito arborescente. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto. Foto: DFE y d) Semilla ruminada. Foto: REQZ.

Stenocereus dumortieri (Scheidw.) Buxb., Bot. Stud. 12: 92. 1961.

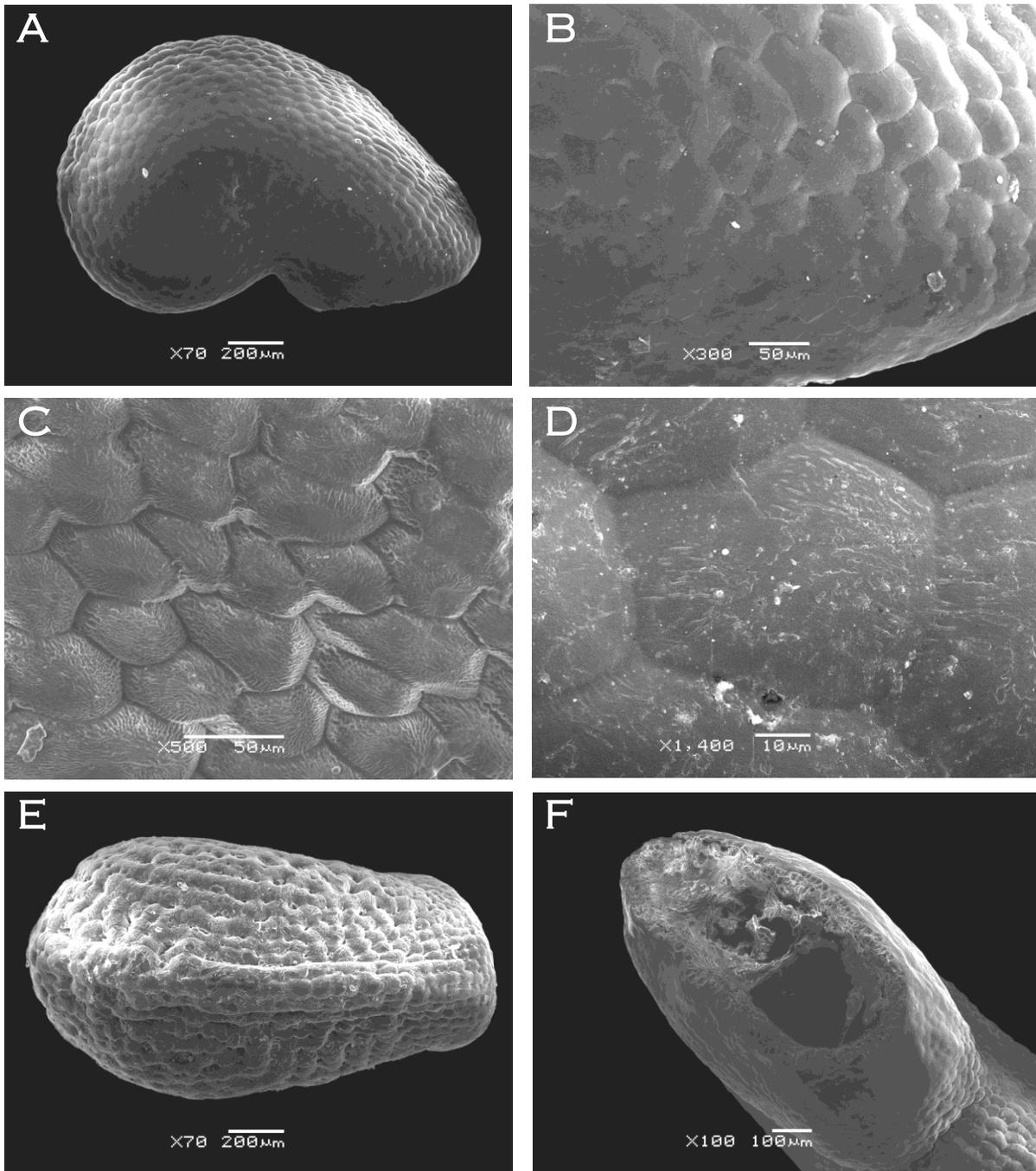


Figura 54. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

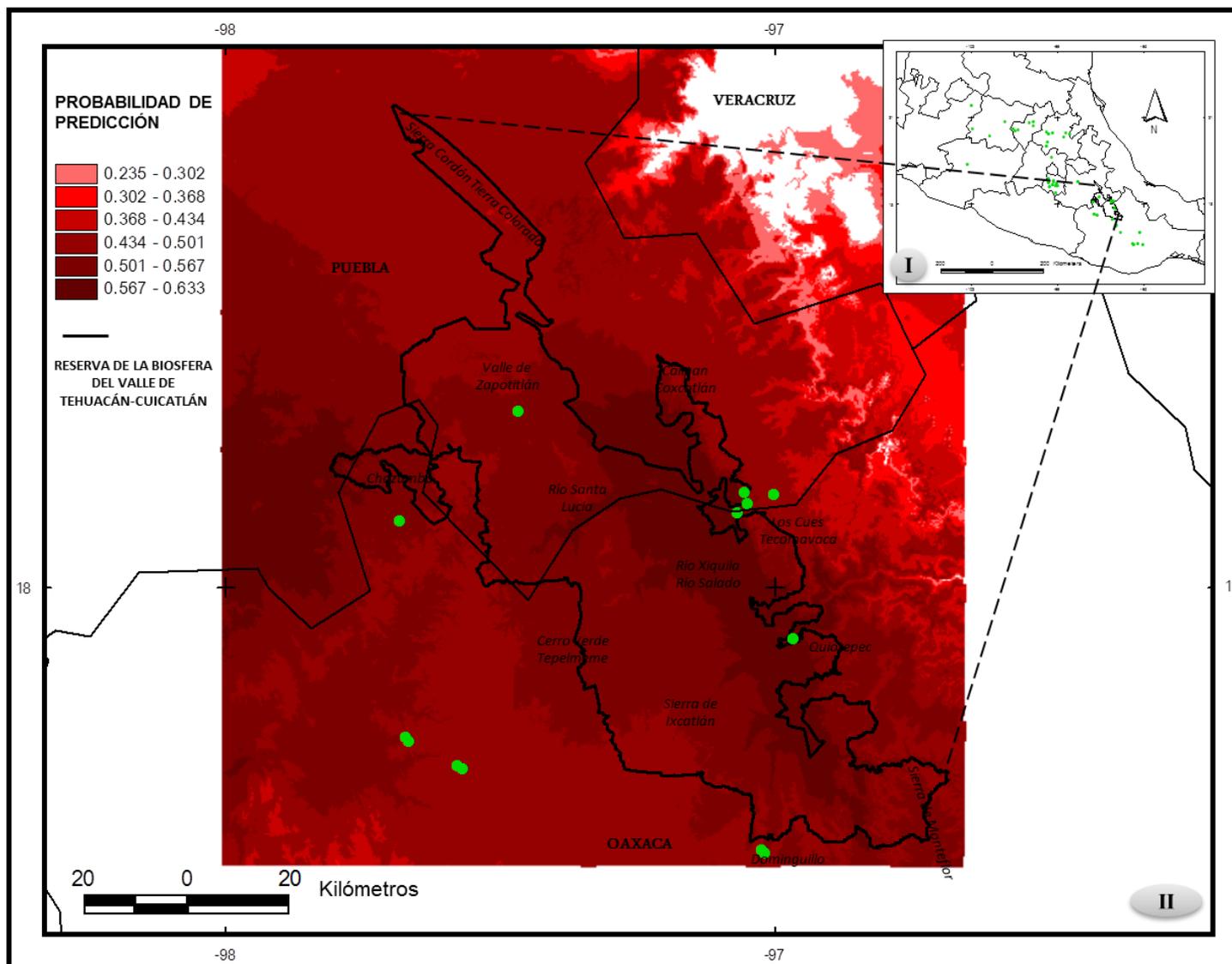


Figura 55. I. Distribución conocida de *Stenocereus dumortieri* en México (puntos): Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Veracruz. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Stenocereus pruinosus (Otto ex Pfeiff.) Buxb., Bot. Stud. 12: 101. 1961.

Sinonimia. *Echinocactus pruinosus* Otto ex Pfeiff., 1837; *Cereus pruinosus* (Otto ex Pfeiff.) C.F. Förster, 1846; *Lemaireocereus pruinosus* (Otto ex Pfeiff.) Britton & Rose, 1920; *Ritterocereus pruinosus* (Otto ex Pfeiff.) Backeb., 1951; *Rathbunia pruinosus* (Otto ex Pfeiff.) P.V. Heath, 1992.

Lemaireocereus longispinus Britton & Rose, 1920; *Stenocereus longispinus* (Britton & Rose) Buxb., 1961; *Rathbunia longispina* (Britton & Rose) P.V. Heath, 1992.

Plantas arborescentes hasta 5 m de alto. Tallos con ramificación difusa, 8-10 cm de ancho, ensanchándose hacia la base, semierectos o arqueados, ápice marcadamente pruinoso, blanquecino, al contacto con el aire el parénquima no adquiere un tono oscuro; costillas 5-6 (-8), obtusas en sección transversal, margen generalmente recto, a veces ondulado; aréolas 0.8-1 cm de largo, circulares, distantes entre sí 3-4 cm; espinas radiales 5-7 (-8), 1-2 cm de largo, subuladas, radiadas, rígidas, amarillas luego grises; espinas centrales 1-4, 1.5-4 cm de largo, subuladas, ascendentes, rígidas, grises; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores infundibuliformes, (7-) 8-9.5 cm de largo, tubo receptacular mayor que el perianto, anthesis nocturna, blancas con tonos rosados. Frutos ovoides, 4-6 (-8) cm de largo, 3.5-6 cm de ancho, rojos, púrpuras o anaranjado-verdosos, espinosos, espinas caducas, pulpa jugosa, roja a púrpura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, grande, 1.79-2.37 mm de largo, 1.24-1.71 mm de ancho, semi-mate, negra, rugosa, con quilla de la región dorsal a la apical; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral gradualmente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios con cráteres y minuciosamente punteados en todas las regiones; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones; microrelieve con estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal; RHM 0.51-0.99 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 56. *Stenocereus pruinosus*. a) Hábito arborescente; planta en crecimiento. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto espinoso; espinas caducas. Foto: OTV y d) Semilla rugosa. Foto: REQZ.

Stenocereus pruinosus (Otto ex Pfeiff.) Buxb., Bot. Stud. 12: 101. 1961.

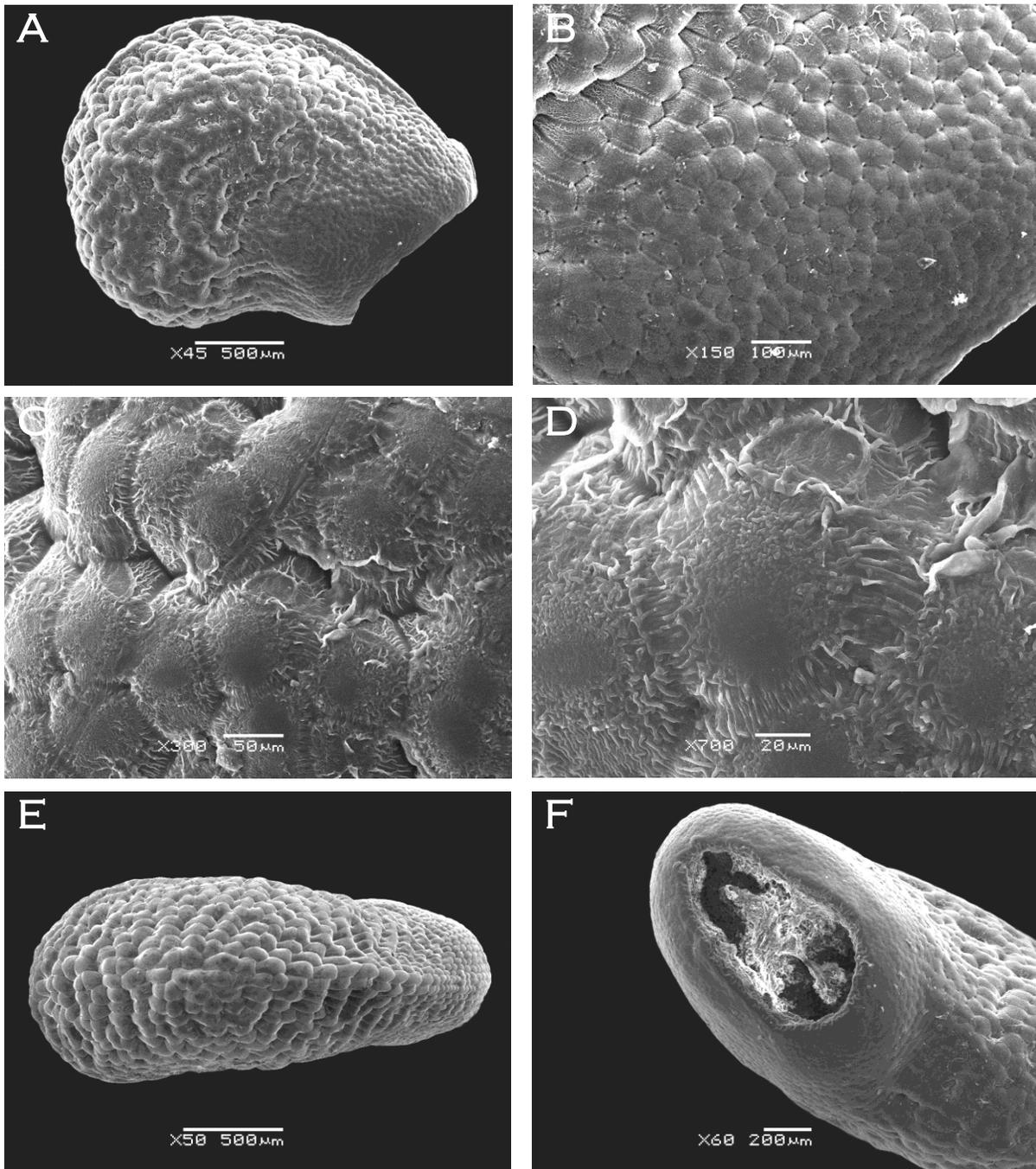


Figura 57. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

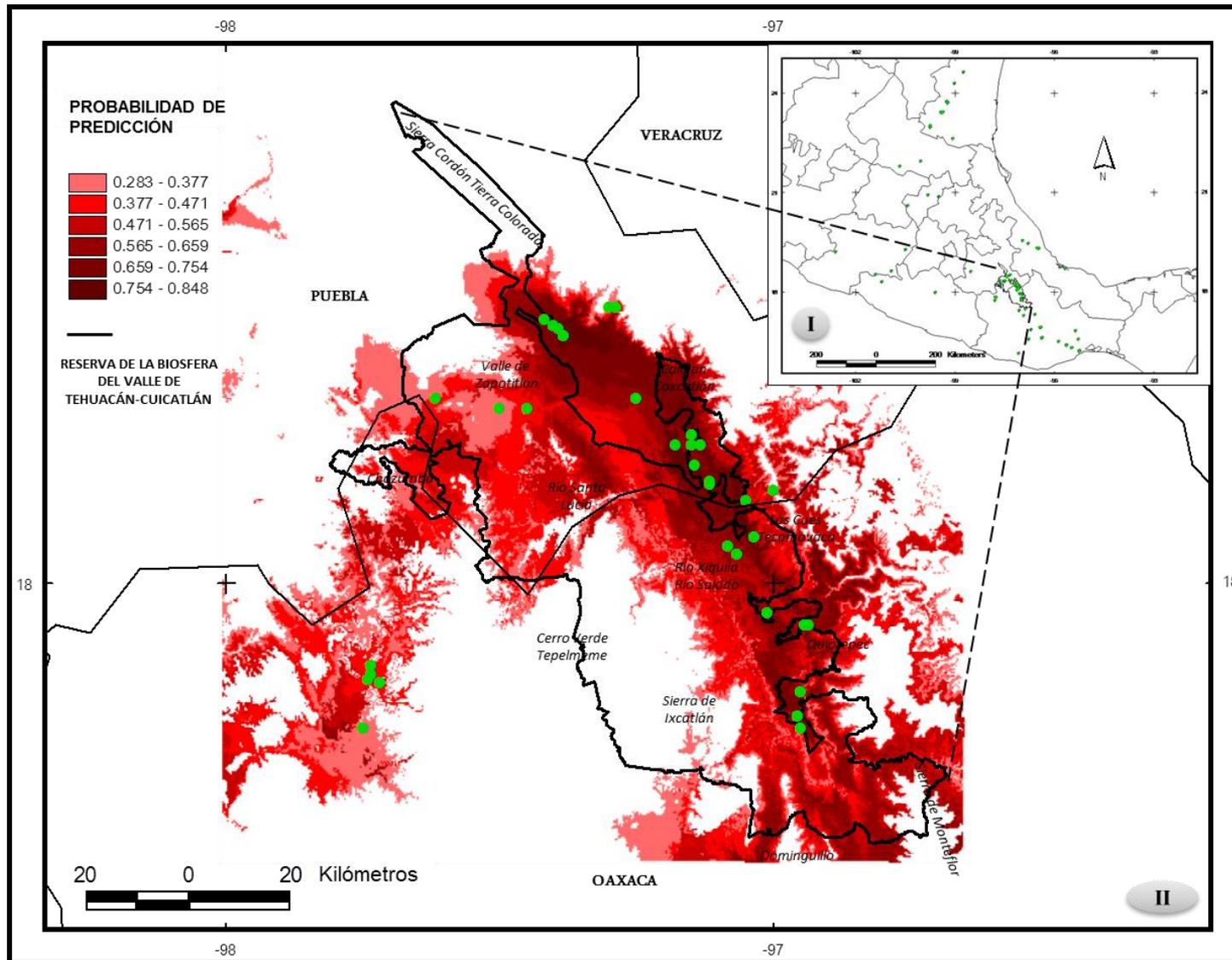


Figura 58. I. Distribución conocida de *Stenocereus pruinosus* en México (puntos): Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Stenocereus stellatus (Pfeiff.) Riccob., Boll. Reale Orto Bot. Giardino Colon. Palermo 8: 253. 1909.

Sinonimia. *Cereus stellatus* Pfeiff., 1836; *Lemaireocereus stellatus* (Pfeiff.) Britton & Rose, 1909; *Rathbunia stellata* (Pfeiff.) P.V. Heath, 1992.

Plantas arbustivas o a veces arborescentes, 2-4 m de alto. Tallos con ramificación difusa, 7-16 cm de ancho, subrectos o ascendentes, ligeramente pruinosos, al contacto con el aire el parénquima no adquiere un tono oscuro; costillas (7-) 8-12 (-13), obtusas en sección transversal, margen conspicuamente sinuoso; aréolas 4-6 mm de largo, 5-7 mm de ancho, circulares a ovadas, distantes entre sí 1-2 cm; espinas radiales 5-13, 0.5-1.2 (-1.6) cm de largo, aciculares, rígidas, blanco-amarillentas, después grises; espinas centrales (1-) 3 (-4), 2 divergentes hacia arriba, 1.5-2 cm de largo, 1 divergente hacia abajo, 1.5-3 (-5) cm de largo, aciculares, rígidas, grises; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores tubular-infundibuliformes, 4.5-6 cm de largo, tubo receptacular mayor que el perianto, anthesis nocturna, blancas con tonos rosados, dispuestas en el ápice. Frutos globosos, 3.5-4 cm de largo, 3-3.5 (-4) cm de ancho, rojos, espinosos, espinas caducas, pulpa jugosa, roja oscura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, grande, 1.42-2.15 mm de largo, 1.02-1.57 mm de ancho, semi-mate, negra, rugosa, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral abruptamente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios con cráteres en todas las regiones; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones; microrelieve con estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal; RHM 0.45-0.84 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 59. *Stenocereus stellatus*. a) Hábito arbustivo. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto: OTV, c) Fruto espinoso; espinas caducas. Foto: OTV y d) Semilla rugosa. Foto: REQZ.

Stenocereus stellatus (Pfeiff.) Riccob., Boll. Reale Orto Bot. Giardino Colon. Palermo 8: 253. 1909.

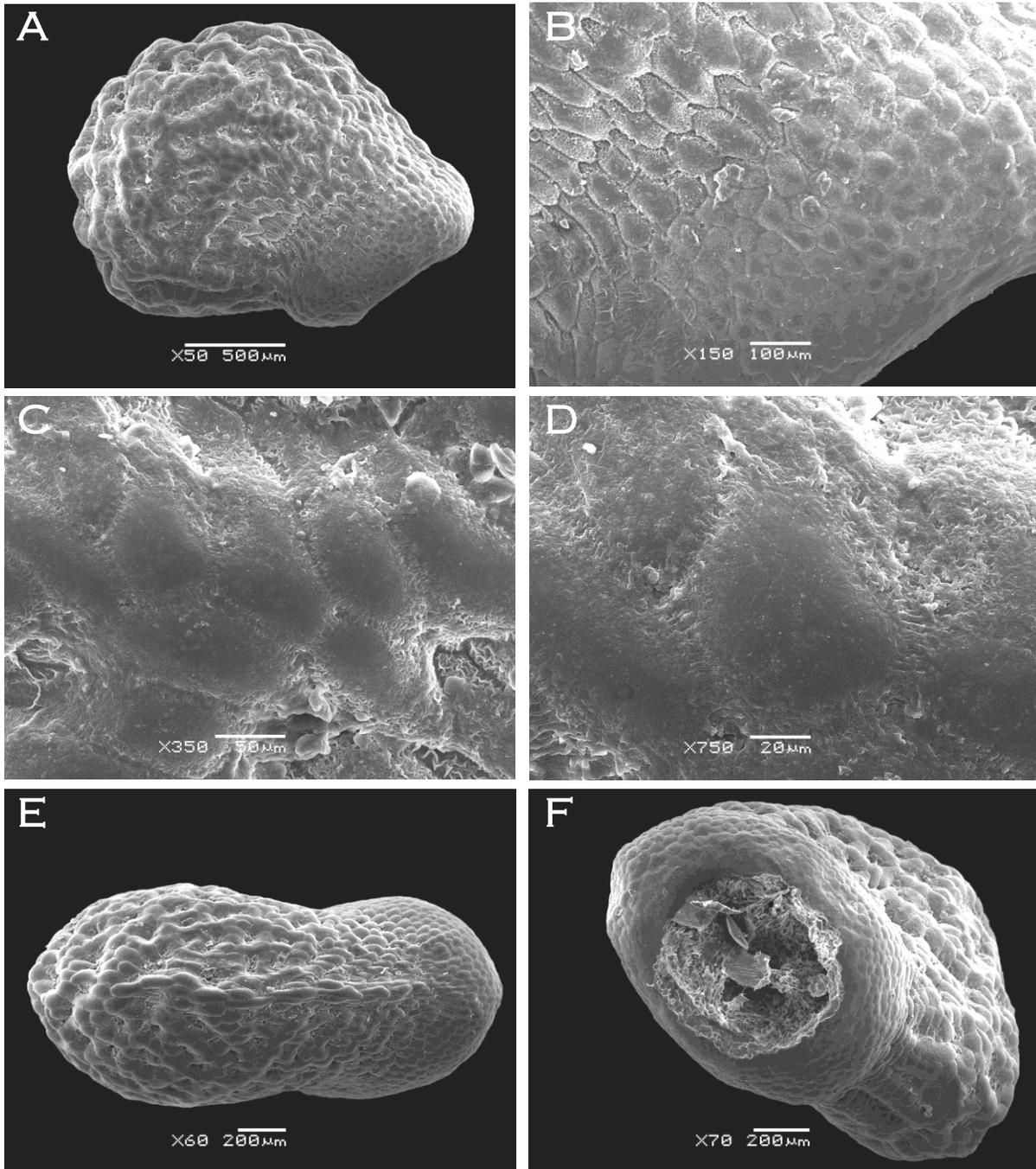


Figura 60. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

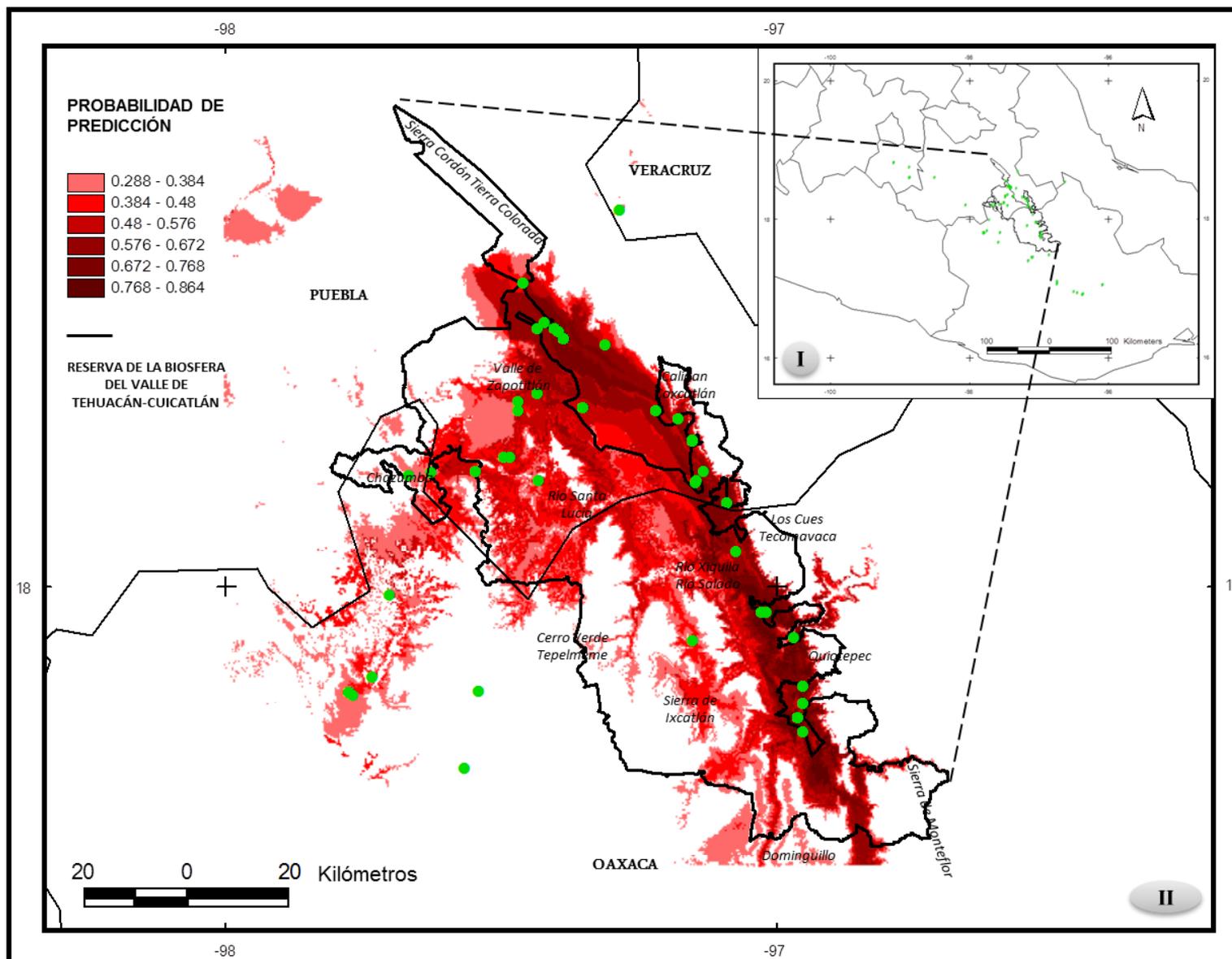


Figura 61. i. Distribución conocida de *Stenocereus stellatus* en México (puntos): Morelos, Oaxaca, Puebla. ii. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

Stenocereus treleasei (Rose) Backeb., Cact. Succ. J. (Los Angeles) 23: 120. 1951.

Sinonimia. *Lemaireocereus treleasei* Rose, 1909; *Cereus treleasei* (Rose) Vaupel, 1913; *Rathbunia treleasei* (Rose) P.V. Heath, 1992.

Plantas arbustivas 2-4 m de alto. Tallos con ramificación difusa, ocasionalmente en la parte media, 8-15 cm de ancho, al contacto con el aire el parénquima no adquiere un tono oscuro; costillas 16-20, obtusas en sección transversal, margen conspicuamente sinuoso; aréolas 0.7-1 cm de largo, 5-7 mm de ancho, circulares a ovadas, distantes entre sí 0.7-1 cm; espinas radiales 8-13, 0.5-1 cm de largo, aciculares, rígidas, blanco-amarillentas a grises; espinas centrales 1-4, las superiores 1-1.8 cm de largo, la inferior 4-5 cm de largo, aciculares, rígidas, blanco-amarillentas, después grises; zona fértil no diferenciada de la infértil. Flores tubular-infundibuliformes, 4-5 cm de largo, tubo receptacular mayor que el perianto, anthesis nocturna, rosas, dispuestas cerca del ápice. Frutos subglobosos, 4-5 cm de largo, ca. 5 cm de ancho, rojos, espinosos, pulpa jugosa, roja oscura.

Semilla. Asimétrica, ampliamente ovalada, mediana, 1.40-2.08 mm de largo, 1.16-1.71 mm de ancho, semi-mate, negra, rugosa, con quilla en la región dorsal; borde ligeramente expandido alrededor del hilo; células en la región lateral abruptamente pequeñas en dirección al hilo, de forma isodiamétrica y alargadas hexagonales, relieve de las paredes anticlinales acanalado, recto; intersticios minuciosamente punteados, escasos en todas las regiones; relieve de la pared periclinal convexo; convexidades en forma de domos bajos en todas las regiones, plano en el BHM; microrelieve con estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal; RHM 0.28-0.73 mm de largo, oblicuo, marcado, configuración hilo y micrópilo cercanos, pero separados por una banda esclerificada, RHM ovalado.



Figura 62. *Stenocereus treleasei*. a) Hábito arbustivo. Foto: DFE, b) Flor con antesis nocturna. Foto tomada de la página de internet: <http://cactiguide.com/cactus/?genus=Stenocereus&species=treleasei> 29/05/2013, c) Fruto. Foto: MEXU y d) Semilla rugosa. Foto: REQZ.

Stenocereus treleasei (Rose) Backeb., Cact. Succ. J. (Los Angeles) 23: 120. 1951.

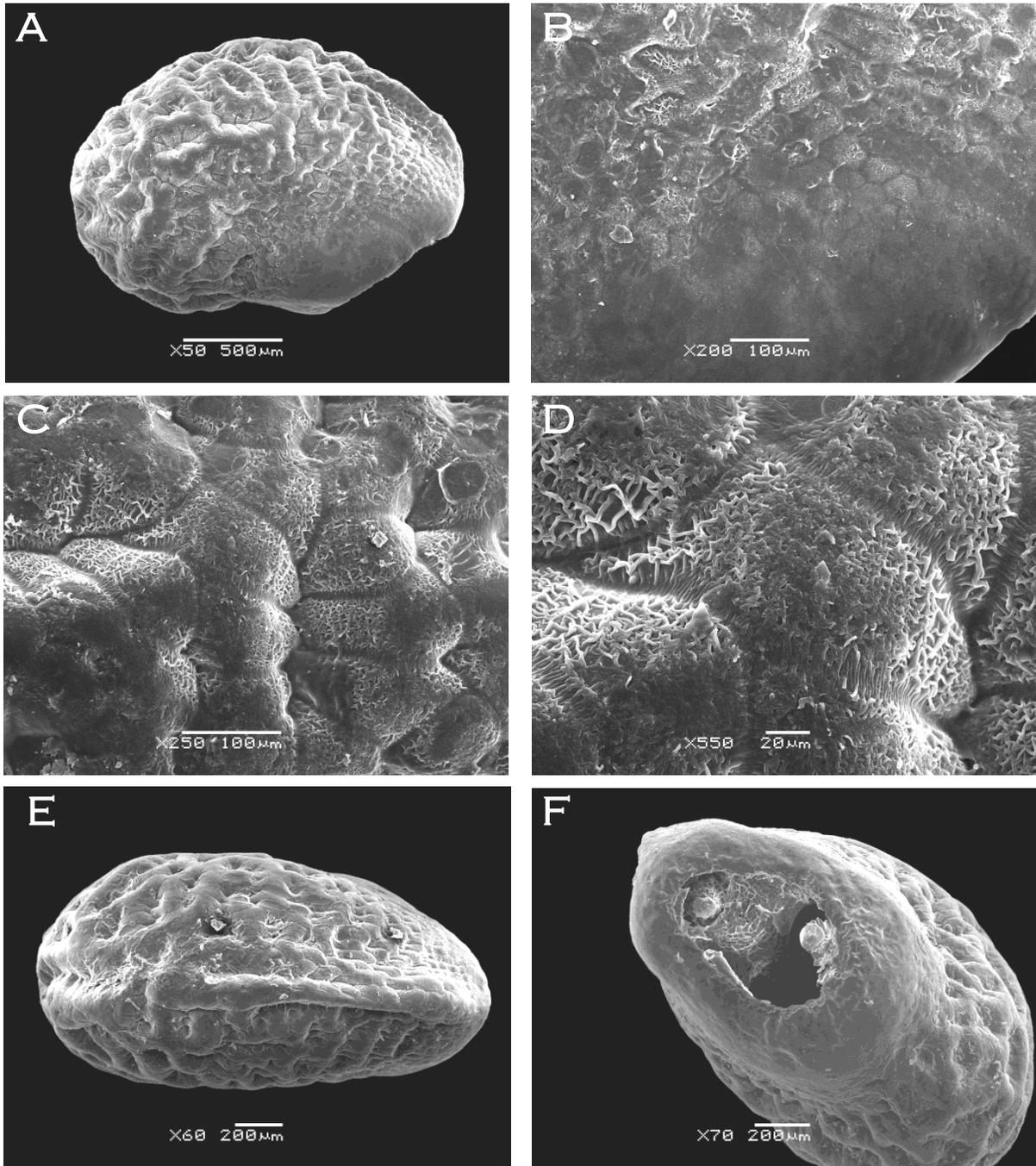


Figura 63. Semilla. **A.** Completa. **B.** Acercamiento del borde de la RHM. **C.** Centro de la región lateral. **D.** Células de la región lateral. **E.** Región dorsal. **F.** RHM.

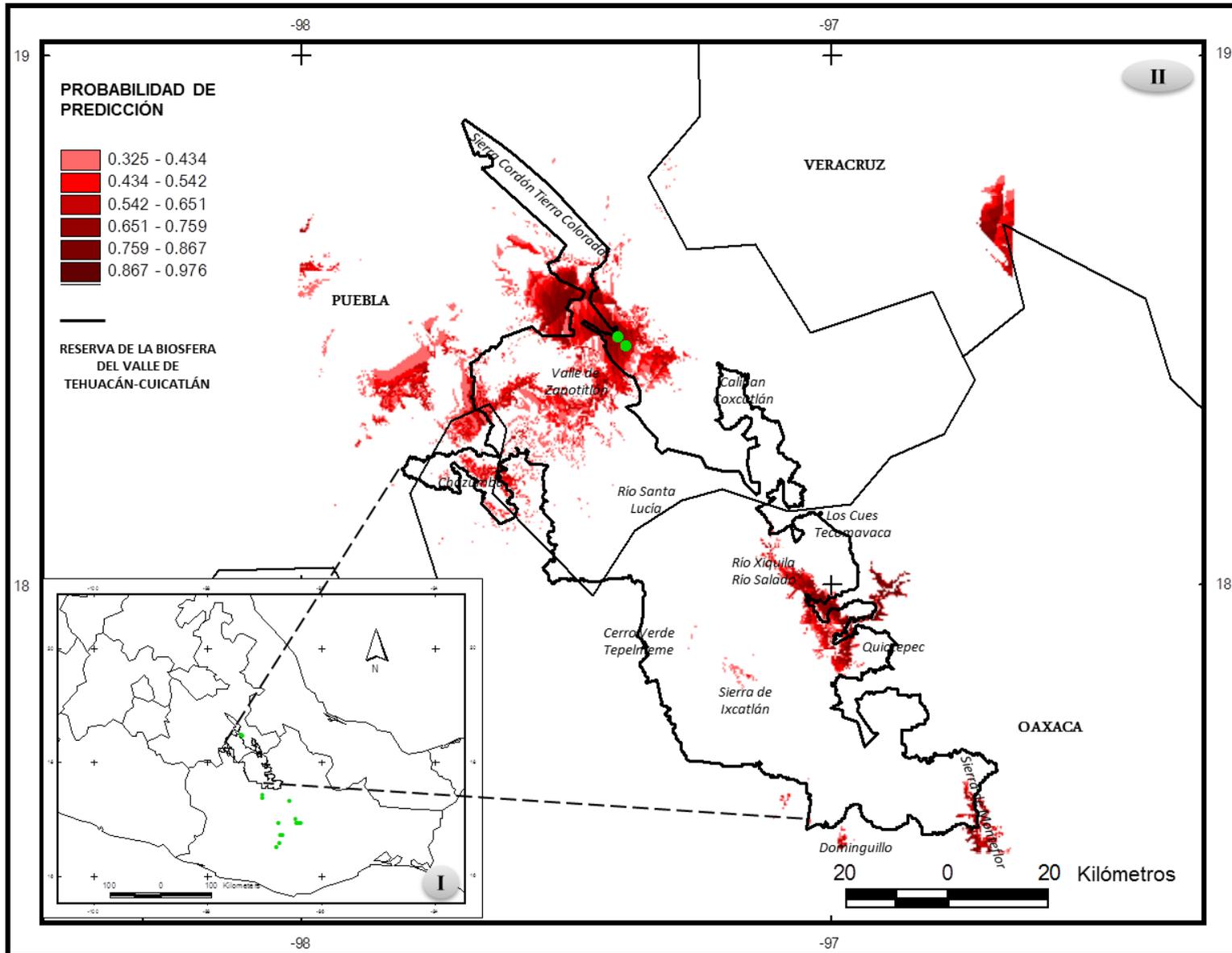


Figura 64. I. Distribución conocida de *Stenocereus treleasei* en México (puntos): Oaxaca, Puebla. II. Distribución potencial en la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán (áreas sombreadas).

7. DISCUSIÓN

A diferencia de prácticamente todos los estudios sobre cactáceas de México, como los de Bravo-Hollis (1978), Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991a, b), Guzmán y colaboradores (2003), Reyes y colaboradores (2004) y Arias y colaboradores (1997, 2001, 2012), el presente catálogo hace énfasis en la posibilidad de reconocer a las especies gracias a la inclusión de fotografías de las estructuras reproductivas de cada especie, tales como la flor, el fruto y la semilla. Esta integración con la mayor cantidad de información ilustrada permite a todos los posibles usuarios el reconocimiento sencillo de las especies.

En cuestión de las semillas, algunas características taxonómicamente importantes de algunas familias botánicas se han descrito. Por ejemplo, las semillas de la familia Fabaceae presentan un pleurograma, mientras las de las Euphorbiaceae y Violaceae tienen carúncula, y en la subfamilia Asclepiadoideae (Apocynaceae) son comosas. Por su parte, las semillas en Cyperaceae y Umbelliferae presentan un estilopodio (Gunn, 1972), y las de las Cactaceae tienen una quilla. En los géneros de la familia Cactaceae existen algunas peculiaridades en sus semillas. Por ejemplo, en el género *Opuntia*, las semillas son ariladas y foveoladas en algunos subgéneros del género *Mammillaria*, mientras que son lisas en *Pachycereus*, ruminadas en *Polaskia* y rugosas en los géneros *Escontria* y *Myrtillocactus*, así como en algunas especies del género *Stenocereus*, entre otros (Bravo-Hollis, 1978; Arias y Terrazas, 2009; Barthlott y Hunt, 2000). Ante tal situación los caracteres cuantitativos más que los cualitativos en algunos casos parecen ser los que ayudan a la distinción de las especies, pero generalmente se usan ambos caracteres. Los caracteres taxonómicos de las semillas más importantes que fueron observados en este estudio son: el largo y ancho de la semilla, el largo de la RHM, la quilla, el lustre, el relieve, el microrelieve e intersticios. Estos caracteres coinciden con los documentados bajo pruebas estadísticas por los autores Arias y Terrazas (2004), Núñez-Mariel (2004) y Arroyo-Cosultchi y colaboradores (2006).

Por otra parte, al comparar los caracteres cualitativos y cuantitativos de las semillas de las cactáceas estudiadas con los trabajos de Barthlott y Hunt (2000), Arias y Terrazas (2004), Arroyo-Cosultchi y colaboradores (2006, 2007) y Arias y colaboradores (2012), se observa una mayor variación entre los de tipo cuantitativo, quizá debido a

varios factores, como por ejemplo los derivados de la biología de la especie, selección de la muestra o colecta, el margen de error del equipo de medición, o incluso también pueden deberse a un gradiente latitudinal, tal como lo ha documentado Morales (2009) al describir la morfología de las semillas de *Stenocereus dumortieri* a lo largo del área de distribución de la especie. Este autor encontró que las semillas más largas se encuentran en las localidades sureñas, las de longitud intermedia principalmente en la región central y las más pequeñas en el norte del área de distribución de *S. dumortieri*. Lo antes descrito nos podría sugerir que las especies *Lophocereus marginatus*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Stenocereus pruinosus* pueden tener variaciones significativas en el largo máximo de la semilla en un gradiente latitudinal semejante a *S. dumortieri*, debido a que estas especies tienen una distribución geográfica similar.

Respecto al modelado de la distribución potencial Lindenmayer y colaboradores (1996) y Peterson y colaboradores (2000), recomiendan el uso de un mínimo de 50 localidades para modelar la distribución potencial de una especie. Pero la mayoría de las cactáceas estudiadas en este trabajo no cuentan con registros documentados con coordenadas geográficas para que los análisis predictivos sean robustos. En este trabajo únicamente se utilizaron entre 2 y 50 localidades para cada especie. Sólo en el caso de *Pseudomitrocereus fulviceps* se cumplen las condiciones mínimas sugeridas (Cuadro 5). Desafortunadamente, este podría ser el escenario general para la mayoría de las especies de la flora de México, sobre todo de aquellas con especial interés, como son las endémicas (Villaseñor y Téllez-Valdés, 2004). Simplemente con más trabajo de campo, se podrá evaluar que tan robustas son las predicciones de los modelos. Por ahora los modelos obtenidos sobre la distribución potencial en este estudio pueden servir de guía para dirigir el trabajo de campo hacia aquellos sitios donde podrían encontrarse las especies o enfocar el camino hacia la reforestación de la Reserva de la Biosfera en aquellos lugares en donde predominan las condiciones ambientales en las que pudiesen crecer las cactáceas columnares. Por ejemplo, las condiciones de temperatura y precipitación donde se distribuye *Pseudomitrocereus fulviceps* van de 13.3 a 35.1 °C y de 51 a 985 mm, en altitudes de los 921 a los 2, 496 msnm. En contraste con las condiciones específicas para la distribución de *Pachycereus grandis*, donde la temperatura es de 14.8 a 34.6 °C y la precipitación de 93 a 1, 081 mm, en altitudes de 950 a 1, 470 msnm, de acuerdo a los perfiles bioclimáticos de cada especie (Apéndice 4).

En relación con los patrones de distribución potencial de las cactáceas columnares reportados por Serrano (2010) y Andres (2013), en el presente estudio estos patrones son más amplios y presentan notorias diferencias en las especies *Myrtillocactus schenckii*, *Pseudomitrocereus fulviceps* y *Stenocereus dumortieri*. Estas diferencias se pueden deber al método utilizado para generar los patrones de distribución potencial y/o al número de registros empleados en el modelo. En lo que se refiere a los modeladores de distribución potencial, es preciso decir que el programa Maxent ha sido evaluado y probado como uno de los mejores (Elith *et al.*, 2006). Sin embargo, cabe indicar que éste no considera factores bióticos y tipos de suelo.

En comparación con otros trabajos, este estudio conjunta descripciones morfológicas e imágenes de plantas y semillas, sinónimos, perfiles bioclimáticos y mapas de distribución geográfica de 19 especies de cactáceas columnares pertenecientes a 11 géneros, así como una clave dicotómica. Por ende, el presente catálogo puede ser usado como una guía de campo que facilita la determinación taxonómica de las especies en estudio.

8. CONCLUSIONES

De manera general, el presente catálogo puede ser usado como una guía de campo que permite facilitar el reconocimiento de las especies de cactáceas columnares que habitan el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, además de poder ser usado en un marco taxonómico, biogeográfico, ecológico o simplemente cultural. En cuanto a la determinación taxonómica de las especies en campo, cabe mencionar que, las características sobre la micromorfología de las semillas son difícilmente visibles a simple vista, por lo que bajo estas circunstancias las determinaciones a través de las semillas es imposible, esto sin considerar las demás estructuras reproductivas y/o vegetativas descritas e ilustradas de las especies en el catálogo. En cuestión particular, las imágenes incluidas en el catálogo pueden ser usadas en futuros trabajos con la finalidad de ilustrar a las especies, dado que muchas veces permiten al público poco especializado diferenciarlas.

Referente a las semillas de las 19 especies de cactáceas columnares, la estructura de tamaños está representada con un 47.3 % para un tamaño mediano, el 31.5 % con un tamaño grande, el 15.7 % con un tamaño muy grande y un 5.2 % con el tamaño extremadamente grande. También se concluye que los caracteres cuantitativos y cualitativos tales como el largo de la semilla, el ancho de la semilla, el largo de la RHM, la quilla, el lustre, el relieve, el microrelieve e intersticios de las semillas son caracteres taxonómicamente importantes y útiles en las determinaciones de géneros y/o especies.

En relación con los patrones de distribución potencial, se muestra que las cactáceas columnares habitan en zonas con altitudes de 550 a 2, 496 msnm, o bien, en zonas bajas (601 a 1, 200 msnm) localizadas al este e intermedias (1, 201 a 2, 200 msnm) localizadas en la parte centro de la Reserva en donde los climas $BS_0(h')w$ y BS_0hw imperan, y con patrones de distribución amplios en la mayoría de las especies, abarcando dos terceras partes dentro de los límites de la Reserva. Así como la cuantificación de las características climáticas de los sitios (perfiles bioclimáticos) en donde prosperan o podrían desarrollarse las especies.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera-Herrera, N. 1970. Suelos de las zonas áridas de Tehuacán, Puebla y sus relaciones con las cactáceas: Cactáceas y Suculentas Mexicanas. *Boletín de la Sociedad Cactológica de México* 15 (3): 51-63.
- Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press, Portland.
- Andres, C. E. A. 2013. Áreas de importancia para la conservación de 25 especies de cactáceas en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Arias, S., Gama-López, S., Guzmán-Cruz, L. U. y Vázquez-Benítez, B. 2012. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Fascículo 95 Cactaceae. Instituto de Biología, UNAM y CONABIO, México.
- Arias, M. S., Gama, L. S. y Guzmán, C. L. U. 1997. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 14. Cactaceae A.L. Juss. Instituto de Biología, UNAM, México.
- Arias, S. 1993. Cactáceas: conservación y diversidad en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44: 109-115.
- Arias, S. y Terrazas, T. 2009. Taxonomic revision of *Pachycereus* (Cactaceae). *Systematic Botany* 34: 68-83.
- Arias, S. y Terrazas, T. 2004. Seed morphology and variation in the genus *Pachycereus* (Cactaceae). *Journal of Plant Research* 117: 277-289.
- Arias, T. A. A., Valverde, V. Ma. T y Reyes, S. J. 2001. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, UNAM. México.
- Arreola, N. H. J. 2000. Sistemática de las especies de *Stenocereus* (A. Berger) Riccob, con aréolas morenas (Cactoideae: Cactaceae). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillo.
- Arroyo-Consultchi, G., Terrazas, T., Arias, S. y Arreola-Nava, H. J. 2006. The systematic significance of seed morphology in *Stenocereus* (Cactaceae). *Taxon* 55: 983-992.

- Arroyo-Consultchi, G., Terrazas, T., Arias, S. y López-Mata, L. 2007. Morfología de la semilla en *Neobuxbaumia* (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 81: 17-25.
- Ayala, R. J. M. 2007. Evaluación del papel del clima en la distribución potencial de las especies de la familia Cactaceae, en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, para proponer estrategias de conservación a largo plazo. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Ballesteros, B. C. y González, S. C. 2007. Efecto de la deforestación y el cambio climático en la distribución de una cactácea endémica, *Ferocactus pilosus*. XVII Con. Ven. Bot.
- Barthlott, W., Burstedde, K., Korotkova, N. y Mutke, J. 2010. Biodiversidad y distribución de cactáceas. *Boletín de la sociedad latinoamericana y del Caribe de cactáceas y otras suculentas* 7 (1) Enero-Abril 2010.
- Barthlott, W. y Hunt, D. R. 1993. Cactaceae. En: K. Kubitzki (Ed.) The families and genera of vascular plants. Vol. II. Springer-Verlag. Berlín.
- Barthlott, W. y Hunt, D. R. 2000. Seed-diversity in the Cactaceae subfamily Cactoideae. *Succulent Plant Research* Vol. 5.
- Barthlott, W. y Voit, G. 1979. Mikromorphologie der samenschalen und taxonomie der Cactaceae: ein raster-elektronenmikroskopischer überblick. *Plant Systematic and Evolution* 132: 205-229.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I, 2a. ed. UNAM. México.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada, H. 1991a. Las cactáceas de México. Vol. II, 2a. ed. UNAM. México.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada, H. 1991b. Las cactáceas de México. Vol. III, 2a. ed. UNAM. México.
- Casas, A. 2002. Uso y manejo de cactáceas columnares mesoamericanas. CONABIO. *Biodiversitas* 40: 18-23.
- Dávila-Aranda, P., Arias-Montes, S., Lira-Saade, R., Villaseñor, J. L. y Valiente-Banuet, A. 2002. Phytogeography of the columnar cacti (Tribe Pachycereeae) in Mexico: A cladistic approach. En: T. H. Fleming y A. Valiente-Banuet (Ed.). Columnar cacti and their mutualists Evolution, Ecology and Conservation. The University of Arizona Press. Tucson. 25-41 pp.

- Elith, J., Graham, H. C., Anderson, P. R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, J.R., Huettmann, Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, G. L., Loiselle, A. B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, M. J., Peterson, T. A., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti-Pereira, R., Schapire, E. R., Soberón, J., Williams, S., Wisz, S. M. y Zimmermann, E. N. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Gibson, A. C. y Horak, K. E. 1978. Systematic anatomy and phylogeny of Mexican columnar cacti. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 65: 999-1057.
- Golubov, J., Mandujano, M. C. y Mandujano, F. 2005. Diversidad alfa y beta en *Opuntia* y *Agave*. En: Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A. (eds). Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma: 221-230. CONABIO, CONACYT y DIVERSITAS. Zaragoza, España.
- González, R. A. V. 2010. Evaluación preliminar del estado de conservación de *Mammillaria napina* (Cactaceae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- González, V. F. 2009. Evaluación de conservación de *Stenocactus crispatus* en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Gunn, C. R. 1972. Seed collecting and identification. En: T. T. Kozlowski (comp.). *Seed Biology* Vol. 3. Academic Press, Nueva York. 94-136 pp.
- Gutiérrez, G. K. 2007. Evaluaciones preliminares de conservación: estudio de caso de *Ferocactus haematacanthus* (Salm-Dyck) Bravo Cactaceae. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. UNAM y CONABIO, México.
- Hernández, H. M. y Gómez-Hinostrosa, C. 2011. Mapping the Cacti of Mexico. *Succulent plant research* Vol. 7. CONABIO, Instituto de biología UNAM, IOS y Missouri botanical garden press. 61 pp.

- Hunt, D. R. 1999. CITES Cactaceae checklist. 2a. ed. Royal Botanic Gardens Kew. Remous Limited, Milborne Port.
- Leal, N. O. A. 2009. Aspectos ecológicos y patrones de distribución de *Pinus martinezii* Larsen en la cuenca del lago de Cuitzeo, México: un modelo de distribución potencial aplicado a la conservación. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM.
- Lindenmayer, D. B., Mackey, B. G. y Nix, H. A. 1996. The bioclimatic domains of four species of commercially important eucalypts from south-eastern Australia. *Australian Forestry* 59: 74-89.
- Martínez, V. C. L. 2011. Análisis del área de distribución de cactáceas columnares mediante estadística espacial. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Méndez-Larios, I., Ortiz, E. y Villaseñor, J. L. 2004. Las Magnoliophyta endémicas de la porción xerofítica de la provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, México. Anales del Instituto de Biología. UNAM, *Serie Botánica* 75 (1): 87-104.
- Méndez, L. I. 2005. Zonificación de la reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán: un enfoque fitogeográfico. Tesis de Doctorado. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Morales, H. Y. 2009. Variación morfológica de la semilla en *Stenocereus dumortieri*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Moreno, N. P. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Veracruz, México.
- Niembro, R. A. 1989. Semillas de plantas leñosas morfología comparada. Limusa. México. 49 pp.
- Núñez-Mariel, C. 2004. Cactáceas columnares de México: estudio embriológico comparativo de cinco especies de la tribu Pachycereeae. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Palacios, R. M. P. 2010. Efectos del cambio climático sobre la distribución de nopales (Género *Opuntia* y *Nopalea*: Cactaceae) en la región central de México. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, Jardín Botánico, UNAM.
- Peters, R. E. M. 2008. Distribución geográfica, demografía y conservación de *Mammillaria pectinifera* (Rümpel) F. A. C. Weber (Cactaceae). Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, UNAM.

- Peterson, A. T., Egbert, S. L., Sánchez-Cordero, V. y Price, K. P. 2000. Geographic analysis of conservation priorities using distributional modeling and complementarity: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 93: 85-94.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Pío Font Quer. 2001. Diccionario de botánica. Ediciones Península. Barcelona.
- Reyes, S. J., Brachet, I. C., Pérez, C. J. y Gutiérrez de la Rosa, A. 2004. Cactáceas y otras plantas nativas de la cañada Cuicatlán, Oaxaca. CFE, Sociedad mexicana de cactología A.C., Instituto de biología, UNAM, CONANP y Cuicatlán A.C. México.
- Rzedowski, J. 1983. Vegetación de México. Limusa. México.
- Serrano, E. B. 2010. Regionalización biogeográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, con base en especies de cactáceas columnares. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Téllez-Valdés, O. y Dávila-Aranda, P. 2003. Protected areas and climate change: A case study of the cacti in the Tehuacan-Cuicatlan Biosphere Reserve, Mexico. *Conservation Biology* 17: 846-853.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M. del C., Rojas Martínez, A., Casas, A., Godínez-Alvarez, H., Silva, C. y Dávila, P. En prensa. Biotic interactions and population dynamics of columnar cacti. En: T. H. Fleming y A. Valiente-Banuet (Ed.). *Columnar cacti and their mutualists Evolution, Ecology and Conservation*. The University of Arizona Press.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi, M. del C., Rojas, M. A. y Domínguez Canseco, L. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12: 103-119.
- Valiente-Banuet, A., Solís, L., Dávila, P., Arizmendi, M. del C., Silva, P. C., Ortega-Ramírez, J., Treviño, C. J., Rangel-Landa, S. y Casas, A. 2009. Guía de la vegetación del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. UNAM, CONABIO, Laboratorio de Geofísica SLAA, INAH, Universidad Autónoma de Tamaulipas y Fundación para la reserva de la biosfera Cuicatlán, A.C. México.

- Vázquez, N. G. y Echeverría, O. 2000. Introducción a la microscopía electrónica aplicada a las ciencias biológicas. Facultad de ciencias UNAM y fondo de cultura económica. México.
- Véliz, P. M. E. 2010. Estado del conocimiento de la Familia Cactaceae en Guatemala. *Boletín de la sociedad latinoamericana y del Caribe de cactáceas y otras suculentas* 7 (2) Mayo-Agosto 2010.
- Villaseñor, J. L. y Téllez-Valdés, O. 2004. Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM, Serie Botánica* 75 (2): 205-220.
- Voit, G. 1979, ined. Untersuchungen zur mikromorphologie der cactaceen-samen unter berücksichtigung taxonomische aspekte. PhD thesis, University of Heidelberg.
- Yberri, F. G. 2009. Distribución geográfica de *Nopalxochia phyllanthoides* (DC) Britton et Rose (Cactaceae): Modelos predictivos y conservación. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

APÉNDICE 1. DATOS DE COLECTA DE LAS SEMILLAS DE CACTÁCEAS COLUMNARES DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN DISPONIBLES EN LA COLECCIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS FESI-UNAM, UBIPRO.

Género	Epíteto	Estado	Municipio	Localidad	Lat°	Lat. min	Lat. seg	Lon°	Lon. min.	Lon. seg.	Altitud msnm	Estatus de la planta	Tipo de vegetación	Hábito	Flor	Fruto	Nombre común	Usos	Colector	Otros colectores	Núm. de col.	Día	Mes	Año
<i>Cephalocereus</i>	<i>columna-trajani</i>	Puebla	Coxcatlán	Cerca de la carretera de San Rafael a Tilapa	18	09	52	97	06	58	892	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Columnar simple		Crema			Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	159	23	6	2011
<i>Escontria</i>	<i>chiotilla</i>	Puebla	Coxcatlán	Al oriente del arroyo-camino a la cueva del maíz	18	12	43.7	97	08	39	972	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arborea columnar muy ramificada	Amarillo	Rojo guinda	Chiotilla, quiotilla	Alimento	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	49	2	5	2008
<i>Escontria</i>	<i>chiotilla</i>	Oaxaca	San Juan Bautista Cuicatlán	A 3.7 Km de Santiago Quiotepec sobre la carretera de terracería a San Juan Coyula	17	54	09.5	96	58	06	550	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente	Verde amarillento	Morado	Jiotilla, Ajiotilla chiotilla	Alimento, Recursos Genéticos	Juan Ismael Calzada		24054	11	6	2003
<i>Lemaireocereus</i>	<i>hollianus</i>	Puebla	Coxcatlán	Camino a las compuertas	18	11	22	97	08	05	905	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbusto	Rosa-Blanco	verde oscuro	Cardón	Alimento	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	100	2	9	2009
<i>Lemaireocereus</i>	<i>hollianus</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	A 500 m de la desviación a los Reyes Metzontla, sobre la carretera Tehuacán-Huajapan	18	18	49.38	97	30	37.74	1,345	Silvestre	Matorral xerófilo	Arbusto		Rojo oscuro	Baboso	Alimento	Juan Ismael Calzada		23012	30	6	2001
<i>Lophocereus</i>	<i>marginatus</i>	Puebla	Coxcatlán	Camino a las compuertas	18	11	21.9	97	08	04.7	905	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbusto					Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	194	12	4	2012
<i>Myrtillocactus</i>	<i>geometrizzans</i>	Puebla	Coxcatlán	Sobre el camino - arroyo a la cueva del maíz	18	12	30.4	97	07	48.7	1,011	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arborescente	Blanco	Morado cuando madura		Alimento, Forraje	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	40	7	4	2008
<i>Myrtillocactus</i>	<i>geometrizzans</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	5 Km del entronque de la carretera de terracería a los Reyes Metzontla.	18	17	15.6	97	29	54.8	1,950	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente	Verde	Rojizo		Combustible, Recursos Genéticos	Juan Ismael Calzada		23957	29	4	2003
<i>Myrtillocactus</i>	<i>schenckii</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	4 Km de Metzontla camino a San Luis Atlotitlán	18	13	28.2	97	27	26.8	1,915	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente	Blanco	Púrpura			Ulises Guzmán		2256	5	6	2005
<i>Myrtillocactus</i>	<i>schenckii</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	Camino a los Reyes Metzontla	18	15	53.5	97	29	59.9	1,694	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente			Rojo-carmin		Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	169	20	6	2011
<i>Neobuxbaumia</i>	<i>macrocephala</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	Camino a San Juan Raya	18	19	20.3	97	33	32.9	1,648	Silvestre	Matorral xerófilo	Columnar con ramificación			Rojizo		Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	156	20	6	2011
* <i>Neobuxbaumia</i>	<i>macrocephala</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas		18	19	31.7	97	27	17.8		Silvestre	Matorral xerófilo	Columnar con ramificación					Rafael E. Quintanar Zúñiga			08	06	2001
* <i>Neobuxbaumia</i>	<i>macrocephala</i>	Puebla	San Martin		18	14	46	97	32	51		Silvestre	Matorral xerófilo	Columnar con ramificación					Rafael E. Quintanar Zúñiga			09	06	2005
<i>Neobuxbaumia</i>	<i>mezcalaensis</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	Camino a San Juan Raya	18	19	20.3	97	33	32.9	1,648	Silvestre	Matorral xerófilo	Columnar					Daniel Franco Estrada		15	20	6	2011
* <i>Neobuxbaumia</i>	<i>mezcalaensis</i>	Puebla	San Martin		18	14	44	97	32	49		Silvestre	Matorral xerófilo	Columnar					Luis Barbo Hernández Portilla			09	06	2005

CONTINUACIÓN DEL APÉNDICE 1.

Género	Epíteto	Estado	Municipio	Localidad	Lat°	Lat. min	Lat. seg	Lon°	Lon. min.	Lon. seg.	Altitud msnm	Estatus de la planta	Tipo de vegetación	Hábito	Flor	Fruto	Nombre común	Usos	Colector	Otros colectores	Núm. de col.	Día	Mes	Año	
<i>* Neobuxbaumia</i>	<i>mezcalaensis</i>	Puebla	San Martin		18	14	45	97	32	49		Silvestre	Matorral xerófilo	Columnar					Luis Barbo Hernández Portilla			10	06	2005	
<i>Neobuxbaumia</i>	<i>tetetzo</i>	Puebla	Coxcatlán	Cerro con ttechos camino a las compuertas	18	11	17	97	07	58	908	Silvestre	Bosque de ttechos	Arbórea	Blanca	Verde y café oscuro		Alimento	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	102	19	6	2009	
<i>Pachycereus</i>	<i>grandis</i>	Oaxaca	San Juan Bautista Cuicatán	A 1.5 Km de San Juan Coyula rumbo a Santiago Quiotepec	17	55	19.4	96	56	10.9	1,250	Silvestre	Matorral xerófilo	Arbórea		Pardo		Alimento	Juan Ismael Calzada	Martin Paredes Flores	23196	12	5	2002	
<i>Pachycereus</i>	<i>weberi</i>	Oaxaca	San Juan de los Cues	A 31 Km de San Juan de los Cues	18	03	42	97	04	11.28	750	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbórea		Morado	cardón	Alimento, combustible	Juan Ismael Calzada	Martin Paredes Flores	22975	7	5	2001	
<i>Pachycereus</i>	<i>weberi</i>	Puebla	Coxcatlán	Cerca de los cultivos de caña, que están al oriente de San Rafael	18	10	59.9	97	08	01.8	877	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbórea	Blanco	Rojo guinda	cardón, candelabrochico	Alimento, combustible	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	50	4	5	2008	
<i>Pilosocereus</i>	<i>chrysacanthus</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	A 1.5 Km del entronque de la carretera de terracería a San Juan Raya	18	18	23.6	97	31	14.1	1,950	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente	Verde con Rosa	Verde Rojizo		Combustible, Recursos Genéticos	Juan Ismael Calzada		23959	30	4	2003	
<i>Polaskia</i>	<i>chende</i>	Oaxaca	Teotitlán de Flores Magón	Camino a Huautla de Jiménez	18	10	13	97	03	20.3	1,610	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arborescente			Rojizo		Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	158	22	6	2011	
<i>Polaskia</i>	<i>chichipe</i>	Puebla	Tehuacán	Meseta de San Lorenzo	18	28	06.3	97	27	11.9	1,762	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente			Rojo		Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	157	21	6	2011	
<i>Pseudomitrocereus</i>	<i>fulviceps</i>	Puebla	Zapotitlán Salinas	Camino a los Reyes Metzontla	18	15	53.5	97	29	59.9	1,694	Silvestre	Matorral xerófilo	Arborescente					Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	161	20	6	2011	
<i>Stenocereus</i>	<i>dumortieri</i>	Oaxaca	Teotitlán de Flores Magón	Camino a Huautla de Jiménez	18	10	13	97	03	20.3	1,610	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arborescente			Verde Rojizo		Héctor Cervantes Maya	Daniel Franco E. y Martin López C.	160	19	6	2011	
<i>Stenocereus</i>	<i>pruinus</i>	Oaxaca	San Juan Bautista Cuicatán	A 5 Km de San Juan Coyula, Rumbo a Quiotepec.	17	55	19.4	96	56	10.9	1,250	Silvestre	Matorral xerófilo	Arbórea arbustiva	Blanco	Verde Rojo		Alimento	Juan Ismael Calzada	Martin Paredes Flores	23197	12	5	2002	
<i>Stenocereus</i>	<i>pruinus</i>	Puebla	Coxcatlán	Al oriente del arroyo-camino a la cueva del maíz	18	12	44	97	08	39	972	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbórea arbustiva	Blanco con Rosa	Rojo púrpura	Pitayo, Pitayo de mayo	Alimento, Forraje, Combustible	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	48	2	5	2008	
<i>Stenocereus</i>	<i>stellatus</i>	Puebla	Coxcatlán	Sobre el camino - arroyo a la cueva del maíz	18	12	30.4	97	07	48.7	1,011	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbórea arbustiva	Blanco rosadas	Rojo	Xoconostle	Alimento, Forraje	Héctor Cervantes Maya	Martin López C.	13	27	11	2007	
<i>Stenocereus</i>	<i>stellatus</i>	Oaxaca	San Juan de los Cues	San Juan de los Cues	18	03	42	97	04	11.28	750	Silvestre	Bosque Tropical Caducifolio	Arbórea arbustiva			Rojo		Juan Ismael Calzada	Martin Paredes Flores	22978	8	5	2001	
<i>Stenocereus</i>	<i>stellatus</i>	Oaxaca	San Juan Bautista Cuicatán	A 7 Km de San Juan Coyula, por la terracería a rumbo a Quiotepec.	17	54	18.7	96	57	59.4	750	Silvestre	Matorral xerófilo	Arbórea arbustiva			Rojo	Pitahaya de mayo	Alimento	Juan Ismael Calzada	Martin Paredes Flores	23230	10	9	2002
<i>Stenocereus</i>	<i>treleasei</i>	Oaxaca	Villa Díaz Ordaz	A 2 Km al oeste de Díaz Ordaz	16	59	47.2	96	26	29.2	1,725	Silvestre	Matorral xerófilo	Arbustiva	Rosada	Rojizo			Ulises Guzmán		2056	11	7	2004	

*Semillas prestadas por el Dr. César M. Flores Ortiz.

APÉNDICE 2. FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS DESCRIPCIONES MORFOLÓGICAS DE LAS CACTÁCEAS COLUMNARES.

CARACTERES	ESTADOS	DE	CARÁCTER				
Hábito	Columnar	Arborescente	Arbustiva				
Ramificación	Sin ramificación	Parte media	Base				
Altura (m)	≤ 7	> 7 - ≤ 15	≥ 15				
Número de costillas	≤ 6	≥ 7 - ≤ 34					
Tipo de margen en las costillas	Redondeado	Ligeramente agudo	Recto	Conspicuamente sinuoso			
Forma de la aréola	Elíptica	Oblonga	Orbicular	Obovada	Obdeltoide	Ovoide	Combinaciones
Separación entre aréolas	Confluentes	Distantes entre sí					
Tipo de surco interareolar	Parcial	Completo	Sin surco				
Forma de la espina	Subulada	Acicular					
Dirección u orientación de las espinas	Divergente	Porrecta	Recurvada	Refleja	Adpresa	Ascendente	
Color de espinas (radiales y centrales)	Blanco	Gris, con ápice negro	Pardo	Negro	Rojo	Amarillo	Combinaciones
Zona fértil	Diferenciada	Indiferenciada					
Posición de la zona fértil (Cefalio y pseudocefalio)	Lateral	Anular	Apical				
Color de la zona fértil	Amarillo	Rojo	Blanco	Pardo			
Forma de la flor	Tubular	Infundibuliforme	Campanular	Combinaciones			
Consistencia de las brácteas en el pericarpelo y tubo receptacular	Vestigiales	Cartáceas	Carnosas				
Tamaño del tubo receptacular respecto al pericarpelo	Menor	Mayor					
Antesis	Nocturna	Diurna					
Color de la flor	Rosa	Amarillo	Blanco	Rojo	Verde	Púrpura	Combinaciones
Ubicación de las flores en el tallo	Alrededor del ápice	Ápice a lateral	A lo largo del tallo				
Forma del fruto	Obovoide	Globoso	Elipsoide	Ovoide			
Color del fruto	Pardo	Anaranjado	Púrpura	Verde	Rojo	Combinaciones	
Morfología externa del fruto	Desnudo (Liso)	Escamoso	Lanoso	Espinoso			
Espinas del fruto	Deciduas	Persistentes					
Dehiscencia	Dehiscente	Indehiscente					
Tipo de dehiscencia	Apical	Longitudinal	Lateral				
Consistencia de la pulpa	Jugosa	Carnosa					
Color de la pulpa	Blanca	Roja	Púrpura	Parda			

APÉNDICE 3. FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS DESCRIPCIONES MORFOLÓGICAS DE LA SEMILLA DE LAS CACTÁCEAS COLUMNARES.

CARACTERES	ESTADOS DE CARÁCTER			
Simetría	Simétrico	Asimétrico		
Forma	Ovoide	Ampliamente ovoide	Ampliamente ovalado	
Tamaño	Mediana	Grande	Muy grande	Extremadamente grande
Lustre	Mate	Semi-mate	Lustroso	
Color	Negro	Pardo oscuro		
Escultura multicelular	Lisa	Rugosa	Ruminada	
Quilla en la periferia de la semilla	Ausente	Presente		
Zona donde finaliza la quilla	Dorsal	Apical	Ventral	
Borde de la testa cercano a la región hilo-micropilar	No expandido alrededor del hilo	Ligeramente expandido alrededor del hilo		
Tamaño de células o diferencia de las células en posición lateral	Uniforme	Gradualmente pequeñas en dirección al hilo	Abruptamente pequeñas en dirección al hilo	
Forma de la célula en la región lateral	Isodiamétrica	Alargada		
Relieve del límite de paredes anticlinales	Invisible	Elevado	Acanalado	
Curvatura de las paredes anticlinales	Recto	Ondulado		
Intersticios en los límites de las células	Minuciosamente punteado	Con cráteres		
Relieve de la pared periclinal	Plano	Convexo con domos bajos		
Microrrelieve de la pared periclinal	Sin microrelieve (liso)	Verrugoso (Pared celular)	Estriado (Cutícula)	
Microestriaciones	Estriaciones gruesas en toda la pared periclinal	Estriaciones gruesas entrecruzadas en toda la pared periclinal		
Orientación de la RHM	Basal	Oblicuo		
Posición de la RHM relativo al borde	Superficial	Marcado		
Configuración hilo y micrópilo	Separado	Cercano pero separado por una banda esclerificada		
Forma del complejo HM	Ovalado	Tipo agujero de cerradura		

APÉNDICE 4. PERFILES BIOCLIMÁTICOS DE LAS 19 ESPECIES DE CACTÁCEAS COLUMNARES PARA EL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN. 1=Temperatura promedio anual, 2=Oscilación diurna de la temperatura, 3=Isotermalidad, 4=Estacionalidad de la temperatura, 5=Temperatura máxima promedio del periodo más cálido, 6=Temperatura mínima promedio del periodo más frío, 7=Oscilación anual de la temperatura, 8=Temperatura promedio del trimestre más lluvioso, 9=Temperatura promedio del trimestre más seco, 10=Temperatura promedio del trimestre más cálido. Temperatura en °C y precipitación en mm.

PARAMETROS/ ESPECIES	1 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	2 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	3 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	4 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	5 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	6 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	7 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	8 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	9 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	10 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	24.3-25.3 (24.8 ± 0.26)	12-13.9 (13.1 ± 0.51)	0.61-0.65 (0.63 ± 0.01)	0.69-0.75 (0.72 ± 0.01)	34.3-35.2 (35 ± 0.23)	13.6-15.2 (14.2 ± 0.41)	19.8-21.3 (20.7 ± 0.42)	25.7-26.8 (26.3 ± 0.29)	21.6-22.4 (21.9 ± 0.2)	26.7-27.7 (27.2 ± 0.27)
<i>Escontria chiotilla</i>	22.4-25.3 (23.7 ± 1.06)	12-14.8 (13.8 ± 1.11)	0.6-0.69 (0.66 ± 0.03)	0.57-0.75 (0.64 ± 0.08)	33-35.1 (34.1 ± 0.69)	11.8-15.2 (13.1 ± 1.28)	19.7-21.6 (21 ± 0.66)	23.3-26.8 (24.8 ± 1.31)	20-22.3 (21.1 ± 0.75)	24.4-27.7 (25.9 ± 1.23)
<i>Lemaireocereus hollianus</i>	24.7-25.3 (24.9 ± 0.19)	12-13.6 (13.2 ± 0.46)	0.61-0.64 (0.64 ± 0.01)	0.7-0.75 (0.72 ± 0.01)	34.9-35.1 (35 ± 0.06)	13.9-15.2 (14.3 ± 0.41)	19.8-21.1 (20.7 ± 0.39)	26.1-26.8 (26.4 ± 0.21)	21.8-22.4 (22 ± 0.18)	27-27.7 (27.3 ± 0.22)
<i>Lophocereus marginatus</i>	22.2-25.3 (24.2 ± 0.99)	12.3-14.8 (13.6 ± 0.62)	0.62-0.69 (0.65 ± 0.02)	0.57-0.74 (0.68 ± 0.06)	32.8-35.2 (34.5 ± 0.8)	11.8-15.1 (13.5 ± 1)	20-21.6 (21 ± 0.41)	23.2-26.8 (25.5 ± 1.2)	19.8-22.3 (21.4 ± 0.77)	24.3-27.7 (26.5 ± 1.11)
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	23.8-25.3 (24.8 ± 0.32)	12.1-14.2 (13.2 ± 0.52)	0.61-0.65 (0.64 ± 0.01)	0.69-0.75 (0.72 ± 0.02)	34-35.1 (34.9 ± 0.21)	12.9-15.2 (14.2 ± 0.52)	19.8-21.6 (20.8 ± 0.44)	25.1-26.8 (26.3 ± 0.37)	21.2-22.4 (21.9 ± 0.24)	26.2-27.7 (27.2 ± 0.34)
<i>Myrtillocactus schenckii</i>	22.4-24.9 (24.5 ± 0.61)	12.3-14.2 (13.2 ± 0.45)	0.61-0.67 (0.64 ± 0.01)	0.59-0.73 (0.7 ± 0.03)	33-35 (34.7 ± 0.52)	11.9-14.3 (13.9 ± 0.59)	20.1-21.1 (20.7 ± 0.27)	23.4-26.4 (25.9 ± 0.73)	20-22 (21.7 ± 0.47)	24.5-27.2 (26.8 ± 0.67)
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	24.5-25.1 (24.7 ± 0.2)	13.1-13.9 (13.5 ± 0.22)	0.63-0.65 (0.64 ± 0.01)	0.69-0.73 (0.71 ± 0.01)	34.8-35.2 (35 ± 0.12)	13.6-14.5 (14 ± 0.26)	20.7-21.3 (21 ± 0.16)	25.9-26.6 (26.2 ± 0.23)	21.6-22.3 (21.9 ± 0.19)	26.8-27.5 (27.1 ± 0.22)
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	24.1-24.9 (24.6 ± 0.26)	13.2-14.2 (13.7 ± 0.31)	0.64-0.66 (0.65 ± 0.01)	0.66-0.72 (0.7 ± 0.01)	34.5-35 (34.9 ± 0.13)	12.9-14.2 (13.7 ± 0.39)	20.8-21.6 (21.2 ± 0.27)	25.4-26.4 (26 ± 0.31)	21.2-21.9 (21.7 ± 0.22)	26.3-27.2 (26.9 ± 0.28)
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	24.4-25.3 (24.9 ± 0.28)	12.1-13.8 (13 ± 0.52)	0.61-0.65 (0.63 ± 0.01)	0.7-0.75 (0.72 ± 0.01)	34.3-35.2 (35 ± 0.18)	13.7-15.2 (14.4 ± 0.47)	19.8-21.2 (20.6 ± 0.43)	25.8-26.8 (26.4 ± 0.31)	21.7-22.5 (22 ± 0.21)	26.8-27.7 (27.3 ± 0.3)
<i>Pachycereus grandis</i>	24.8-24.8 (24.8 ± 0)	12-12 (12 ± 0)	0.6-0.61 (0.61 ± 0)	0.75-0.75 (0.75 ± 0)	34.6-34.6 (34.6 ± 0)	14.8-14.8 (14.8 ± 0)	19.8-19.8 (19.8 ± 0)	26.3-26.3 (26.3 ± 0)	22-22 (22 ± 0.01)	27.3-27.3 (27.3 ± 0)
<i>Pachycereus weberi</i>	22.5-25.3 (24.8 ± 0.76)	12-14.7 (12.6 ± 0.64)	0.61-0.69 (0.62 ± 0.02)	0.56-0.75 (0.72 ± 0.04)	33.2-35.1 (34.8 ± 0.54)	11.8-15.2 (14.6 ± 0.9)	19.7-21.4 (20.2 ± 0.43)	23.4-26.8 (26.3 ± 0.91)	20.3-22.4 (22 ± 0.54)	24.5-27.7 (27.2 ± 0.84)
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	22.8-25.3 (24.7 ± 0.57)	11.9-14.8 (13 ± 0.68)	0.61-0.69 (0.63 ± 0.02)	0.57-0.75 (0.72 ± 0.03)	33.5-35.2 (34.8 ± 0.45)	12-15.4 (14.2 ± 0.71)	19.6-21.5 (20.6 ± 0.52)	23.7-26.9 (26.1 ± 0.67)	20.5-22.5 (21.9 ± 0.42)	24.8-27.8 (27 ± 0.61)
<i>Polaskia chende</i>	22.4-25.5 (24.6 ± 0.76)	12-14.5 (13.2 ± 0.67)	0.61-0.67 (0.64 ± 0.02)	0.59-0.75 (0.71 ± 0.04)	33-35.2 (34.8 ± 0.59)	11.9-15.5 (14.1 ± 0.87)	19.7-21.8 (20.7 ± 0.51)	23.4-27 (26.1 ± 0.91)	20-23.4 (21.9 ± 0.71)	24.5-27.9 (27 ± 0.84)
<i>Polaskia chichipe</i>	22.5-25 (24.4 ± 0.77)	13-14.7 (13.6 ± 0.5)	0.63-0.69 (0.65 ± 0.02)	0.56-0.72 (0.69 ± 0.05)	33.2-35.1 (34.7 ± 0.58)	11.8-14.4 (13.6 ± 0.8)	20.6-21.5 (21.1 ± 0.33)	23.4-26.5 (25.8 ± 0.94)	20.2-22 (21.6 ± 0.55)	24.5-27.3 (26.7 ± 0.87)
<i>Pseudomitrocereus fulviceps</i>	23.7-25.3 (24.8 ± 0.26)	12.1-13.6 (13.2 ± 0.42)	0.61-0.65 (0.63 ± 0.01)	0.7-0.75 (0.72 ± 0.01)	33.9-35.1 (34.9 ± 0.28)	13.3-15.1 (14.1 ± 0.32)	19.8-21.3 (20.8 ± 0.36)	25-26.8 (26.2 ± 0.3)	21.3-23.3 (21.9 ± 0.25)	26.1-27.7 (27.1 ± 0.26)
<i>Stenocereus dumortieri</i>	22.4-25.3 (23.9 ± 1.2)	11.9-14.5 (13.2 ± 1.04)	0.61-0.68 (0.64 ± 0.03)	0.57-0.75 (0.67 ± 0.07)	33-35 (34.1 ± 0.84)	11.9-15.4 (13.5 ± 1.44)	19.6-21.4 (20.6 ± 0.69)	23.4-26.9 (25.1 ± 1.44)	20-22.5 (21.3 ± 0.96)	24.5-27.8 (26.2 ± 1.35)
<i>Stenocereus pruinosus</i>	22.5-25.3 (24.6 ± 0.83)	11.9-14.7 (12.9 ± 0.91)	0.6-0.69 (0.63 ± 0.03)	0.56-0.75 (0.71 ± 0.06)	33.2-35.2 (34.7 ± 0.57)	11.8-15.4 (14.2 ± 1.03)	19.6-21.5 (20.5 ± 0.62)	23.4-26.9 (26 ± 1.01)	20.3-22.5 (21.8 ± 0.61)	24.5-27.8 (27 ± 0.94)
<i>Stenocereus stellatus</i>	22.4-25.3 (23.8 ± 1.06)	12.1-14.8 (13.9 ± 0.99)	0.61-0.69 (0.66 ± 0.03)	0.57-0.75 (0.64 ± 0.08)	33-35.2 (34.2 ± 0.72)	11.9-15.2 (13.1 ± 1.21)	19.8-21.5 (21.1 ± 0.57)	23.4-26.8 (24.9 ± 1.31)	20-23.6 (21.2 ± 0.77)	24.5-27.7 (26 ± 1.22)
<i>Stenocereus treleasei</i>	24.9-25 (24.9 ± 0.02)	13.3-13.4 (13.3 ± 0.04)	0.64-0.64 (0.64 ± 0)	0.72-0.72 (0.72 ± 0)	35.1-35.1 (35.1 ± 0.01)	14.2-14.2 (14.2 ± 0.05)	20.9-20.9 (20.9 ± 0.04)	26.4-26.4 (26.4 ± 0.03)	22-22 (22 ± 0.02)	27.3-27.3 (27.3 ± 0.02)

CONTINUACIÓN DEL APÉNDICE 4. 11=Temperatura promedio del trimestre más frío, 12=Precipitación anual, 13=Precipitación del periodo más lluvioso, 14=Precipitación del periodo más seco, 15=Estacionalidad de la precipitación, 16=Precipitación del trimestre más lluvioso, 17=Precipitación del trimestre más seco, 18=Precipitación del trimestre más cálido, 19=Precipitación del trimestre más frío. Temperatura en °C y precipitación en mm.

PARAMETROS/ ESPECIES	11 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	12 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	13 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	14 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	15 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	16 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	17 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	18 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	19 MIN-MAX ($\bar{X} \pm S$)	ALTITUD Rango (msnm)
<i>Cephalocereus columna-trajani</i>	21.2-22.2 (21.8 ± 0.22)	1, 146-1, 786 (1, 396 ± 185.65)	61-89 (71 ± 8.17)	0	90-95 (93 ± 1.19)	645-1, 008 (784 ± 104.43)	49-83 (63 ± 9.9)	392-562 (454 ± 50.14)	50-89 (65 ± 11.04)	606-1, 800
<i>Escontria chiotilla</i>	20-22.2 (21 ± 0.69)	848-1, 977 (1, 176 ± 388.97)	49-100 (63 ± 16.45)	0	90-100 (96 ± 3.74)	490-1, 100 (667 ± 211.3)	26-98 (47 ± 24.78)	286-607 (381 ± 113.31)	27-105 (49 ± 26.25)	550-2, 092
<i>Lemaireocereus hollianus</i>	21.7-22.1 (21.8 ± 0.13)	1, 197-1, 786 (1, 355 ± 168.25)	64-89 (70 ± 7.13)	0	93-95 (94 ± 0.48)	674-1, 008 (762 ± 96.02)	52-83 (61 ± 8.76)	407-562 (445 ± 44.89)	53-87 (63 ± 9.48)	877-1, 845
<i>Lophocereus marginatus</i>	19.8-22.1 (21.3 ± 0.71)	848-1, 666 (1, 225 ± 232.05)	49-83 (64 ± 9.34)	0	93-100 (95 ± 2.19)	490-941 (690 ± 126.19)	26-77 (52 ± 15.6)	286-528 (397 ± 69.91)	27-80 (54 ± 16.39)	905-2, 375
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	20.9-22.2 (21.8 ± 0.26)	1, 150-1, 750 (1, 347 ± 180.83)	60-87 (69 ± 7.58)	0	90-95 (94 ± 0.95)	648-988 (757 ± 102.79)	49-81 (60 ± 9.5)	386-553 (440 ± 46.52)	50-85 (62 ± 10.4)	669-1, 950
<i>Myrtillocactus schenckii</i>	20-21.8 (21.5 ± 0.47)	891-1, 769 (1, 268 ± 213.18)	50-89 (67 ± 9.29)	0	90-98 (94 ± 1.9)	511-985 (713 ± 115.53)	28-85 (56 ± 12.71)	296-556 (421 ± 58.32)	29-90 (57 ± 14.16)	650-2, 120
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i>	21.5-22 (21.7 ± 0.14)	1, 130-1, 497 (1, 264 ± 111.3)	61-75 (66 ± 3.93)	0	93-95 (94 ± 0.71)	637-839 (710 ± 61.22)	48-70 (56 ± 6.39)	391-468 (419 ± 22.89)	49-73 (57 ± 7.3)	1, 534-2, 370
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	21.1-21.8 (21.6 ± 0.2)	1, 011-1, 294 (1, 200 ± 70.86)	56-67 (63 ± 2.91)	0	93-97 (95 ± 0.65)	573-727 (674 ± 39.36)	40-58 (52 ± 4.5)	320-428 (403 ± 20.57)	40-59 (53 ± 4.77)	1, 429-1, 980
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	21.3-22.2 (21.8 ± 0.22)	1, 175-1, 746 (1, 405 ± 202.08)	62-88 (72 ± 8.52)	0	90-95 (94 ± 1.04)	660-976 (790 ± 114.3)	51-83 (64 ± 10.67)	399-550 (458 ± 52.82)	52-89 (66 ± 11.81)	700-1, 846
<i>Pachycereus grandis</i>	21.6-21.6 (21.6 ± 0)	1, 918-1, 934 (1, 923 ± 8.86)	97-98 (97 ± 0.48)	0	90-91 (91 ± 0.04)	1, 072-1, 081 (1, 075 ± 4.86)	93-94 (94 ± 0.56)	595-598 (596 ± 2.17)	99-100 (100 ± 0.64)	950-1, 470
<i>Pachycereus weberi</i>	20.2-22.2 (21.8 ± 0.56)	845-1, 836 (1, 579 ± 215.14)	49-92 (79 ± 9.3)	0	90-100 (93 ± 2.09)	489-1, 034 (889 ± 118.59)	0-87 (70 ± 19.08)	285-576 (497 ± 66.19)	26-91 (75 ± 14.11)	550-1, 900
<i>Pilosocereus chrysacanthus</i>	20.4-22.2 (21.6 ± 0.44)	853-1, 942 (1, 467 ± 261.82)	49-97 (74 ± 11.91)	0	90-99 (93 ± 1.92)	493-1, 098 (823 ± 145.73)	26-91 (67 ± 15.19)	287-603 (466 ± 77.43)	27-98 (69 ± 16.5)	750-2, 000
<i>Polaskia chende</i>	20-22.3 (21.6 ± 0.57)	891-1, 918 (1, 367 ± 273.77)	50-97 (70 ± 11.88)	0	90-98 (94 ± 1.78)	511-1, 072 (769 ± 152.64)	28-93 (61 ± 16.11)	296-595 (441 ± 77.34)	29-99 (63 ± 17.49)	1, 250-2, 000
<i>Polaskia chichipe</i>	20.2-21.9 (21.5 ± 0.53)	845-1, 390 (1, 202 ± 156.44)	49-70 (63 ± 6.05)	0	93-100 (95 ± 2.01)	489-779 (675 ± 82.67)	0-63 (50 ± 15.75)	285-445 (399 ± 46.44)	26-66 (53 ± 11.58)	1, 000-2, 300
<i>Pseudomitrocereus fulviceps</i>	20.8-22.2 (21.7 ± 0.23)	1, 181-1, 756 (1, 348 ± 122.31)	63-88 (69 ± 5.11)	0	90-95 (93 ± 1)	664-985 (756 ± 68.66)	51-83 (61 ± 6.49)	402-555 (438 ± 32.58)	52-88 (63 ± 7.32)	921-2, 496
<i>Stenocereus dumortieri</i>	20-22.1 (21.1 ± 0.86)	866-1, 942 (1, 325 ± 425.81)	50-97 (69 ± 18.89)	0	91-99 (95 ± 2.87)	499-1, 098 (749 ± 236.45)	27-91 (55 ± 25.86)	290-603 (420 ± 127.25)	28-95 (58 ± 27.29)	760-2, 000
<i>Stenocereus pruinosus</i>	20.2-22.2 (21.6 ± 0.57)	845-1, 942 (1, 486 ± 329.52)	49-98 (76 ± 14.38)	0	90-100 (94 ± 2.64)	489-1, 098 (837 ± 181.74)	0-94 (66 ± 21.98)	285-603 (472 ± 95.66)	26-100 (70 ± 21.24)	550-1, 900
<i>Stenocereus stellatus</i>	20-22.2 (21.1 ± 0.7)	851-1, 841 (1, 142 ± 336.04)	49-93 (61 ± 13.88)	0	90-100 (96 ± 3.37)	492-1, 029 (648 ± 182.05)	26-89 (45 ± 21.82)	286-575 (373 ± 98.98)	27-94 (47 ± 22.91)	550-2, 300
<i>Stenocereus treleasei</i>	21.8-21.9 (21.9 ± 0.02)	1, 376-1, 390 (1, 383 ± 7.81)	69-70 (70 ± 0.4)	0	93-93 (93 ± 0.03)	770-779 (774 ± 4.78)	63-63 (63 ± 0.38)	441-445 (443 ± 2.49)	65-66 (65 ± 0.38)	1, 000-1, 725

APÉNDICE 5. GLOSARIO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Ápice. La punta o extremo de una hoja o folíolo (el término puede aplicarse a otros órganos).

Asimétrico. Que no posee ningún plano de simetría; que no puede dividirse ni siquiera en dos partes iguales que se correspondan.

Carácter. Es cualquier rasgo que puede ser medido, pesado, contado o descrito.

Cartáceo. De consistencia de papel o de pergamino.

Costilla. Resalto o saliente longitudinal sobre el tallo.

Caduco (caedizo, deciduo). Referente a los órganos poco durables en la planta.

Dehiscente. Referente al fenómeno de la dehiscencia, que consiste en la apertura natural de un órgano al llegar a la madurez, como es el caso de las anteras y de los frutos.

Endémico. Se dice de una especie que se considera oriunda de una región determinada, de distribución geográfica restringida.

Especie. Unidad básica de la clasificación de los organismos, que incluye a grandes rasgos, a todos los individuos que se parecen entre sí más que a otros y que por cruzamiento recíproco producen descendencia fértil.

Estados de carácter. Distintas condiciones que puede presentar el mismo.

Rama. Cada una de las partes en que se divide el tallo.

Vestigial. Poco desarrollado, rudimentario.

FORMAS DE CRECIMIENTO EN CACTÁCEAS COLUMNARES

Arborescente. Que llega a alcanzar el aspecto y altura de un árbol, con un tronco y ramificación por arriba de la base.

Arbustivo. Con porte de arbusto, por lo general de menos de 4 m de alto, ramificado a partir de la base.

Columnar. Con un eje principal sin ramificación. Con un tronco erecto, grueso.

RAMAS

Arqueado (arcuado). Curvado a manera de arco hacia arriba o hacia abajo.

Ascendente. Con las ramas inclinadas hacia arriba con un ángulo de divergencia entre 16 y 45 grados del vertical o que empieza primero con una orientación y que cambia después hacia la vertical.

Erecto (erguido). De disposición vertical.

ARÉOLAS

Aréola. Yema de tejido meristemático, esto es, un grupo de células, no diferenciadas con toda la capacidad para dar lugar a cualquier tipo de tejido.

Confluente. Dícese metafóricamente de los órganos o partes orgánicas al principio más o menos separados, que, a causa de su desarrollo ulterior, acaban por aproximarse tanto que llegan a tocarse.

Forma

Deltoide. De forma semejante a la letra griega delta, es decir a un triángulo isósceles de base más bien corta.

Elíptico. En forma de elipse; redondeado o curvado y más ancho en la parte central de la estructura.

Obdeltoide. De forma deltoide, con la parte más amplia en el ápice.

Oblato. Redondeado, más ancho que largo.

Oblongo. Más largo que ancho, de forma más o menos rectangular.

Obovada. En forma de huevo, con el ápice más amplio que la base.

Orbicular (circular). De forma redonda.

Ovada. En forma de huevo, con la base más amplia que el ápice.

CLASIFICACIÓN DE LAS ESPINAS

Espina. Prominencia larga, endurecida y puntiaguda, que generalmente incluye tejidos secundarios además de epidérmicos.

Por su posición dentro de la aréola

Centrales. Las que se producen en el interior de la misma.

Radiado. Con las espinas partiendo de un punto central, en forma simétrica.

Radiales. Las que surgen de la periferia de la aréola.

Por la forma que presentan

Acicular (aciculiforme). De forma larga, muy angosta, puntiaguda, a manera de aguja.

Setoso. Con setas (tricoma rígido, recto, largo, atenuado; es simple y multiseriado).

Subulado (alesnado). Angostamente triangular, con la base más ancha.

Por su dirección u orientación

Divergente (divaricado, patente). Que forma un ángulo abierto de 75 a 105 grados con el eje vertical o de referencia. Proyectadas hacia diferentes direcciones.

Adpreso (aplicado). Aplicado contra la superficie o eje vertical de referencia. Dirigido hacia el ápice de la misma con un ángulo de divergencia de 15 grados aproximadamente.

Porrecto (proyectado, saliente). Espinas que forman un ángulo recto con respecto al eje central del tallo.

Reflejo (deflexo). Doblado hacia abajo o hacia atrás.

Reflexo (retrorso). Doblado abruptamente hacia atrás.

Por su ornamentación

Anillado. Cuando se presentan estrías transversales y paralelas.

DIFERENCIACIÓN EVIDENTE ENTRE LAS ARÉOLAS VEGETATIVAS Y LAS FLORÍFERAS

Cefalio. Región florífera pilosa cuyas aréolas se modifican de tal manera que no continúan sus funciones vegetativas.

Cephalo. Término griego que significa cabeza.

Seudocefalio. Región florífera cuyas aréolas después de la floración pierden los órganos pilosos aludidos persistiendo sus funciones vegetativas.

Posición de la zona fértil

Lateral. Cuando se produce a lo largo de las costillas.

Anular. Semejando un collar de cerdas alrededor del tallo, alternándose el crecimiento vegetativo con el desarrollo floral.

Apical. Generado en la parte terminal del tallo.

FORMA DE LAS FLORES

Campanulado (campaniforme, acampanado). En forma de campana; corola gamopétala con el tubo amplio aproximadamente de la misma longitud que el limbo, también amplio.

Tubular. De forma cilíndrica, hueca por dentro.

Infundibuliforme. En forma de embudo.

APERTURA DE LAS FLORES

Antesis diurna/nocturna. Apertura de las flores durante el día o noche. El momento de abrirse la flor; floración.

EL FRUTO

Forma

Globo. Más o menos esférico.

Obovoide. En forma de huevo con el ápice más amplio que la base.

Ovoide. En forma de huevo, con la parte más amplia cerca de la base.

Elipsoide. En forma de elipse, más larga que ancha, de mayor diámetro en el punto medio de la estructura.

LA SEMILLA

Semilla. Unidad de reproducción sexual desarrollada a partir de un óvulo fecundado y consta esencialmente de un embrión encerrado en una testa y rodeado de sustancias alimenticias.

Tipos de óvulos. En cuanto a orientación y postura.

Campilótropo. Óvulo doblado en ángulo recto, quedando el micrópilo orientado hacia la placenta.

Anátropo. Óvulo invertido, en que el ápice de la nucela se dirige hacia la base del funículo.

Partes de la semilla

Arilo. Excrescencia de la semilla a manera de apéndice o cubierta externa, de diversos tamaños, formas y colores. Tejido originado del funículo que recubre la semilla.

Carúncula. Excrescencia o carnosidad pequeña en la región del micrópilo formado por los tegumentos.

Hilo (Hilio). Cicatriz que indica el lugar de unión entre la semilla y el funículo o placenta al desprenderse.

Micrópilo. Abertura en la espermodermis, formado ya desde el óvulo, es el pequeño poro que deja el tegumento interno y por el cual saldrá generalmente la radícula del embrión durante la germinación.

Forma de la semilla

Ovalado (ovado). En forma de huevo, con la base más amplia que el ápice.

Ovoide. En forma de huevo, con la parte más amplia cerca de la base.

Caracteres generales o morfología gruesa

Rugosa. Sin asociación con cráteres intersticiales. Con pliegues o arrugas, irregulares.

Ruminada. Asociado con cráteres intersticiales. Profundamente agrietado.

Quilla. Plegamiento de las capas superiores de la testa sobre el borde de las regiones dorsal, apical o ventral.

Coma (vilano, papo). Conjunto apical de pelos, dicese del penacho de las semillas.

Pleurograma. Línea fisural localizada en región lateral.

Límite anticlinal de las células

Pared anticlinal. Pared con orientación perpendicular a la superficie de la semilla.

Relieve del límite de paredes anticlinales. Formación de la unión entre dos células que es visible en la superficie.

Intersticio (s). Formación de oquedades en las esquinas de paredes anticlinales donde se unen tres células.

Escultura de la pared periclinal

Pared periclinal externa. Pared que forma la superficie de la semilla.

Relieve

Convexo. Se dice de la curva y de las superficies abovedadas hacia fuera (con hinchazón).

Microrelieve

Verrugoso, verrucoso (pared celular y/o cutícula). Cubierto de protuberancias a modo de verrugas.

Estriado (solamente cutícula). Con rayas longitudinales.

Orientación de la RHM

Oblicuo. Indirecto, desviado de la horizontal.

Forma del complejo HM

Ovalado, ovado. En forma de huevo, con la base más amplia que el ápice.

APÉNDICE 6. FOTOGRAFÍAS DE LOS EJEMPLARES BOTÁNICOS DEL HERBARIO NACIONAL DE MÉXICO (MEXU) Y BANCO DE SEMILLAS FESI-UNAM.

Neobuxbaumia mezcalaensis Col. Guzmán-Cruz, L. Ulises y S. Arias 975, 02MAR1993 Edo. Pue., Mpio. Tlacotepec, 18° 40' N, 97° 43' W, Alt. 1950 m.



Stenocereus treleasei Col. Guzmán-Cruz, L. Ulises, S. Gama y S. Arias 873, 30JUL1991 Edo. Oax. Dto. Etla, Mpio. San Jerónimo Sosola, 17° 22' N, 97° 02' W, Alt. 1440 m.



EJEMPLARES BOTÁNICOS DEPOSITADOS EN LA COLECCIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS FESI-UNAM.

Stenocereus dumortieri Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 13, 19JUN2011 Edo. Oax., Mpio. Teotitlán de Flores Magón, Lat 18° 10' 13'', Long 97° 03' 20.3'', Alt. 1610 m.



Neobuxbaumia macrocephala Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 14, 20JUN2011 Edo. Pue., Mpio. Zapotitlán de las Salinas, Lat 18° 19' 20.3'', Long 97° 33' 32.9'', Alt. 1648 m.



Neobuxbaumia mezcalaensis Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 15, 20JUN2011 Edo. Pue., Mpio. Zapotitlán de las Salinas, Lat 18° 19' 20.3", Long 97° 33' 32.9", Alt. 1648 m.



Pseudomitrocereus fulviceps Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 16, 20JUN2011 Edo. Pue., Mpio. Zapotitlán de las Salinas, Lat 18° 15' 53.5", Long 97° 29' 59.9", Alt. 1694 m.



Polaskia chichipe Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 17, 21JUN2011 Edo. Pue., Mpio. Tehuacán, Lat 18° 28' 06.3", Long 97° 27' 11.9", Alt. 1762 m.



Lophocereus marginatus Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 18, 21JUN2011 Edo. Pue., Mpio. Tehuacán, Lat 18° 28' 06.3", Long 97° 27' 11.9", Alt. 1762 m.



EJEMPLARES BOTÁNICOS DEPOSITADOS EN LA COLECCIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS FESI-UNAM

Polaskia chende Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 19, 22JUN2011 Edo. Oax., Mpio. Teotitlán de flores Magón, Lat 18° 10' 13", Long 97° 03' 20.3", Alt. 1610 m.



Cephalocereus columna-trajani Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 20, 23JUN2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 09' 52", Long 97° 06' 58", Alt. 892 m.



Myrtillocactus schenckii Col. Daniel Franco Estada y Héctor Cervantes Maya 21, 11AGO2011 Edo. Oax., Mpio. San Juan Quiahijé, Lat 17° 28' 17.4", Long 97° 00' 19.8", Alt. 1808 m.



Pilosocereus chrysacanthus Col. Daniel Franco Estada y Héctor Cervantes Maya 22, 11AGO2011 Edo. Oax., Mpio. Santiago Huauclilla, Lat 17° 26' 20.9", Long 97° 00' 49.3", Alt. 1456 m.



EJEMPLARES BOTÁNICOS DEPOSITADOS EN LA COLECCIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS FESI-UNAM

Stenocereus treleasei Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Ulises Guzmán 23, 11AGO2011 Edo. Oax., Mpio. San Jerónimo Sosola, Lat 17° 25' 09.5", Long 97° 01' 15.3", Alt. 1499 m.



Neobuxbaumia tetetzo Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 24, 12AGO2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 11' 17", Long 97° 07' 58", Alt. 908 m.



Mytillocactus geometrizans Col. Daniel Franco Estada 25, 31AGO2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 11' 23.6", Long 97° 08' 35.8", Alt. 902 m.



Stenocereus pruinosus Col. Daniel Franco Estada 26, 31AGO2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 10' 40.7", Long 97° 06' 57.9", Alt. 952 m.



Stenocereus stellatus Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 27, 31AGO2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 11' 23.6'', Long 97° 08' 35.8'', Alt. 902 m.



Escontria chiotilla Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 29, 24SEP2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 11' 23.6'', Long 97° 08' 35.8'', Alt. 902 m.



Pachycereus weberi Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 28, 31AGO2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 11' 23.6'', Long 97° 08' 35.8'', Alt. 902 m.



Lemaireocereus hollianus Col. Daniel Franco Estada, Héctor Cervantes Maya y Martín López Carrera 30, 27SEP2011 Edo. Pue., Mpio. Coxcatlán, Lat 18° 09' 52'', Long 97° 06' 58'', Alt. 892 m.

