



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

**Tratamiento nomenclatural de
cultivares de *Opuntia* Mill. (Cactaceae)
de la región de Las Pirámides, Estado de
México, México**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD
Y CONSERVACIÓN

P R E S E N T A:

GILBERTO MENDOZA MADRIGAL

Director: M. en C. Manuel González Ledesma

Mineral de la Reforma, Hidalgo

2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

M. EN A. JULIO CESAR LEINES MEDÉCIGO
DIR. ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E

Por este conducto le comunico que, después de revisar el trabajo titulado "TRATAMIENTO NOMENCLATORIAL DE CULTIVARES DE *Opuntia* Mill. (Cactaceae) DE LA REGIÓN DE LAS PIRÁMIDES, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO" que presenta el alumno de la Maestría en Biodiversidad y Conservación, Bíol. Gilberto Mendoza Madrigal, el Comité Revisor de tesis ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Comité Revisor.

PRESIDENTE: Dr. Miguel Ángel Villavicencio Nieto

Miguel A. Villavicencio

SECRETARIO: Dra. Ma. Teresa Pulido Silva

Ma. Teresa Pulido

VOCAL: M. en C. Manuel González Ledesma

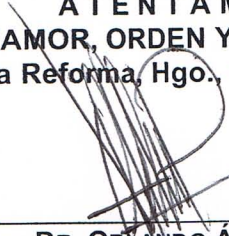
Manuel González L.

PRIMER SUPLENTE: Dra. Claudia T. Hornung Leoni

Claudia T. Hornung Leoni

Sin otro particular, reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Mineral de la Reforma, Hgo., a 13 de Febrero del 2013.


DR. ORLANDO ÁVILA POZOS
DIRECTOR I.C.B.I.



AGRADECIMIENTOS

Manifiesto mi plena gratitud a todos aquellos que directa o indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y al Centro de Investigaciones Biológicas por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de la presente investigación (310670/247513).

Al M. en C. Manuel González Ledesma por su confianza, valioso apoyo, tiempo y dedicación. Muchas Gracias...!!!

A los profesores miembros del comité tutorial Dr. Miguel Ángel Villavicencio Nieto, Dra. María Teresa Pulido Silva y Dra. Claudia T. Hornung Leoni por su tiempo, comentarios y sugerencias que contribuyeron a enriquecer este trabajo.

Al Biol. Jorge Alberto González Martínez por su valioso apoyo en la edición de imágenes de los cultivares de *Opuntia*.

A los agricultores que se dedican al cultivo de *Opuntia*, porque a pesar de todas las adversidades, año con año entregan siempre su mejor esfuerzo. Gracias por su ejemplo de tenacidad y voluntad inquebrantable.

A todos mis compañeros y amigos del Herbario por encontrar siempre los medios para hacer más gratos los momentos en el laboratorio. Con mucho cariño a Alexis, Anabel, Aracely, Arlen, Aylé, Blanca, Carlos, Cecilia, Cinthia, Dimas, Dulce, Erika, Ernesto, Hizha, Ivon, Jorge Alberto, Karen, Lidia, Oscar, Lupita, Marín, Nallely, Pedro, Ramón, Rocío, Sandra, Sara, Vianey, Yarely y Yesenia.

A todos y cada uno de mis profesores de quienes mucho he aprendido y sigo aprendiendo. En especial a la Dra. Ana Laura López Escamilla, Dr. Gerardo Sánchez Rojas, M. en C. Mario Segura Almaraz, Dr. Arturo Sánchez González, Profra Mónica Campos Aguilar, Prof. José M. Galicia Gleason y Prof. Daniel Rubio García. Gracias por su esfuerzo y dedicación de cada día.

A mis compañeros del camino Ma. Ascensión, Aurelia, Blanca, Fernando, Ma. Guadalupe, Ilse, Josefina, Leonardo, Mario, Nallely y Ricardo. Gracias por compartir esta travesía. Les deseo el mayor de los éxitos.

A mi familia que por mucho tiempo aceptó mis repetidas ausencias. Muchas gracias por apoyarme siempre.



DEDICATORIA

A las luces que iluminan nuestro camino y nos inspiran a no darnos por vencidos. A la luz que lo origina todo y de la cual todos formamos parte, Dios.

A las más importantes en vida, mis padres y hermanos. Muchas gracias por su motivación, ejemplo e incondicional apoyo. Mi pensamiento está siempre con cada uno de ustedes.

A mis abuelos, muchas gracias por los padres que me regalaron. Estoy muy orgulloso de ellos y de ustedes.

A mis primos y tíos, en especial a quienes han encontrado fuera del país su realización y forma de vida. Los admiro y respeto.

A Alex, Alexis, Andoni y Baruch por compartir conmigo esta maravillosa etapa de mi vida que guardaré siempre como un recuerdo muy bonito, un recuerdo increíble todo lo que viví junto a ustedes. Muchas gracias...!!!

A Sergio, Roberto, Jovanny, Zefe, Lupita, Moy, Víctor, Omar, Juan y Miros; gracias por sumarse también a este fantástico viaje.

A Denisse, Diana Mancilla, Edith, Erika López, Esmeralda, Eulogia, Gabriel, Jessy, Luis, Maciel, Mariano, Marisol, Miriam, Sofy y Vanessa. Gracias por seguir dedicándome su amistad.

A todas las personas que he conocido en este trayecto: Alejandra, Abraham, Arianna, Aurora, Diana Hernández, Diego, Erandeny, Fernando, Héctor, Hilda, Isabel, Julio, Kendy, Lydice, Magaly, Mariana, Maricela, Marilú, Mary, Mayra, Monserrat, Nery, Pablo, Rocío, Roosvelt, Sandy, Shii, Sirelda, Temo, Víctor y Yissel. Gracias por la oportunidad de conocerles y de compartir momentos muy agradables.

A la familia Trejo García por recibirme en su hogar. Muchas gracias por su hospitalidad y confianza.

A todos quienes me han alentado con sus comentarios y muestras de apoyo. Gracias por su confianza que me ha acompañado durante todo este tiempo. Muchas gracias por todo su apoyo.

A todos, muchas gracias por ser parte de esta agradable experiencia. Estoy y estaré agradecido siempre, del privilegio que me ha dado la vida de conocerles.

Juntos lo logramos.

Muchas Gracias...!!!!



A todas las personas que trabajan incansablemente por una sociedad más justa, equitativa y transparente. Su ejemplo me inspira siempre a seguir adelante.

A los hombres y mujeres que ponen en el centro de toda acción política y de gobierno al bien común y la dignidad humana.

A quienes se muestran siempre dispuestos al diálogo y cuyas decisiones están siempre acompañadas por el deber sin pretender imponer su visión ni desacreditar a los distintos.

A todas las personas verdaderamente libres, que no se encuentran atrapadas en doctrinas como la intolerancia o el fanatismo.

A todas las personas congruentes, trabajadoras, honestas, responsables y valientes. Toda mi admiración y respeto.





La presente investigación se desarrolló en el Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas (HGOM) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), bajo la dirección del M. en C. Manuel González Ledesma y con el apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

CONTENIDO

CONTENIDO.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VIII
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. ANTECEDENTES	3
1. Las Cactáceas.....	3
2. El Género <i>Opuntia</i> Mill.	3
2.1 Morfología.....	4
2.2 Importancia y usos.....	6
2.3 Biología reproductiva.....	7
2.4 Taxonomía.....	9
2.5 Cultivo y domesticación.....	9
2.6 Los cultivares o variantes cultivadas en el Centro de México.....	10
3. El Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas.....	13
3.1 Qué es y por qué surge.....	13
3.2 El cultivar.....	13
3.3 Tipos de cultivares.....	14
3.4 Nombres de cultivares.....	15
3.5 Grupos de cultivares.....	15
3.6 Estándares nomenclaturales.....	16
3.7 Autoridades Internacionales para el Registro de Cultivares.....	16

III. JUSTIFICACIÓN	17
IV. OBJETIVOS	17
V. ÁREA DE ESTUDIO	18
1. Ubicación y características.....	18
2. Historia	19
VI. MATERIAL Y MÉTODOS	21
1. Trabajo de campo	21
2. Trabajo de herbario	22
3. Obtención de datos	23
4. Definición, descripción e identificación de cultivares	23
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
1. Diversidad	25
2. Definición de cultivares y caracteres	26
3. Nombres de los cultivares y estándares nomenclaturales.....	26
4. Clasificación e identificación de los cultivares.....	28
5. Grupos de Cultivares.....	29
Grupo 1. Tunas de cáscara verde a amarilla y pulpa verde claro a blanca.....	30
Grupo 2. Tunas de cáscara y pulpa naranja	31
Grupo 3. Tunas de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura	32
Grupo 4. Xoconostles	33
Grupo 5. Xocotunas.....	34
3. Clave para la identificación de cultivares	35
4. Descripción de cultivares.....	37
Grupo 1.	37
Grupo 2.	61

Grupo 3.	77
Grupo 4.	105
Grupo 5.	125
VIII. CONCLUSIONES	129
LITERATURA CITADA	131
GLOSARIO	142
APÉNDICE . Formato para la descripción morfológica de cultivares de <i>Opuntia</i> sp.	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1	La flor de <i>Opuntia</i> . A. Vista externa; B. Corte longitudinal.	5
2	Indígena recolecta tunas, los frutos de <i>Opuntia</i>	6
3	Mapa de la zona de estudio; se señalan los municipios del Estado de México donde se recolectó material de herbario.	18
4	El Tlalocan, paraíso o recinto de Tláloc. El agua y la fertilidad aparecen como tema central; se observan figuras humanas, mariposas, manantiales, arroyos y plantas. Mural de Tepantitla en Teotihuacán.	20
5	El Tlalocan, paraíso o recinto de Tláloc. Detalle de <i>Opuntia</i> . Mural de Tepantitla en Teotihuacán.	20
6	Ejemplo de estándar nomenclatural. Estándar nomenclatural de <i>Opuntia</i> 'Tlaloc'. A. Cladodio; B. Cladodio joven; C. Flor en corte longitudinal; D. Semillas; E. Imágenes de hábito, cladodio y aréolas; F. Imágenes de cladodio joven, flores y fruto.....	27
7	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Cihuatl'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola	39
8	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Cihuatl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	40
9	<i>Opuntia</i> 'Coral'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D1. Disposición de espinas en aréolas del ápice; D2. Disposición de espinas en aréolas centrales.	43
10	<i>Opuntia</i> 'Coral'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en sección transversal; D. Fruto; E. Fruto en sección longitudinal; F. Fruto en sección transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	44
11	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Jade'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola de México.	47
12	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Jade'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	48
13	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Plata'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.....	51
14	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Plata'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	52

15	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Victoria'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	55
16	<i>Opuntia albicarpa</i> 'Victoria'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	56
17	<i>Opuntia</i> 'Xometla'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas.	59
18	<i>Opuntia</i> 'Xometla'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	60
19	<i>Opuntia</i> 'Citlalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	63
20	<i>Opuntia</i> 'Citlalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto; H. Fenómeno teratológico, fruto inserto en el ápice del cladodio.....	64
21	<i>Opuntia</i> 'Itztli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas.	67
22	<i>Opuntia</i> 'Itztli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	68
23	<i>Opuntia</i> 'Palapa'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	71
24	<i>Opuntia</i> 'Palapa'. A. Cladodio joven; B. Podario y hoja; C. Flor; D. Flor en corte longitudinal; E. Fruto; F. Fruto en corte longitudinal; G. Fruto en corte transversal; H. Cicatriz floral del fruto.	72
25	<i>Opuntia</i> 'Quinto Sol'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	75
26	<i>Opuntia</i> 'Quinto Sol'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.....	76
27	<i>Opuntia aff. streptacantha</i> 'Ameyalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	79
28	<i>Opuntia aff. streptacantha</i> 'Ameyalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	80
29	<i>Opuntia aff. streptacantha</i> 'Luna Azul'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D1. Disposición de espinas en aréolas del ápice; D2. Disposición de espinas en aréolas centrales.	83

30	<i>Opuntia aff. streptacantha</i> 'Luna Azul'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Corte transversal del fruto; G. Cicatriz floral del fruto.	84
31	<i>Opuntia</i> 'Ollin'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	87
32	<i>Opuntia</i> 'Ollin'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	88
33	<i>Opuntia</i> 'Tlaloc'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	91
34	<i>Opuntia</i> 'Tlaloc'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	92
35	<i>Opuntia</i> 'Grana'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas.	95
36	<i>Opuntia</i> 'Grana'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	96
37	<i>Opuntia</i> 'Teotihuacan'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	99
38	<i>Opuntia</i> 'Teotihuacan'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. .	100
39	<i>Opuntia larreyi</i> 'Turquesa'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas.	103
40	<i>Opuntia larreyi</i> 'Turquesa'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	104
41	<i>Opuntia joconostle</i> 'Atl'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	107
42	<i>Opuntia joconostle</i> 'Atl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	108
43	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Ehecatl'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	111
44	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Ehecatl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal del fruto; G1. Cicatriz floral del fruto; G2. Detalle de la cicatriz floral del fruto.	112

45	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Jaguar'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	115
46	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Jaguar'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	116
47	<i>Opuntia matudae</i> 'Tlalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréola; D. Disposición de las espinas en la aréola.	119
48	<i>Opuntia matudae</i> 'Tlalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	120
49	<i>Opuntia joconostle</i> 'Tonalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	123
50	<i>Opuntia joconostle</i> 'Tonalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto.	124
51	<i>Opuntia</i> 'Venus'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola.	127
52	<i>Opuntia</i> 'Venus'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal del fruto; G. Cicatriz floral del fruto.	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Contenido	Página
1	Especies y cultivares de <i>Opuntia</i> del centro de México (Estado de México, Hidalgo, Distrito Federal) que aparecen en obras taxonómicas.	11
2	Algunas especies y cultivares de <i>Opuntia</i> tratados en estudios recientes.	12
3	Cultivares de <i>Opuntia</i> encontrados en la región de Las Pirámides y nombres aplicados en publicaciones recientes.	25
4	Cultivares de <i>Opuntia</i> encontrados en la región de Las Pirámides y series a las que pertenecen. Series según Britton y Rose (1919).	28
5	Comparación de cultivares de <i>Opuntia</i> con cáscara verde a amarilla, a veces tintes rosados, y pulpa verde claro a blanca de la región de Las Pirámides.	30
6	Comparación de cultivares de <i>Opuntia</i> con cáscara y pulpa naranja o naranja-amarilla de la región de Las Pirámides.	31
7	Comparación de cultivares de <i>Opuntia</i> con cáscara y pulpa roja a rojo púrpura, con espinas, de la región de Las Pirámides.	32
8	Comparación de cultivares de <i>Opuntia</i> de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura, sin espinas, de la región de Las Pirámides.	33
9	Cultivares de <i>Opuntia</i> con frutos ácidos (Xoconostles) de la región de Las Pirámides, Estado de México.	34

RESUMEN

El género *Opuntia* constituye uno de los recursos vegetales de mayor importancia en las zonas semiáridas de México. Nuestro país alberga la mayor diversidad de especies y cultivares a nivel mundial. El género se encuentra en un proceso activo de diferenciación, y factores como la hibridación, la poliploidía, la introgresión, la reproducción asexual, la plasticidad fenotípica, el cultivo y la domesticación hacen complejo su estudio. Las variantes cultivadas han sido tratadas marginal e informalmente en estudios sistemáticos de plantas silvestres, aplicando nombres comunes de manera irregular, lo que dificulta su estudio y la comunicación científica. Por esto resulta indispensable el desarrollo de estudios taxonómicos que contribuyan a definir, describir y nombrar formalmente la diversidad de cultivares con una nomenclatura estable, de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas. El presente estudio se llevó a cabo en la región de Las Pirámides, Estado de México, la región del país donde se produce el mayor volumen de tuna, y donde entre el año 1 a 650 d.C. se desarrolló la cultura Teotihuacana. Se reconocieron, caracterizaron y nombraron 23 cultivares de *Opuntia* pertenecientes a cuatro series: Streptacanthae, Ficus-indicae, Leucotrichae y Robustae. La mayoría de los cultivares se encontraron en huertos familiares y plantaciones comerciales. Los cultivares se definieron mediante una combinación de caracteres vegetativos, como la forma, el tamaño, color y la presencia o ausencia de espinas en el cladodio; y reproductivos como la forma, el tamaño, color y la profundidad de la cicatriz floral en los frutos, y el color de las flores. Los cultivares se ubicaron en tres grandes grupos: 1) tunas (frutos dulces), con 17 cultivares; 2) xoconostles (frutos ácidos), con 5 cultivares; y 3) xocotunas (frutos agridulces), con un cultivar. Adicionalmente las tunas se separaron también en tres grupos: a) tunas de cáscara verde claro a amarilla y pulpa verde claro a blanca, con 6 cultivares; b) tunas de cáscara y pulpa naranja, con 4 cultivares; y c) tunas de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura, con 7 cultivares. Los cultivares de tunas que más se cultivan son 'Cihuatl' y 'Tlaloc', y de los xoconostles 'Xalli' y 'Atl'. Se presenta una clave dicotómica para su identificación. La mayoría de los nombres asignados provienen del náhuatl y están asociados a la cultura teotihuacana. Se describe e ilustra cada cultivar, y se asigna un estándar nomenclatural que incluye ejemplares de herbario e imágenes de estructuras morfológicas vegetativas y reproductivas en diferentes etapas fenológicas.

I. INTRODUCCIÓN

Los nopales (*Opuntia* Mill.) constituyen el género de Cactáceas, más grande y de más amplia distribución geográfica de la subfamilia Opuntioideae, con más de 200 especies (Rebman y Pinkava, 2001); se encuentran desde Saskatchewan, Canadá hasta la Patagonia en Argentina; desde las islas del Caribe hasta las Galápagos (Britton y Rose, 1963) y desde el nivel del mar hasta los 4,500 msnm.

Desde tiempos remotos, el nopal ha desempeñado un papel importante en las culturas prehispánicas; así como en el desarrollo cultural e histórico de México. En la actualidad constituye uno de los recursos vegetales de mayor importancia en las zonas áridas y semiáridas de México. Nuestro país alberga la mayor diversidad de especies y cultivares de *Opuntia* del mundo y ocupa el primer lugar mundial en términos de superficie cultivada, producción y consumo de tuna (Gallegos-Vázquez y Méndez-Gallegos, 2000).

El género se encuentra en un activo proceso de diferenciación, y factores como la hibridación, la poliploidía, la reproducción asexual, la plasticidad fenotípica, el cultivo y la domesticación, hacen complejo el estudio sistemático, tanto de los taxones silvestres, como de las variantes cultivadas.

No se conoce el número total de cultivares; inventarios recientes para la Altiplanicie Meridional de México (región centro-norte del país) registran 243 cultivares, que corresponden a entre 18 y 21 especies (Reyes-Agüero *et al.* 2005a, 2006a). Estas variantes cultivadas han sido tratadas marginal e informalmente en los estudios sistemáticos de plantas silvestres. Estudios recientes enfocados a ellos han generado confusión, derivada de la ausencia de reglas para nombrarlos, del uso de nombres comunes que cambian de un autor a otro o de un lugar a otro, del uso de más de un nombre para un mismo cultivar, y de descripciones imprecisas. Considerando lo anterior, es indispensable el desarrollo de estudios taxonómicos que contribuyan a definir, describir y nombrar formalmente la diversidad de cultivares para tener una nomenclatura estable y una adecuada comunicación científica.

El presente estudio se enfoca en la región de Las Pirámides, en el NE del Valle de México, donde se desarrolló la cultura Teotihuacana entre el año 1 a 650 d.C.; en la actualidad es la zona del país con mayor producción de tuna. Se plantea realizar un tratamiento taxonómico de los cultivares de *Opuntia* siguiendo las reglas establecidas en el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC; Brickell *et al.*, 2009).

II. ANTECEDENTES

1. Las Cactáceas

La familia Cactaceae es nativa del continente Americano, se distribuye desde la Columbia Británica y Alberta, Canadá, hasta la Patagonia, cerca del extremo sur de Sudamérica (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999; Hernández *et al.*, 2004). México es el país con la mayor diversidad (586 especies), seguido de Brasil (198), Argentina (161), Bolivia (122), Estados Unidos (143), Perú (84) y Chile (55) (Hernández y Godínez, 1994; Ortega-Baes y Godínez-Alvarez, 2006; Godínez-Alvarez y Ortega-Baes, 2007; Ortega-Baes *et al.*, 2010). La familia comprende cerca de 124 géneros y 1,427 especies (Hunt, 2006), y se divide en cuatro subfamilias: Pereskioideae, Opuntioideae, Maihuenioideae y Cactoideae (Leuenberger, 1997; Anderson, 2001; Parfitt y Gibson, 2003).

La subfamilia Pereskioideae presenta hojas laminares algo suculentas y sus semillas están envueltas en una capa delgada y quebradiza, no presentan glóquidas. La subfamilia Opuntioideae tiene glóquidas (ahuates, en náhuatl), espinas subuladas o aciculares, sin vaina papirácea; semillas lenticulares envueltas en un arilo esclerenquimatoso o pétreo (envoltura funicular); y hojas reducidas, subuladas, sólo durante la etapa juvenil (Jankalski, 2002; Scheinvar, 2004; Griffith y Porter, 2009). La subfamilia Maihuenioideae no presenta glóquidas y tienen semillas envueltas en un arilo blando (Kiesling y Ferrari, 2005). La subfamilia Cactoideae no presenta hojas laminares, ni glóquidas y las semillas no son lenticulares ni pétreas. En la subfamilia Opuntioideae se reconocen 15 géneros y de 220 a 350 especies (Britton y Rose 1919; Barthlott y Hunt, 1993; Anderson, 2001).

2. El Género *Opuntia* Mill.

Opuntia constituye el género de más amplia distribución geográfica de la subfamilia Opuntioideae. México es considerado un importante centro de diversificación, con 93 especies reconocidas (Scheinvar y Gallegos-Vázquez, 2011). Se encuentran en diferentes climas, suelos, altitudes y tipos de vegetación (Esparza-Sandoval, 2010), pero principalmente en las zonas áridas y semiáridas. La mayor concentración de especies se localiza en el desierto chihuahuense y en la zona semiárida de Tehuacán-Cuicatlán (Scheinvar y Gallegos-Vázquez, 2011; Scheinvar *et al.*, 2011).

El análisis filogenético más reciente (Majure *et al.* 2012) indica la existencia de un clado de *Opuntia* que también incluye a *Nopalea*, género que tradicionalmente se trata aparte. Se sugiere que el género *Opuntia* se originó en el suroeste de Sudamérica, pero ha tenido su radiación y diversificación más extensa en Norteamérica.

2.1 Morfología

El hábito del género es arbóreo, arbustivo o rastrero; simple o cespitoso. Las raíces son fibrosas, muy extendidas y superficiales, a veces tuberosas (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar, 2004).

Las aréolas, homólogas a yemas axilares, se encuentran sobre tubérculos o podarios, dan origen a hojas, espinas, glóquidas, flores, fieltro o lana, cerdas, tallos, frutos y raíces adventicias (Bravo-Hollis, 1978). Las aréolas están dispuestas en series (líneas) espirales, y son de importancia taxonómica en la determinación de especies.

Los cladodios son tallos fotosintéticos aplanados, carnosos, que por fusión forman ramas; presentan diversas formas que van desde ovada hasta orbicular. Las hojas se presentan en los cladodios jóvenes, son carnosas, de vida corta y forma cónica.

Las espinas se originan en las aréolas; pueden presentarse solitarias o en grupos, ser redondeadas, aplanadas, desnudas o con vainas papiráceas de colores variados. Las espinas cumplen diferentes funciones, entre las que destacan, la protección contra los depredadores, reflejo de la radiación solar y condensación de la humedad ambiental (Pimienta-Barrios, 1990). Pueden ser clasificadas de acuerdo con su forma y posición dentro de la aréola, así como por la dirección y ornamentación. Las glóquidas son estructuras unicelulares epidérmicas propias de la subfamilia Opuntioideae; son delgadas, pequeñas, rígidas y muy numerosas, poseen una superficie retrobarbada (Bravo-Hollis, 1978). Ayudan a disminuir la tasa de transpiración y absorben energía solar de onda corta, lo que modera los extremos de temperatura diurna (Pimienta-Barrios, 1990).

Las flores (Figura 1) pueden ser hermafroditas o unisexuales. Comúnmente se desarrollan en la parte superior del cladodio. El color de la flor puede variar significativamente después de la antesis (Pimienta-Barrios, 1990). Los segmentos del perianto pueden presentar diversas formas de contorno y de ápice. El ovario es ínfero, unilocular y con placentación parietal; está cubierto por el pericarpelo (Buxbaum, 1953) que es similar a un tallo (Mauseth, 2005). El perianto está compuesto por tépalos o segmentos; los exteriores pueden ser verdes o coloridos, los interiores son blancos, amarillos, naranjas o rojos. Los estambres son numerosos y más cortos que los tépalos. El estilo es único y grueso; los lóbulos del estigma son carnosos y variables en número (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar, 2004).

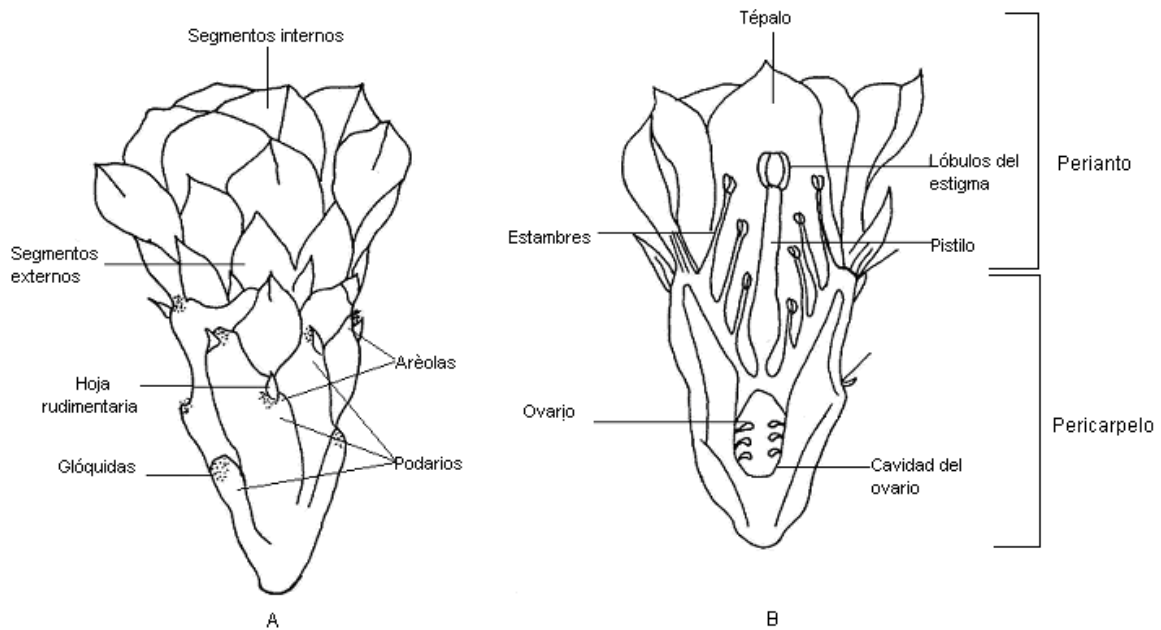


Figura 1. La flor de *Opuntia*. A. Vista externa; B. Corte longitudinal. Tomado de Scheinvar, 2005.

El fruto en *Opuntia* es una baya unilocular polispérmica, que puede ser seca o jugosa, espinosa o desnuda y en ocasiones presenta fieltro y glóquidas. El color de la pulpa es variable: blanca, verde, naranja, rojiza y hasta púrpura. La forma es desde esférica, ovoide, obovoide a elipsoide; umbilicada. En algunas especies las aréolas del pericarpelo pueden ser prolíferas y formar largas cadenas de frutos. Los frutos son comestibles y los hay de sabor dulce (tunas) o ácido (xoconostles) (Bravo-Hollis, 1978; Scheinvar, 2004).

En la semilla madura del género *Opuntia* se pueden apreciar las siguientes estructuras: cobertura funicular, hilo, testa y arilo (Bravo-Hollis, 1978). El arilo es de apariencia ósea (Bravo-Hollis, 1978; Barthlott y Hunt, 1993). El funículo es la estructura que une el óvulo, y posteriormente la semilla, a las paredes del ovario. El funículo envuelve a la semilla, lo que es una característica propia de este grupo. La pulpa del fruto se origina de las células de la envoltura funicular y el funículo (Pimienta-Barrios, 1990, 1997).

Una característica notoria en *Opuntia*, es la presencia de mucílago. Aún no se conoce con precisión su función, algunos autores mencionan que es altamente higroscópico, por lo que absorbe y almacena agua (Mauseth, 2004).

2.2 Importancia y usos

El nopal ha desempeñado desde tiempos remotos un papel importante en el desarrollo cultural e histórico de México.

En la obra *Historia de las Plantas de la Nueva España*, escrita por Francisco Hernández (publicada en 1651), se describen más de 3000 especies de plantas útiles (Valdés y Flores, 1985; Flores-Olvera, 2010; Flores, 2011), incluyendo parte del conocimiento que los mexicas tenían sobre la diversidad de especies de *Opuntia* (Figura 2). En el



Figura 2. Indígena recolecta tunas, los frutos de *Opuntia*. Tomado de *Historia y relatos de México: El nopal*. (Flores, 2011).

Código De la Cruz-Badiano (*Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*), -tratado acerca de las hierbas medicinales de los indios- manuscrito escrito en náhuatl por Martín de la Cruz en 1552 y traducido al latín por Juan Badiano, se describe la forma en que las plantas de *Opuntia* se usaban para tratar algunas enfermedades y para curar quemaduras (Velázquez, 1998; Mondragón-Jacobo y Pérez-González, 2003). En *la Historia general de las cosas de Nueva España*, conocida también como Código Florentino, escrita por Fray Bernardino de Sahagún entre 1558-1577 y publicada entre 1829-1830 (Estrada-Lugo, 1989), se menciona que en la medicina prehispánica, la baba de las pencas de nopal (mucílago) se aplicaba en forma de cataplasma para aliviar dolores e inflamaciones; la raíz molida servía para aliviar fracturas de hueso, y la penca machacada en agua se daba a beber a las mujeres que tenían parto difícil. En algunas regiones del país aún se mantienen estos usos.

Otras obras en la que se revela la importancia del nopal son: *Memoria sobre la Naturaleza, cultivo y beneficio de la grana* (1777) y el *Código Mendoza o Mendocino* (1550). En ellas se habla del nopal como medio de cultivo de la cochinilla (*Dactylopius coccus*), insecto que produce una sustancia color carmín, conocida como grana, muy apreciada para teñir telas, que en la Colonia constituyó una próspera industria (Griffith, 2004).

De acuerdo a la mitología azteca, la ciudad de Tenochtitlan (nombre que proviene de *tenochtli*, que significa "donde está el nopal silvestre") se fundó sobre un islote donde se encontraba un águila posada sobre un nopal devorando una serpiente. Esta imagen ha sido incorporada en el Escudo de la Bandera Nacional (Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999) y desde el siglo XVI forma parte de los símbolos patrios de México (González-Durán *et al.*, 2001).

Algunos autores recientes reportan más de 20 usos para el nopal, entre los que sobresalen el comestible, el medicinal, el forrajero, el ceremonial y el ornamental (Rodríguez y Nava, 1998; Bravo-Hollis y Scheinvar, 1999). Respecto al uso alimenticio, los frutos dulces (tunas), se comen crudos y a partir ellos se obtienen diferentes productos para consumo humano como son: queso de tuna, colonche, tunas cristalizadas, miel, mermeladas, néctares, vinos y jugos (Pimienta-Barrios, 1997; Mendoza-Madrigal, 2007). Los xoconostles (frutos ácidos) se emplean como condimento en la elaboración de salsas, platillos típicos, dulces y mermeladas (García-Pedraza *et al.*, 2005; Scheinvar *et al.*, 2009).

De acuerdo a Flores-Valdez (2002), la importancia económica del nopal en México radica sobre todo en la gran superficie ocupada por nopaleras tanto silvestres como cultivadas, el número de productores involucrados, las regiones donde se cultiva, la diversidad de los productos que se elaboran y los ingresos económicos que genera. Es uno de los recursos de mayor relevancia en los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas de México (Challenger, 1998; SAGARPA, 2011). Desempeña una importante función ecológica, es ideal para repoblar áreas con fines de conservación de suelo y agua, en la producción de materia orgánica y para reincorporar a la producción tierras no aptas para la agricultura o con alto grado de erosión (Borbolla-Pérez, 1999). En nuestro país se encuentra la mayor diversidad de especies y cultivares de *Opuntia* del mundo; y ocupa el primer lugar mundial en términos de superficie cultivada, producción y consumo de tuna (Gallegos-Vázquez y Méndez-Gallegos, 2000; SAGARPA, 2011).

Estudios recientes han encontrado que los frutos de *Opuntia* tienen alto valor nutricional por aportar fibra, aceites ricos en ácidos poliinsaturados, minerales, proteínas y otros fitoquímicos con múltiples beneficios para la salud como antioxidantes, anti-inflamatorios, antidiuréticos, hipocolesterémicos, antidiabéticos, inmunoestimuladores y antiulcerogénicos (García-Pedraza *et al.*, 2005; Pimienta-Barrios *et al.*, 2008; Patel, 2012).

2.3 Biología reproductiva

El estudio de los mecanismos reproductivos en *Opuntia* es una pieza fundamental para tratar de dilucidar su diversificación y capacidad para subsistir exitosamente en una gran cantidad de ambientes (Del Castillo, 1999). La reproducción sexual, la poliploidía, la hibridación y la propagación vegetativa en conjunto han propiciado, que este sea uno de los géneros de mayor diversidad y amplia distribución en la familia de las cactáceas.

La reproducción sexual promueve intercambio de genes y ayuda a mantener la variabilidad genética, incluyendo el desarrollo de condiciones sexuales como la dioecia, trioecia, androdioecia y ginodioecia que incrementan el cruzamiento y la diversidad genética de las poblaciones (Díaz y Cocucci, 2003). Existen especies con sistemas mixtos de cruzamiento, en las que los niveles de autogamia y xenogamia cambian durante la estación de floración y de un lugar a otro (Bianchi *et al.*, 2000). Una forma de autogamia es la cleistogamia (polinización antes de la antesis). La cleistogamia se ha observado en plantas cultivadas (Rosas y Pimienta, 1986) y silvestres (Del Castillo, 1999).

La reproducción asexual por desprendimiento y enraizamiento de cladodios (propagación vegetativa) constituye el tipo de reproducción más frecuente en *Opuntia*. Mediante este mecanismo, se pueden desarrollar poblaciones clonales (Toumey, 1985; Del Castillo, 1986; Rebman y Pinkava, 2001), y se pueden propagar individuos que son sexualmente estériles.

La poliploidía es uno de los principales factores en la diversificación de *Opuntia* debido a que su ocurrencia es muy común (Rebman y Pinkava, 2001). Consiste en que los gametos presentan más de una serie completa de su genoma (cromosomas). Estos cambios en el número cromosómico están asociados con cambios en los sistemas de cruzamiento (Del Castillo, 1999). La mayor parte de las especies de la subfamilia Opuntioideae son poliploides (64%). En *Opuntia* se han reportado individuos diploides ($2n=22$); triploides ($2n=33$); tetraploides ($2n=44$); pentaploides ($2n=55$); hexaploides ($2n=66$); heptaploides ($2n=77$); octaploides ($2n=88$) y decaploides ($2n=110$) (Pinkava *et al.*, 1973; Flores-Hernández *et al.*, 1988; Palomino y Heras, 2001; Pinkava, 2002; Reyes-Agüero *et al.*, 2005b). En concordancia con el patrón general observado en plantas y en otros géneros de cactáceas (Grant y Grant, 1981), las formas poliploides de *Opuntia* tienen una mayor amplitud geográfica, ecológica y tienden a predominar hacia altas latitudes. Mondragón-Jacobo y Pérez-González (1996) y Mondragón-Jacobo (2002), señalan que el mayor número de cromosomas se encuentra comúnmente en los cultivares y resulta en plantas vigorosas y altamente productivas.

La hibridación permite el intercambio de genes entre poblaciones genéticamente separadas o parcialmente separadas a través de la fertilidad de los híbridos (Rebman y Pinkava, 2001). En *Opuntia*, la capacidad de hibridación natural entre especies es muy alta, los factores que contribuyen a ello son: los traslpos en sus periodos de floración y el hecho que comparten los mismos polinizadores (Del Castillo, 1999). Artificialmente, el hombre favorece procesos de hibridación e introgresión en áreas donde existen especies silvestres, al introducir y mantener especies exóticas en huertos familiares, generando nuevas variantes (Benson y Walkington, 1965; Galluzi *et al.*, 2010).

2.4 Taxonomía

El género *Opuntia* fue descrito por Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708), antes de que Carl von Linné (Linneo) publicara *Species Plantarum* (Scheinvar *et al.*, 2011). Posteriormente a la obra de Linneo (1753), este nombre fue retomado por Phillip Miller (Scheinvar y Gallegos-Vázquez, 2011) quien describió las especies de *Opuntia* y es considerado como autor del género.

La taxonomía del género *Opuntia* es compleja, ya que el grupo se encuentra en un activo proceso de diferenciación, que aunado al síndrome de polinización, procesos de hibridación, domesticación y a la plasticidad fenotípica del género, complican su tratamiento sistemático (Bravo-Hollis, 1978; Barrientos-Priego, 1992; Cota y Wallace, 1996; Scheinvar, 1999; Rebman y Pinkava, 2001; González-Durán *et al.*, 2001; Reyes-Agüero *et al.*, 2006b; Reyes-Agüero y Aguirre-Rivera, 2006a).

La gran diversidad biológica en *Opuntia* se debe también a su alto índice de poliploidía que se traduce además en un gran polimorfismo poblacional (Elizondo y López, 1990; Rebman y Pinkava, 2001). A esto hay que sumar que en muchas de las especies descritas es común encontrar problemas de clasificación y muchos sinónimos (Borbolla-Pérez, 1999).

Por otra parte, los ejemplares tipo de las especies descritas son incompletos, no presentan flores, frutos y/o semillas y no exhiben la variación que se observa en el campo; las etiquetas de los ejemplares en la mayoría de los casos no tienen datos georreferenciados o tienen información incompleta o errónea (Hernández y Godínez, 1994). Además, el género se encuentra pobremente representado en los herbarios, en gran parte, por la dificultad para recolectarlos, identificarlos y herborizarlos (Baker *et al.*, 1985; Leuenberger, 1982, 1987; Carter *et al.*, 2007; Reyes-Agüero *et al.*, 2007).

2.5 Cultivo y domesticación

Los pueblos mesoamericanos han utilizado de 5,000 a 7,000 especies de plantas (Casas *et al.*, 1994; Caballero *et al.*, 1998). Algunas de ellas son de importancia económica mundial y alto grado de domesticación como el maíz, frijol, chile, cacao, algodón y amaranto entre otras. Pero también incluye especies de plantas económicamente importantes a nivel regional con niveles de domesticación intermedios y avanzados como algunas especies de cactus columnares, *Agave* y *Opuntia* (Casas *et al.*, 2007).

La domesticación es considerada como un proceso que inicia con el uso de plantas silvestres, continúa con el cultivo de las plantas seleccionadas del medio silvestre pero todavía no genéticamente diferentes y termina en la fijación, a través de la selección humana, de las diferencias morfológicas y por lo tanto las genéticas, las cuales distinguen una planta domesticada de su progenitor silvestre (Rendón y Nuñez, 2001; Pickersgill, 2007).

La domesticación generalmente hace a las plantas domesticadas menos capaces de sobrevivir en la naturaleza, así que dependen del hombre para su crecimiento y reproducción (Pickersgill, 2007; Raya-Pérez *et al.*, 2010). Las características de las plantas domesticadas incluyen pérdida de dispersión, incremento en tamaño (en especial de las partes cosechadas de la planta), pérdida de latencia de las semillas y pérdida de protección química y mecánica contra herbívoros (Pickersgill, 2007). En este proceso se incorporan tres componentes: las plantas, el hombre y el ambiente; estableciéndose múltiples relaciones e interacciones que producen diversos grados de domesticación (Casas *et al.*, 1999; Rendón-Núñez, 2001; Casas *et al.*, 2007).

En *Opuntia* el proceso de domesticación se ha orientado a obtención de plantas con cladodios sin espinas, frutos grandes y dulces (Colunga *et al.*, 1986), un proceso desarrollado en el sur de la Altiplanicie Meridional de México (González, 1978). Existen evidencias arqueobotánicas que indican el uso de *Opuntia* por varios grupos étnicos desde hace 8,000 años (González, 1978).

2.6 Los cultivares o variantes cultivadas en el centro de México

El médico español Francisco Hernández, en su obra la *Historia de las Plantas de la Nueva España* (1651), elaboró una clasificación de los *nochtli* (tunas), en la que reconoció siete tipos diferentes: *iztacnochtli* (nopal de fruto blanco), *coznochtli* (fruto amarillo), *tlatonochtli* (tuna blanca "tirando a bermejo"), *tlapalnochtli* (tuna color escarlata), *tzaponochtli* (con fruto semejante al *tzapotl*), *zacanochtli* (fruto pequeño y muy espinoso) y *xoconochtli* (frutos ácidos) (González-Durán *et al.*, 2001). Un estudio reciente registra 243 cultivares de *Opuntia* en la Altiplanicie Meridional de México, que corresponden a entre 18 y 21 especies (Reyes-Agüero *et al.*, 2005a).

En los estudios sistemáticos de las plantas silvestres (Tabla 1), los cultivares de *Opuntia* han sido tratados marginal e informalmente. Bravo-Hollis (1978) en el primer volumen de Las Cactáceas de México, refiere nueve especies cultivadas para el centro de México y sólo para *O. ficus-indica* señala cinco "formas" con datos mínimos del fruto (color y forma). Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991), en el segundo volumen de Las Cactáceas de México, registran para el centro de México cinco especies que se cultivan por su fruto, y señalan que existen variantes hortícolas dentro de algunas de ellas (Tabla 1); pero notablemente cambian los nombres de algunos cultivares o ignoran los asignados en el volumen anterior. Sobresale también la inconsistencia en el uso del nombre "tuna mansa", que es aplicado a *O. amyclaea* (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991), *O. megacantha* y *O. streptacantha* (Scheinvar, 2005).

Tabla 1. Especies y cultivares de *Opuntia* del centro de México (Estado de México, Hidalgo, Distrito Federal) que aparecen en obras taxonómicas.

Bravo-Hollis, 1978	Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991	Scheinvar, 2005
<i>O. amyclaea</i> Complejo de formas, con más o menos espinas, frutos de colores diversos	<i>O. amyclaea</i> Alfajayucan, tuna blanca, tuna mansa	<i>O. amyclaea</i>
<i>O. ficus-indica</i> Alba	<i>O. ficus-indica</i> Tuna fina, tuna blanca, tuna de Castilla	<i>O. ficus-indica</i>
<i>O. ficus-indica</i> Rubra		
<i>O. ficus-indica</i> Lutea		
<i>O. ficus-indica</i> Asperma		
<i>O. ficus-indica</i> Pyriformis		
<i>O. ficus-indica</i> Serotina		
		<i>O. incarnadilla</i> Tuna colorada, tuna encarnada
<i>O. joconostle</i> Diversas formas		
<i>O. lasiacantha</i> Diversas formas	<i>O. lasiacantha</i> Tuna blanca o xoconostle	
		<i>O. matudae</i> Xoconostle colorado con espinas, cuaresmeño
<i>O. megacantha</i> Numerosas variedades y formas		<i>O. megacantha</i> Tuna colorada fina, tuna mansa <i>O. oligacantha</i> Xoconostle corriente
<i>O. robusta larreyi</i> Camuesa	<i>O. robusta larreyi</i> Tuna camuesa (púrpura) o blanca (verde pálido)	<i>O. robusta</i> var. <i>robusta</i> Nopal camueso, tuna tapona
		<i>O. robusta</i> var. <i>guerrana</i> Nopal camueso, nopal tapón blanco
<i>O. streptacantha</i> Numerosos híbridos, variedades y formas hortícolas		<i>O. streptacantha</i> Tuna colorada, tuna cardona, tuna mansa

Estudios más recientes, enfocados exclusivamente a cultivares, muestran muchas deficiencias (Tabla 2) en la aplicación de nombres, la identificación de especies, y la descripción de cultivares. Por ejemplo, hay identificaciones incorrectas, como *O. duranguensis* (Gallegos-Vázquez *et al.*, 2005) que se aplica al 'Xoconostle Chivo' cuando su nombre correcto es *O. oligacantha* (Scheinvar, 2004). Se utilizan nombres nomenclaturalmente inválidos como *O. amyclaea* (González-Durán *et al.*, 2006), el cual es un nombre sin descripción (*nomen nudum*; Scheinvar, 2004). Existen nombres comunes que son corrupción de otros, como 'Fafayuco' o 'Fafayuca de Alfajayucan'; variación en el nombre aplicado al mismo cultivar, como 'Gavia', 'La Gavia' y 'Blanca Gavia'; diferentes nombres para un mismo cultivar como 'Copena F1' (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011) y 'Amarilla Milpa Alta' (Reyes-Agüero *et al.*, 2009). Hay nombres asignados a un cultivar como 'Fafayuco' que también es nombre común de los cultivares 'Anaranjado', 'Copa de Oro', 'Octubreña' y 'Papantón' (Reyes-Agüero *et al.*, 2009).

Tabla 2. Algunas especies y cultivares de *Opuntia* tratados en estudios recientes.

González-Durán <i>et al.</i> 2006	Gallegos-Vázquez <i>et al.</i> 2006	SAGARPA, 2009	Reyes-Agüero <i>et al.</i> 2009	Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011
<i>O. amyclaea</i> 'Alfajayucan'	<i>O. albicarpa</i> 'Reyna'	<i>O. albicarpa</i> 'Reyna'	<i>O. albicarpa</i> 'Reina'	<i>O. albicarpa</i> 'Reyna'
<i>O. amyclaea</i> 'Burróna'	<i>O. amyclaea</i> (?) 'Burróna'	<i>O. albicarpa</i> 'Burróna'	<i>O. albicarpa</i> 'Burróna'	<i>O. albicarpa</i> 'Burróna'
	<i>O. albicarpa</i> 'Fafayuca'	<i>O. albicarpa</i> 'Fafayuca'	<i>O. albicarpa</i> 'Fafayuco'	
	<i>O. albicarpa</i> 'La Gavia'	<i>O. albicarpa</i> 'Blanca Gavia'	<i>O. albicarpa</i> 'Gavia'	<i>O. albicarpa</i> 'Gavia'
		<i>O. ficus-indica</i> 'Copena F1'	<i>O. ficus-indica</i> 'Amarilla Milpa Alta'	<i>O. ficus-indica</i> 'Copena F1'
			<i>O. ficus-indica</i> 'Camuesa'	<i>O. megacantha</i> 'Camuesa'
			<i>O. hyptiacantha</i> 'Camueso'	
<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle Colorado'	<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle Colorado'	<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle Colorado'	<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle Colorado'	<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle Manzano'
<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle San Martín de las Pirámides'	<i>O. joconostle</i> 'Cuaresmeño'	<i>O. matudae</i> 'Xoconostle Cuaresmeño'	<i>O. joconostle</i> 'Xoconostle de las Pirámides'	<i>O. matudae</i> 'Xoconostle Cuaresmeño'
<i>O. megacantha</i> 'Morada San Martín'	<i>O. ficus-indica</i> 'Rojo San Martín'	<i>O. ficus-indica</i> 'Roja de San Martín'	<i>O. megacantha</i> 'Morada de San Martín'	<i>O. megacantha</i> 'Roja San Martín'
	<i>O. duranguensis</i> 'Xoconostle Chivo'	<i>O. duranguensis</i> 'Xoconostle Chivo'	<i>O. duranguensis</i> 'Xoconostle Chivo'	<i>O. oligacantha</i> 'Xoconostle Chivo'

Hernández-Pérez (2008) realizó una caracterización de los cultivares de *Opuntia* del noreste del Valle de México, describió brevemente parte de su morfología, y reportó para la zona de estudio la presencia de 15 cultivares. Sin embargo, evidenció que persiste la confusión debido al uso de nombres comunes, a menudo diferentes para los mismos cultivares. Para la región de Las Pirámides, se han citado de 10 a 12 cultivares (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011; Reyes-Agüero *et al.* 2005a; Reyes-Agüero y Aguirre-Rivera, 2011), con las limitaciones mencionadas.

3. El Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC)

El Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC) (Brickell *et al.*, 2009), determina como definir, caracterizar y tratar nomenclaturalmente los cultivares. De acuerdo a este código la categoría básica es el *cultivar*, equivalente a lo que en plantas silvestres es la especie. El nombre de cada cultivar está asociado a un *estándar nomenclatural* que puede ser un espécimen de herbario, esto es equivalente a designar un ejemplar tipo (holotipo) cuando se publica una nueva especie. A continuación se exponen algunos temas pertinentes del CINPC.

3.1 Qué es y por qué surge

La asignación de nombres en latín para las plantas silvestres es regulada por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, también conocido como código de botánico (ICBN por sus siglas en inglés). Sin embargo, ante la necesidad de contar con un sistema simple para nombrar a las plantas cuyo origen es producto de la selección e influencia del hombre, surge el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas. Este código es un sistema preciso, estable e internacionalmente reconocido para nombrar a las plantas cultivadas. Su objetivo es promover la uniformidad, precisión y estabilidad en la nomenclatura de las plantas en disciplinas como la agricultura, silvicultura y horticultura, así como evitar el uso de nombres que sean ambiguos o causen confusión.

3.2 El cultivar

La categoría básica de las plantas cultivadas cuya nomenclatura es gobernada por el CINPC es el *cultivar*. La palabra es una contracción del término en inglés *cultivated variety*. Las categorías botánicas *variedad* (*var.*) y *forma* (*f.*) no son equivalentes al término cultivar y no deben emplearse como tal.

El CINPC define a un *cultivar* como un grupo de plantas cultivadas claramente distinto de cualquier otro que: a) ha sido seleccionado por un atributo particular o combinación de caracteres, b) es uniforme y estable en sus características, y c) las cuales mantiene cuando es propagado. Éstos puntos en su conjunto, representan los criterios que se deben cumplir para que un grupo de plantas sea reconocido como un cultivar.

3.3 Tipos de cultivares (por su modo de origen y reproducción)

Los cultivares difieren en su modo de origen y reproducción. Cualquiera que sea el medio de propagación, sólo aquellas plantas que mantienen los caracteres que definen al cultivar en particular pueden ser incluidas dentro de éste. A continuación se mencionan distintos modos de origen y reproducción por los cuales un grupo de plantas se puede considerar un cultivar:

- Las plantas de un mismo clon (que son asexualmente propagados de cualquier parte de una planta) pueden formar un cultivar.
- Plantas de un clon topofísico (que derivan asexualmente de partes particulares de una planta) pueden formar un cultivar.
- Plantas de un clon ciclofísico (que derivan asexualmente de una fase particular del ciclo de crecimiento de una planta) pueden formar un cultivar.
- Plantas de un clon que derivan de un crecimiento aberrante pueden formar un cultivar.
- Plantas cuyos caracteres derivan total o parcialmente de la presencia de un organismo intracelular pueden formar un cultivar.
- Plantas de la misma quimera (que tienen uno o más tejidos mutantes en íntima asociación con tejidos normales) pueden formar un cultivar.
- Un ensamble de plantas individuales que crecen de semillas derivadas de polinización descontrolada pueden formar un cultivar cuando se cumplen los criterios establecidos en la definición de cultivar y cuando éste se puede distinguir consistentemente por uno o más caracteres aún cuando las plantas individuales del ensamble no sean necesariamente genéticamente uniformes.
- Plantas de una línea (que resultan de repetida autofertilización o entrecruzamiento) pueden formar un cultivar.
- Plantas de una multilínea (formada de varias líneas estrechamente relacionadas) pueden formar un cultivar.

- Plantas del mismo híbrido F1 (el resultado de una sola cruce repetida deliberadamente entre dos líneas puras) pueden formar un cultivar.
- Plantas que han surgido como resultado de un cambio en el nivel de ploidía pueden formar un cultivar.
- Un ensamble de plantas genéticamente modificadas que muestran nuevos caracteres producto de la deliberada implantación de material genético de un germoplasma diferente pueden formar un cultivar.

3.4 Nombres de cultivares

El nombre de un cultivar es una combinación del nombre correcto del género (en su forma en latín) o taxón inferior al cual se asigna de acuerdo al CINB y un epíteto de cultivar de acuerdo al CINPC. El requerimiento mínimo es que el epíteto de cultivar que acompaña al nombre del género no sea ambiguo, es decir que no pueda entenderse de varios modos o admitir distintas interpretaciones y por consiguiente, no dar motivo a dudas, incertidumbre o confusión.

Cada palabra del epíteto de un cultivar puede iniciar con letra mayúscula a menos que la costumbre lingüística demande lo contrario. Las excepciones son las palabras después de un guión a menos que sean nombres propios, conjunciones y preposiciones distintas a la primera palabra del epíteto.

El estatus de *cultivar* se indica encerrando el epíteto en comillas simples. Las comillas dobles y las abreviaturas *cv.* y *var.* no deben usarse dentro de un nombre para distinguir el epíteto de cultivar.

3.5 Grupos de cultivares

El grupo es la categoría formal que comprende a varios cultivares. Los criterios para formar y mantener un grupo varían de acuerdo al propósito particular del usuario, sin embargo todos los miembros del grupo deben compartir los caracteres que lo definen. Por cuestión práctica, en algunas ocasiones un cultivar, planta o combinación de los mismos que constituyen parte de un grupo, pueden al mismo tiempo, designarse como parte de otro grupo.

3.6 Estándares nomenclaturales

Un estándar nomenclatural es preferiblemente un espécimen de herbario al cual el nombre de un cultivar o grupo de cultivares está permanentemente ligado (Spooner *et al.*, 2003). Una imagen puede designarse como un estándar nomenclatural cuando el espécimen no se encuentre disponible o cuando sus características esenciales se reconozcan mejor a partir de una fotografía. La designación de un estándar nomenclatural y la cita de la institución que lo resguarda, se realiza a través de su publicación. En el caso de que más de un estándar nomenclatural sea designado para el mismo cultivar o grupo de cultivares, se da prioridad a la primera designación.

Un estándar nomenclatural que es un ejemplar seco, puede ser reconocido si se mantiene en una carpeta especialmente marcada. Cuando sea posible, los estándares nomenclaturales deben ser mantenidos como parte de un portafolio dentro del cual se reúnan: especímenes, ilustraciones, cartas para la referencia del color y otro tipo de información como una copia de la publicación original del nombre. En su caso, el portafolio del estándar nomenclatural puede incluir también detalles del origen del cultivar o grupo y se pueden citar lugar y fecha de establecimiento del nombre.

Siempre que sea posible es aconsejable distribuir duplicados de estándares nomenclaturales a otras instituciones con colecciones de tales estándares, especialmente aquellas que se encuentran en otros países. La localización exacta de cualquier material viviente del cual se preparó un estándar nomenclatural y los datos de su colecta deben señalarse también en el estándar nomenclatural.

3.7 Autoridades Internacionales para el Registro de Cultivares (ICRA^s)

El tratamiento sistemático de cultivares ha sido evadido en general, o no abordado debido a dificultades conceptuales, desconocimiento de procesos evolutivos y de domesticación, y a la falta de normas. Esto último, ha tenido importantes avances en las últimas décadas, al crearse diversos grupos de especialistas, ICRA^s por sus siglas en inglés (*International Cultivar Registration Authorities*) de diferentes taxones del mundo dedicados a procesar y profundizar la aplicación de nombres a cultivares.

III. JUSTIFICACIÓN

México alberga la mayor diversidad de especies y cultivares de *Opuntia* del mundo. La taxonomía del género es deficiente, y aún más el tratamiento de las variantes cultivadas. Esto es debido en parte a que el grupo se encuentra en un activo proceso de diferenciación, a la coexistencia de especies silvestres y variantes cultivadas, a procesos como la hibridación, la domesticación y la plasticidad fenotípica. A las variantes cultivadas se les han asignado múltiples nombres comunes, y los tratamientos o inventarios de cultivares recientes retoman nombres comunes que generan más confusión e impiden la comunicación. El nombre común para un cultivar suele cambiar, incluso en una misma localidad y, por supuesto de localidad en localidad. Por lo anterior, este estudio taxonómico pretende identificar, definir, describir y nombrar formalmente la diversidad de cultivares de *Opuntia* presentes en la región de Las Pirámides, de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC). Esto permitirá normalizar su nomenclatura, facilitará la comunicación científica y contribuirá a evitar confusiones en estudios posteriores. Este es el primer estudio en México que aplica el CINPC para las plantas cultivadas, y en particular para cultivares de nopal.

IV. OBJETIVOS

General

- Realizar un tratamiento taxonómico de los cultivares de *Opuntia* en la región de Las Pirámides, Estado de México, de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas.

Particulares

- Definir y caracterizar los cultivares de *Opuntia* mediante la evaluación de atributos morfológicos para su reconocimiento y determinación.
- Nombrar a los cultivares y elaborar estándares nomenclaturales de acuerdo al CINPC para su definición formal como cultivares.
- Elaborar una clave dicotómica para la identificación de los cultivares.

V. ÁREA DE ESTUDIO

1. Ubicación y características

La zona de estudio (Figura 3) se ubica al noreste del Estado de México entre las coordenadas 19°36' a 19°45' latitud norte y 91°40' a 98°58' longitud oeste, ocupa una extensión territorial 821.28 km² y se encuentra a una altitud de 2250 a 2850 msnm (Torres-Soria, 2001; Flores-Valdez *et al.*, 2007; Adriano-Morán y McClung de Tapia, 2008). Forma parte del Valle de México, el cual se encuentra ubicado en la parte oriental del Eje Neovolcánico Transversal, que surgió a lo largo del Terciario y Cuaternario gracias al hundimiento de la placa de cocos bajo la fosa de Acapulco y a lo largo de siete fases volcánicas (Mooser, 1975). De acuerdo a García (2004), el área presenta un clima semiárido BS1k'w (w) (i) (g); con una temperatura media anual entre 14.9°C y 18°C para todos los meses del año; régimen de lluvias en verano y precipitación media anual de 500 a 600 mm. Las rocas sedimentarias predominan en el área de estudio, los aluviones son los de mayor importancia. La coloración más frecuente de los suelos es café claro, la principal unidad de suelo reportada es feozem háplico (Hh/2), con profundidad mayor de 100 cm (Adriano-Morán, 2000).

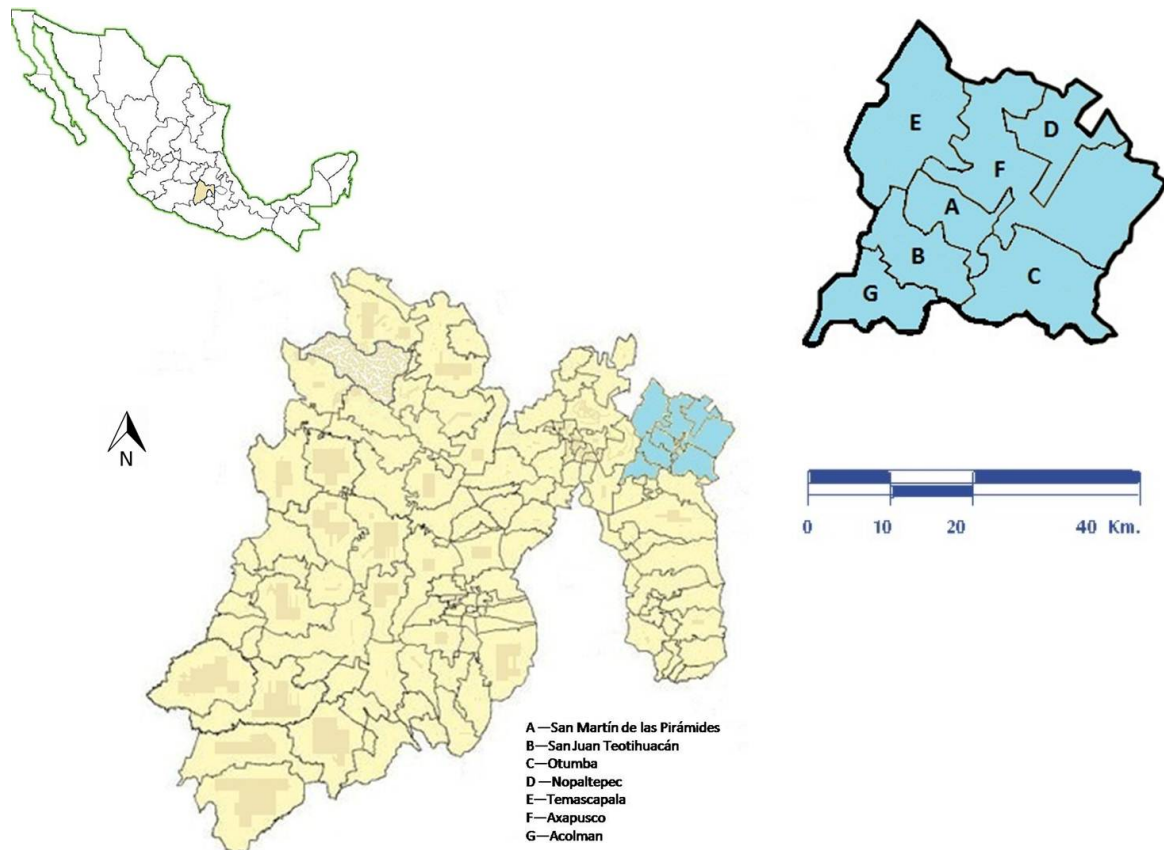


Figura 3. Mapa de la zona de estudio; se señalan los municipios del Estado de México donde se recolectó material de herbario.

El área de estudio comprende la zona productora conocida como Las Pirámides, formada por siete municipios: San Martín de las Pirámides, Otumba, Nopaltepec, Axapusco, Temascalapa, San Juan Teotihuacán y Acolman; con una superficie cultivada con *Opuntia* de 12,940 hectáreas (Flores-Valdez *et al.*, 2007). Esta región, es una de las más importantes del país en cuanto a la producción de tuna, nopal verdura y xoconostle, debido a que las condiciones climáticas de la zona son propicias para el desarrollo de esta actividad (Flores-Valdez y Gallegos-Vázquez, 1993; Flores-Valdez *et al.*, 2007).

2. Historia

En la zona de estudio se desarrolló la cultura teotihuacana entre el año 1 a 650 d.C. La ciudad de Teotihuacán fue su capital, que se considera la primera gran urbe compleja del nuevo mundo (Cowgill, 2003). El nombre Teotihuacán proviene del náhuatl *Teotihuacan* o *Teotiuacan*, que se interpreta como "lugar donde los hombres se hacen dioses o ciudad de los dioses" (Adriano-Morán y McClung de Tapia, 2008). Fue una de las civilizaciones mesoamericanas más importantes durante la época prehispánica.

A pesar de que en esta zona no hay registros escritos sobre el uso de *Opuntia*, datos obtenidos de excavaciones realizadas en Teotihuacán (Preclásico y Clásico Teotihuacano aprox. 400 a.C–650 d.C.) muestran que su uso antecede a los aztecas (Scheinvar y González, 1985; González, 1986; Adriano-Morán y Martínez-Yrizar, 2008). Sobresale la que se llevó a cabo en un conjunto habitacional llamado *Tetitla*, por la gran cantidad de semillas carbonizadas (en buen estado de conservación) que se recuperaron y en las que se identificaron 10 especies de nopales (González, 1986).

Los nopales están representados en algunos de los murales de Teotihuacán. En un mural de *Tetitla* aparece la imagen de una mujer con pendientes, los cuales tienen forma de tallos aplanados, que se ha interpretado como la señora del nopal. Mientras que en un fragmento del mural de *Tepantitla* (Figuras 4 y 5), está representada una planta completa de nopal junto a unos campos de cultivo y un canal (De la Fuente, 1996; Luna, 1996). Estas representaciones, son indicativas de la estrecha relación y la gran importancia que tenía el nopal para los teotihuacanos.



Figura 4. El Tlalocan, paraíso o recinto de Tláloc. El agua y la fertilidad aparecen como tema central; se observan figuras humanas, mariposas, manantiales, arroyos y plantas. Mural de Tepantitla en Teotihuacán. ©Mendoza-Madrigal 2012.

Las especies de *Opuntia* encontradas en Teotihuacán eran utilizadas como alimento, por la gran variedad de frutos dulces y ácidos así como tallos jóvenes que podían consumirse como verdura (Scheinvar y González, 1985; González, 1986; Adriano-Morán y Martínez-Yrizar, 2008). Es probable que también hayan sido utilizados por su mucílago, como cementante para la construcción de los edificios o en la preparación de las paredes para la pintura mural; así como para el cultivo de la grana cochinilla (Luna, 1996; Adriano-Morán y Martínez-Yrizar, 2008).



Figura 5. El Tlalocan, paraíso o recinto de Tláloc. Detalle de *Opuntia*. Mural de Tepantitla en Teotihuacán. ©Mendoza-Madrigal 2012.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

1. Trabajo de campo

Durante los meses de marzo de 2010 a octubre 2011, se recorrió la zona de estudio con el fin de ubicar, observar y recolectar diferentes cultivares de *Opuntia*. Se recolectaron muestras provenientes de ejemplares adultos, maduros y sanos, donde se podían apreciar aréolas, espinas, flores y frutos. La recolecta de cada cultivar se conformó con material vegetal de tres individuos. Para cada cultivar se evaluaron tres cladodios de 1-2 años de edad con evidencias de que ya hubiesen tenido brotes vegetativos y/o reproductivos y que no presentaran daños causados por factores bióticos y abióticos; tres nopalitos (cladodios en desarrollo con presencia de hojas verdaderas); diez frutos maduros y cinco flores en su primer día de apertura (perianto completamente abierto). Se recolectaron también aréolas de la porción vieja del tallo.

Las muestras de flores y frutos, se obtuvieron con la ayuda de guantes industriales de látex, se sujetaron y giraron sobre su propio eje hasta que se desprendieron del cladodio, posteriormente se colocaron de forma individual en bolsas de papel estraza, se sellaron y trasladaron al herbario. Las muestras de cladodios y nopalitos se obtuvieron sujetando el ejemplar con guantes industriales de carnaza, mientras que con un cuchillo se cortó la parte inferior de éste, es decir en el sitio de unión con el otro cladodio. Las muestras recolectadas se colocaron de forma vertical u horizontal en cajas de plástico con fondo de polietileno y entre cada cladodio una lámina de polietileno y cartón corrugado para evitar el daño a la epidermis por las espinas, posteriormente fueron trasladadas al herbario para su preparación.

Para cada cultivar se registraron un total de 85 atributos morfológicos (Apéndice), debido que muchos de ellos son difíciles de apreciar en una muestra de herbario, éstos fueron anotados en campo, tal es el caso de: hábito, tronco, color de flor y fruto. De igual forma para cada ejemplar se registraron: fecha y número de recolecta, localidad de recolecta, coordenadas geográficas y altitud.

El color de las estructuras vegetales recolectadas se registró directamente de los ejemplares en campo con términos comunes utilizados en castellano y formalmente de acuerdo a la notación de la Carta de Munsell para tejidos vegetales (Munsell, 1977). También se obtuvo información etnobotánica de los dueños y/o encargados de los huertos, en especial respecto al nombre común de los cultivares y usos principales.

2. Trabajo de herbario

La preparación y prensado de las diferentes estructuras vegetales se llevó a cabo en el laboratorio. El material procesado se encuentra depositado en el Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas (HGOM) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Los cladodios se colocaron de forma horizontal en una mesa sobre una lámina de cartón y otra de polietileno para evitar el daño a las espinas durante la manipulación, fueron seccionados mediante un corte longitudinal paralelo a su dimensión más ancha en dos mitades. Posteriormente cada una de las mitades se raspó con una cuchara y navaja para retirar el tejido parenquimatoso (mucílago); se tuvo cuidado de no dañar la epidermis y espinas ya que éstas últimas son indispensables en la caracterización. Después de haber retirado el tejido, cada una de las mitades se espolvoreó con ácido bórico (bórax), el cual ayuda a la deshidratación del material y evita la aparición de hongos (González-Durán *et al.*, 2001). Los cladodios se colocaron en la prensa de modo que ambas caras del cladodio se cubrieran con cartón corrugado, papel absorbente y papel periódico. Por cada prensa se colocaron sólo 5 mitades de cladodios y una rejilla de madera entre cada una de ellas para acelerar el proceso de deshidratación. Las muestras permanecieron en la secadora por cuatro días (con cambios de posición cada 6-12 horas) durante los cuales se sustituyó el papel y/o cartón húmedos por seco y se retiraron las muestras ya deshidratadas. Antes de retirar las muestras, se dejó enfriar completamente la prensa para evitar el arqueado de las muestras por el cambio repentino de temperatura y la humedad del ambiente. A continuación, se retiró el exceso de bórax de los ejemplares secos con la ayuda de un cepillo o brocha fina. Los cladodios se almacenaron en los gabinetes del herbario hasta su montaje.

En los cladodios jóvenes o nopalitos (cladodios en desarrollo con presencia de hojas verdaderas) se removieron todas las espinas, aréolas, glóquidas, hojas efímeras y podarios de una cara del nopalito. Con una navaja se hicieron pequeñas incisiones en la cara desnuda del nopalito para facilitar su proceso de deshidratación. A continuación, se espolvorearon con ácido bórico (bórax), se prensaron y permanecieron durante tres días en la secadora con cambios continuos de posición (cada 6-12 horas). Posteriormente se almacenaron en los gabinetes del herbario hasta su montaje.

Las flores se recolectaron al momento de máxima apertura de tépalos (primer día de apertura), inmediatamente después se prensaron ya que los tépalos se deterioran rápidamente, se desprenden del pericarpelo y pierden su color original. Las flores se cortaron de forma longitudinal en dos mitades con pequeñas incisiones en las paredes del ovario para facilitar su deshidratación. Se

colocaron en la prensa entre servilletas de papel, papel periódico y cartón corrugado durante 48 horas (con cambio de posición cada 6-12 horas) hasta que se deshidrataron completamente. Posteriormente se almacenaron individualmente en sobres de papel estraza hasta su montaje.

Para obtener las semillas, la pulpa de tres frutos maduros se colocó en una licuadora con agua a baja velocidad por 45 segundos. La mezcla de pulpa y semillas fue filtrada en un tamiz (coladera), las semillas se enjuagaron con agua de la llave, se colocaron en cajas Petri y se dejaron secar al sol en un lugar ventilado. A continuación, las semillas se colocaron en sobres de papel encerado y se almacenaron en un lugar seco y fresco.

3. Obtención de datos

Se evaluaron un total de 85 atributos morfológicos (Apéndice), de los cuales, 6 correspondieron a la planta, 30 al cladodio, 5 al nopalito, 18 a la flor, 20 al fruto y 6 a las semillas. Las mediciones se realizaron con un calibrador digital (Vernier) Truper® o por conteo directo y el resto a través de fotografías (con escala de referencia) y el programa *tpsDig2*. El peso de los frutos (gr) se determinó con una balanza digital portátil (Electronic Scale SF-400®). Las observaciones y mediciones de las aréolas se efectuaron en las hileras centrales de una de las caras del cladodio, las mediciones se realizaron a través de fotografías (con escala de referencia) y el programa *tpsDig2*. Dado que en cactáceas las características de las espinas son importantes para distinguir entre taxones (Buxbaum, 1950; 1953), se cuantificó el número y longitud de las espinas centrales y radiales de cinco aréolas por individuo, la longitud se midió con un calibrador digital (Vernier) Truper® y el número de espinas por conteo directo. A través de fotografías se representó el modelo general de disposición de las espinas de cada cultivar. La definición de colores en los nopalitos, cladodios, flores, frutos y otras estructuras vegetales se determinó con base en la carta de colores de Munsell para tejidos vegetales (Munsell, 1977).

4. Definición, descripción e identificación de cultivares

Para definir un cultivar, es indispensable reconocer sus características distintivas, las cuales pueden ser diversas, pero principalmente morfológicas. La diagnosticabilidad es un requerimiento lógico y necesario para distinguir cualquier categoría de organismo, o para delimitar un taxón con respecto a otro (Helbig *et al.*, 2002). La diagnosis de un taxón está basada en caracteres o estados de caracteres (p. ej. diferentes manifestaciones del mismo carácter tales como el color de cierta

estructura). Por ello resulta indispensable que los taxones: 1) sean diagnosticables, y 2) que puedan retener su integridad genética y fenotípica. Para el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (Brickell *et al.* 2009), un cultivar, se define como "un grupo de plantas cultivadas claramente distinto de cualquier otro que: a) ha sido seleccionado por un atributo particular o combinación de caracteres, b) es uniforme y estable en sus características, y c) las cuales mantiene cuando es propagado".

Las descripciones de los cultivares se elaboraron a partir de la información obtenida directamente de los ejemplares observados en campo, los recolectados y/o revisados, complementándolas con algunos datos de descripciones revisadas en la bibliografía, principalmente las de Gallegos-Vázquez *et al.* (2005); Gallegos-Vázquez *et al.* (2006); Cervantes-Herrera *et al.* (2006); Reyes-Agüero *et al.* (2009); Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011). En las descripciones se consideraron diferentes atributos de la planta, el cladodio, la flor, el fruto y las semillas.

Para la identificación de los taxones a los que pertenecen los cultivares de *Opuntia*, se revisó bibliografía especializada en cactáceas en general (Britton y Rose, 1919; Bravo-Hollis, 1978; Pinkava, 2002) y del género en particular (González-Durán *et al.*, 2001; Guzmán *et al.*, 2003). Con la información obtenida en la caracterización, se elaboró una clave dicotómica para la identificación de los cultivares.

Posteriormente, los cultivares de *Opuntia* se nombraron formalmente de acuerdo a las normas y consideraciones del Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC, 2009). Se eligieron nombres referentes a la cosmovisión y mitología de la cultura teotihuacana (Siméon, 1977). Para los cultivares alóctonos se utilizaron nombres en referencia a su lugar de origen. Se asignaron estándares nomenclaturales a cada uno de los cultivares; duplicados de los estándares nomenclaturales se enviarán a los herbarios MEXU y CHAPA.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Diversidad

Durante la exploración de la zona de estudio, años 2010 y 2011, se recolectaron 95 ejemplares de herbario; y se reconocieron un total de 23 cultivares de *Opuntia* (Tabla 3), presentes en huertos familiares y plantaciones comerciales.

Tabla 3. Cultivares de *Opuntia* encontrados en la región de Las Pirámides y nombres aplicados en publicaciones recientes. Entre paréntesis los nombres comunes u otros nombres aplicados al cultivar. El nombre formal del cultivar, asignado de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC), aparece en negritas.

Mendoza-Madrigal, 2013 (presente estudio)	Gallegos-Vázquez <i>et al.</i> 2006	SAGARPA, 2009	Reyes-Agüero <i>et al.</i> 2009	Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011
Tunas con cáscara verde a amarilla a veces con tintes rosados, pulpa verde claro a blanca				
'Cihuatl' (Reyna)	Reyna	Reyna	Reina (Chapeada, Cristalina)	Reyna (Alfajayucan)
'Coral' (Mansa)	Chapeada	Chapeada		Chapeada (Blanca)
'Jade' (Esmeralda)		Esmeralda	Esmeralda (Forrajera, Tuna Blanca, Blanca tipo, Alfajayucan)	Esmeralda (Tuna Blanca)
'Plata' (Burróna)	Burróna	Burróna	Burróna (Alfajayucan, Amarillo aguado, Blanco de Castilla, Copena T15)	Burróna
'Xometla' (Nopalillo)				
'Victoria' (Cristalina)	Cristalina	Cristalina		Cristalina
Tunas con cáscara y pulpa naranja				
'Citlalli' (Amarilla Apapayada)	¿Amarilla plátano?	¿Amarilla plátano?		¿Amarilla plátano?
'Itztli' (Amarilla sin espinas)				
'Palapa' (Amarilla Apastillada)				
'Quinto Sol' (Amarilla Tlacateopan)				
Tunas con cáscara y pulpa roja a roja púrpura				
'Ameyalli' (Cardona Chica)				
'Grana' (Rubra)		Copena V1	Copena V1 (Telokäjä) Liso (Copena V1, Rojo Vigor, Liso, Liso de Milpa Alta)	Copena V1
'Luna Azul' (Cardona Grande)				
'Ollin' (Clavelito)				
'Teotihuacan'				
'Tlaloc' (Roja San Martín)	Roja San Martín	Roja San Martín	Morada San Martín (Solferino, Tuna Roja)	Roja San Martín (Roja Las Pirámides)
'Turquesa' (Tapona)				
Xoconostles				
'Atli' (Xoconostle Colorado)		Xoconostle Colorado	Xoconostle Colorado	Xoconostle Manzano (Xoconostle Colorado)
'Ehecatl' (Xoconostle Borrego)				
'Jaguar' (Xoconostle Chivo)		Xoconostle Chivo	¿Xoconostle moro? (Xoconostle chivo)	
'Tlalli' (Xoconostle Cuaresmeño)		Xoconostle Cuaresmeño	Xoconostle Cuaresmeño (Xoconostle Cuaresmero)	Xoconostle de las Pirámides
'Tonalli' (Xoconostle Blanco)		Xoconostle Blanco	Xoconostle Blanco (Xoconostle Burro)	Xoconostle Blanco
Xocotunas				
'Venus' (Xocotuna)				

Al menos 10 cultivares encontrados en la región de estudio no se habían registrado como tales en alguna publicación, entre ellos están: 'Ameyalli', 'Ehecatl', 'Luna Azul', 'Ollin', 'Teotihuacan', 'Turquesa', 'Itztli', 'Palapa', 'Quinto Sol' y 'Venus'.

Respecto a su uso principal, se observó que además de utilizarse para obtener frutos (tunas, xoconostles o xocotunas), 4 de ellos se utilizan también para obtener nopalitos y 2 como forraje. A partir de ellos se elaboran cremas, mermeladas, conservas, dulces, salsas, jarabes, ates, pegamentos, pinturas, jabones y licores, entre otros subproductos.

2. Definición de cultivares y caracteres

Las variantes cultivadas de *Opuntia* reconocidas son propagadas asexualmente, constituyendo clones; y mantienen sus caracteres distintivos de acuerdo a lo observado en los diferentes lugares dentro del área de estudio. Por lo anterior se consideran cultivares tal y como los define el CINPC (Brickell *et al.* 2009). Dada la diversidad de cultivares encontrada localmente, es muy posible que tengan un origen híbrido, donde estarían involucradas también especies silvestres locales.

Los cultivares se definieron mediante una combinación de caracteres vegetativos (la forma, el tamaño, color y la presencia o ausencia de espinas en el cladodio) y reproductivos (la forma, el tamaño, color y profundidad de la cicatriz floral en el fruto, y el color de las flores). Entre los primeros destacan la forma, las dimensiones y el color del cladodio; el número de aréolas, la cantidad y posición de las espinas. Entre los reproductivos el sabor, la forma, las dimensiones, la profundidad de la cicatriz floral, y el color de los frutos. Estudios previos (Colunga *et al.* 1983; Mondragón-Jacobo y Pérez-González 2001) ya han señalado que el cladodio y el fruto son las estructuras que más se han modificado en el proceso de cultivo y domesticación. Colunga *et al.* (1986) señalan que la mayoría de las características morfológicas que son rasgos indicadores, se relacionan con el proceso de domesticación en *Opuntia*; el cual se ha orientado a la obtención de plantas con cladodios sin espinas y frutos grandes y dulces.

3. Nombres de los cultivares y estándares nomenclaturales

Los cultivares de la región de Las Pirámides tienen nombres comunes locales que coinciden o no con los que se han utilizado en otras regiones o estudios. Frecuentemente los cultivares se conocen por más de un nombre o un mismo nombre se puede utilizar para más de un cultivar. Esto

causa confusión, impide tanto recuperar la información de estudios previos como una adecuada comunicación científica. En consecuencia estos nombres se descartan. Los nombres nuevos son asignados de acuerdo al CINPC, y están relacionados en general a la cultura teotihuacana. Algunos de ellos pueden hacer referencia a algún rasgo particular del cultivar, aunque no necesariamente.

Después de conocer los caracteres más útiles para diferenciar cultivares se establece que un estándar nomenclatural debe estar constituido por: 1) especímenes herborizados que incluyan el cladodio joven y maduro, flores y semillas; 2) imágenes del hábito de la planta, del cladodio, de las aréolas y sus espinas; de la flor en vista externa y en sección longitudinal; y del fruto en vista externa, y en secciones longitudinal y transversal (Figura 6). Los especímenes herborizados pierden muchas de las características visibles en material fresco, por lo que deben incluirse las imágenes citadas.



Figura 6. Ejemplo de estándar nomenclatural. Estándar nomenclatural de *Opuntia* 'Tlaloc'. A. Cladodio; B. Cladodio joven; C. Flor en corte longitudinal; D. Semillas; E. Imágenes de hábito, cladodio y aréolas; F. Imágenes de cladodio joven, flor y fruto.

4. Clasificación e identificación de los cultivares

Los cultivares encontrados se ubican en cuatro series (Tabla 4) del género *Opuntia*: Streptacanthae (16 cultivares), Ficus-indicae (4 cultivares), Leucotrichae (2 cultivares) y Robustae (1 cultivar). La serie Leucotrichae se distingue por sus cladodios pubescentes, en el resto de las series son glabros; la serie Robustae tiene cladodios azulosos, la serie Ficus-indicae presenta cladodios verdes sin espinas y la Streptacanthae con espinas (Britton y Rose 1919; Bravo-Hollis, 1978; Colunga *et al.*, 1986; Kiesling, 1998).

El 70% (16) de los cultivares pertenecen a la serie Streptacanthae. Bravo-Hollis (1978) ya indicaba que esta serie representa la fuente más importante de formas y variedades hortícolas. En la serie Ficus-indicae, se incluyen cuatro cultivares (17%), sólo por carecer de espinas; esta agrupación aparece como la más artificial, dado que hay flores naranjas y amarillas, frutos con cáscara verde a amarilla, roja a púrpura e incluso naranja ('Itztli'). Probablemente sus cultivares derivan de progenitores de dos o más series. Griffith (2004) menciona que es probable que *O. ficus-indica* consista de múltiples clones únicos derivados de varios antecesores, seleccionados por reducción de las espinas y frutos grandes, artificialmente convergentes sobre estos rasgos y propagados clonalmente hasta hoy.

Tabla 4. Cultivares de *Opuntia* encontrados en la región de Las Pirámides y series a las que pertenecen. Series según Britton y Rose (1919).

Serie Streptacanthae	Serie Ficus-indicae	Serie Robustae	Serie Leucotrichae
<i>Opuntia</i> aff. <i>streptacantha</i> 'Ameyalli'	<i>Opuntia</i> 'Grana'	<i>Opuntia larreyi</i> 'Turquesa'	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Ehecatl'
<i>Opuntia joconostle</i> 'Atl'	<i>Opuntia</i> 'Itztli'		<i>Opuntia oligacantha</i> 'Jaguar'
<i>Opuntia albicarpa</i> 'Cihuatl'	<i>Opuntia</i> 'Teotihuacan'		
<i>Opuntia</i> 'Citlalli'	<i>Opuntia</i> 'Xometla'		
<i>Opuntia</i> 'Coral'			
<i>Opuntia albicarpa</i> 'Jade'			
<i>Opuntia</i> aff. <i>streptacantha</i> 'Luna Azul'			
<i>Opuntia</i> 'Ollin'			
<i>Opuntia</i> 'Palapa'			
<i>Opuntia albicarpa</i> 'Plata'			
<i>Opuntia</i> 'Quinto Sol'			
<i>Opuntia matudae</i> 'Tlalli'			
<i>Opuntia</i> 'Tlaloc'			
<i>Opuntia joconostle</i> 'Tonalli'			
<i>Opuntia</i> 'Venus'			
<i>Opuntia albicarpa</i> 'Victoria'			

Sólo 12 cultivares se identifican o son afines a alguna especie, el resto se identificó únicamente hasta nivel de género. Una de las recomendaciones del CINPC (Brickell *et al.* 2009) y de otros investigadores (Spooner *et al.* 2003), es que no necesariamente los cultivares deben ser asignados a una especie, considerando que es frecuente que puedan haber derivado de hibridación con otros cultivares de la misma o diferentes especies. Es pertinente mencionar que en la región, además de todas estas variantes cultivadas, existen especies silvestres de las cuatro series registradas, que pueden estar involucradas en procesos de hibridación e introgresión.

5. Grupos de Cultivares

Los cultivares se dividieron en tres grandes grupos, tomando en cuenta características del fruto como el sabor (dulce, ácido, agridulce) y grosor de las paredes: 1) Tunas (cultivares de frutos dulces), presentan un endocarpo dulce, jugoso y con muchas semillas; 2) Xoconostles (cultivares de frutos ácidos), presentan frutos con mesocarpo ácido y carnoso; 3) Xocotunas (cultivares de frutos agridulces), presentan frutos con pulpa semi-ácida o ligeramente dulce, y paredes interiores gruesas y ligeramente ácidas.

En consideración del elevado número de cultivares entre las tunas, éstas se subdividieron también en tres grupos de acuerdo al color del fruto (cáscara y la pulpa): a) tunas con cáscara verde a amarillenta y pulpa verde clara a blanca, b) tunas con cáscara y pulpa naranja, y c) tunas con cáscara y pulpa roja a rojo púrpura. Para una rápida ubicación del cultivar dentro del grupo, se consideraron finalmente los siguientes cinco grupos: Grupo 1). Tunas con cáscara verde a amarilla, a veces con tintes rosados y pulpa verde claro a blanca; Grupo 2). Tunas de cáscara y pulpa naranja; Grupo 3). Tunas de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura; Grupo 4). Xoconostles; y Grupo 5). Xocotunas (Tabla 3).

Grupo 1. Tunas de cáscara verde a amarilla, a veces rosada, y pulpa verde claro a blanca. En este grupo (Tabla 5) se incluyen los cultivares con espinas 'Cihuatl', 'Coral', 'Jade', 'Plata' y 'Victoria'. El primero es el más ampliamente cultivado, 'Plata' y 'Victoria' son cultivares que recién se están extendiendo en la región y son originarios del norte del país. Los dos restantes se encuentran ocasionalmente. La mayoría de estos cultivares pueden asignarse a *Opuntia albicarpa*, son los más extensamente cultivados tanto en plantaciones comerciales como en huertos familiares. La especie fue descrita a partir de un ejemplar del cultivar 'Cihuatl'. Por otra parte, el cultivar 'Coral' destaca por presentar tintes rosados en la cáscara, y un fruto oblato visto en sección transversal. El único cultivar sin espinas de este grupo, 'Xometla', tiene tunas con cáscara verde amarillenta y tintes rosados cuando están maduras, su pulpa es blanca; es muy escaso, sólo se han encontrado tres individuos.

Tabla 5. Comparación de cultivares de *Opuntia* con cáscara verde a amarilla, a veces tintes rosados, y pulpa verde claro a blanca de la región de Las Pirámides.

	'Cihuatl' (Reyna)	'Coral' (Mansa)	'Jade' (Esmeralda)	'Plata' (Burróna)	'Victoria' (Cristal)	'Xometla' (Nopalillo)
Cladodio, forma	ampliamente obovada	"rómica"	obovada a elíptica, oblicuo en la base	elíptica cuneada	obovada cuneada	elíptica a estrechamente obovada
Espinas por aréola	4-8	2-4	2-4	2-6	1-4	0
Espinas, posición	semierectas	semierectas	semierectas	semierectas a erectas	dirigidas hacia la base	ausentes
Flor, color del perianto	naranja	amarillo	amarillo	naranja-amarillo	naranja	amarillo
Flor, forma del estilo en sección transversal	circular	aplanado	circular	circular	circular	circular
Flor, lóbulos del estigma	7-10	12-14	7-8	7-10	8-10	7-8
Flor, forma del ovario	oblonga obovada	obovada truncada	oblonga obovada estrecha	oblanceolada	oblanceolada	oblanceolada
Fruto, pedúnculo	ausente	ausente	presente	ausente o corto	ausente	ausente
Fruto, color de la cáscara	verde claro a amarillo	verde amarillento a rosa pálido	verde pálido a verde amarillento	verde claro	verde claro a amarillo	verde amarillento a amarillo a rosa claro brillante
Fruto, cicatriz floral	superficial	fuertemente deprimida	superficial	superficial a poco deprimida	ligeramente deprimida	medianamente deprimida
Fruto, sección transversal	circular	oblato	circular	circular	circular	circular

Grupo 2. Tunas de cáscara y pulpa naranja. Incluye los cultivares 'Citlalli', 'Itztli', 'Palapa' y 'Quinto Sol' (Tabla 6). Estos cultivares son diferentes en varias de sus características, sólo uno de ellos carece de espinas, 'Itztli'; el que más se distingue de los otros es 'Citlalli', por sus pocas aréolas, las espinas dirigidas hacia la base, su flor naranja y sus estambres y estilo rosados. La mayoría de los cultivares de frutos naranja y con espinas se han identificado en diferentes trabajos como *O. megacantha*; sin embargo, por los caracteres señalados en el párrafo no deben identificarse con una especie, y si alguno de ellos debe asociarse a tal nombre, la variación existente lo hace complicado. El cultivar 'Itztli' se ha identificado como *O. ficus-indica*, sin embargo no corresponde con el Lectotipo designado para tal especie (Hernández-Pérez, 2008).

Tabla 6. Comparación de cultivares de *Opuntia* con cáscara y pulpa naranja o naranja-amarilla de la región de Las Pirámides.

	'Citlalli' (Amarilla apapayada)	'Itztli' (Amarilla sin espinas)	'Palapa' (Amarilla apastillada)	'Quinto Sol' (Amarilla Tlacateopan)
Cladodio, forma	obovada cuneada	elíptica, terminando en punta hacia el ápice	obovado cuneada, ápice emarginado frecuente	ampliamente elíptica a obovada
Aréolas, número por superficie del cladodio	30-45	45-55	45-65	55-65
Aréolas, número en serie más amplia	6-7	9-10	7-9	9-10
Espinas, número por aréola	1-4	0 (3)	1-3	2-4
Espinas, largo (cm)	1-2	0 (1)	0.5-1.5	1-1.5
Espinas, posición	semirectas, mayoría dirigidas hacia la base	(adpresas cuando presentes)	erectas generalmente	semirectas, la central curvada (gancho)
Flor, color del perianto	naranja	amarillo	amarillo	amarillo verdoso
Flor, color de estambres	rosado	blanco	blanco a rosa claro	amarillo verdoso
Flor, color del estilo	rosado	blanco	blanco	blanco
Flor, lóbulos del estigma	7-11	10-12	7-9	11-12
Fruto, forma	obovoide, elíptica a oblonga	obovoide a elíptica	ampliamente elíptica a esférica	ampliamente elíptica a obovoide

Grupo 3. Tunas de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura. En este grupo se ubican 7 cultivares, cuatro de ellos con espinas (Tabla 7): 'Ameyalli', 'Luna Azul', 'Ollin' y 'Tlaloc'; y tres sin espinas (Tabla 8): 'Grana', 'Teotihuacan' y 'Turquesa'. Entre los cultivares con espinas se encuentra 'Tlaloc', ampliamente cultivado y comercializado, los otros se encuentran solo marginalmente. Pueden separarse por caracteres vegetativos y reproductivos. No es claro a que especies deben ser asignados; 'Ameyalli' y 'Luna Azul', presentan características que los relacionan con *O. streptacantha*, como uno de sus progenitores.

De los cultivares sin espinas (Tabla 8), 'Turquesa' se distingue por sus cladodios glaucos, frutos rojo púrpura muy oscuros y con podarios prominentes; se identifica como *O. larreyi* y pertenece al complejo de variantes silvestres-cultivadas de la región, donde también se incluye a *O. robusta*. El cultivar 'Teotihuacan' se distingue de 'Grana' por presentar los cladodios más gruesos, flores con estilo color rojo (no blanco y rosado) y pulpa bicolora blanco rojiza (no rojo púrpura).

Tabla 7. Comparación de cultivares de *Opuntia* con cáscara y pulpa roja a rojo púrpura, con espinas, de la región de Las Pirámides.

	'Ameyalli' (Cardona chica)	'Luna Azul' (Cardona grande)	'Ollin' (Clavelito)	'Tlaloc' (Roja San Martín)
Cladodio, forma	elíptica	elíptica	elíptica	obovada cuneada
Cladodio, color	verde	verde glauco	verde	verde
Aréolas, número por superficie del cladodio	45-65	60-65	45-65	45-55
Flor, color del perianto	amarillo	naranja-amarillo	amarillo	naranja-amarillo
Flor, forma del ovario	obovada	ampliamente obovada	oblanceolada	oblonga
Flor, color del estilo	blanco	blanco, rosado cerca del estigma	blanco	rosado
Fruto, forma	oblonga elíptica	obovoide oblonga	obovoide pedunculado	obovoide a elíptica
Fruto, número de aréolas	38-40	42-46	40-50	32-36
Fruto, cicatriz floral	ligeramente deprimida	ligeramente deprimida	ligeramente deprimida	fuertemente deprimida

Tabla 8. Comparación de cultivares de *Opuntia* de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura, sin espinas, de la región de Las Pirámides.

	'Grana' (Rubra)	'Teotihuacan'	'Turquesa' (Tapona)
Hábito	arbusto extendido	arbusto erguido a arborescente	arbusto extendido
Cladodios, forma	ampliamente obovados	estrechamente obovados a elípticos	anchamente obovados a circulares
Cladodios, dimensiones (cm)	35-45 x 20-25	30-40 x 15-25	35-45 x 25-30
Cladodios, color	verde	verde	glaucos
Aréolas, número por superficie del cladodio	58-62	50-60	35-45
Aréolas, número de series por superficie del cladodio	8-10	9-11	6-8
Aréolas, número en serie más amplia	9-11	8-10	7-9
Flor, color del perianto	amarillo-naranja	amarillo-naranja	amarillo brillante
Flor, forma del ovario	elíptica	obtriangular	ampliamente obovada
Flor, color de estambres	blanco-rosados	amarillo	blanco
Flor, color del estilo	rosado hacia el ápice, blanco hacia la base	rojo	blanco
Flor, número de lóbulos del estigma	8-12	9-13	8-14
Fruto, forma	obovoides, ligeramente pedunculados	ampliamente obovoide a elíptico	obovoide a esférico
Fruto, podarios	no prominentes	no prominentes	prominentes
Fruto, color	rojo púrpura pálido	rojo pálido	rojo púrpura brillante
Fruto, número de aréolas	25-45	22-32	14-24
Fruto, color de la pulpa	rojo púrpura	blanco rojiza	rojo púrpura

Grupo 4. Xoconostles. Los xoconostles se caracterizan por presentar frutos con mesocarpio carnoso y ácido (COMENTUNA, 2009; Scheinvar y Gallegos-Vázquez, 2011; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2011; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2012). Se reconocieron 5 cultivares de xoconostles: 'Atl', 'Ehecatl', 'Jaguar', 'Tlalli' y 'Tonalli'. Además de tener frutos ácidos, presentan otras características en común: cladodios ampliamente obovados, de 25 a 30 cm de largo por 15 a 25 de ancho, siempre con espinas, flores amarillas y ovario obovado. Sin embargo, pueden separarse claramente por características de estructuras vegetativas y reproductivas (Tabla 9), como el hábito (extendido o erguido), el indumento del cladodio y del fruto (glabro o pubescente), el color del estilo (rosa o blanco), la permanencia del fruto maduro en la planta (caedizo o perenne), color externo del fruto (verde claro a rojo púrpura), la profundidad de la cicatriz floral, y el patrón de color de la pared del fruto visto en sección transversal.

Tabla 9. Cultivares de *Opuntia* con frutos ácidos (xoconostles) de la región de Las Pirámides, Estado de México.

	'Ati' (Colorado)	'Ehecatl' (Borrego)	'Jaguar' (Chivo)	'Tlali' (Cuaresmeño)	'Tonalli' (Blanco)
Hábito	arbusto extendido	arbusto erguido	arbusto erguido	arbusto extendido	arbusto extendido
Cladodio, indumento	pubescente	pubescente	pubescente	glabro	glabro
Aréolas, número por superficie del cladodio	60-65	75-95	100-110	60-70	50-60
Aréolas, número de series por superficie del cladodio	9-10	11-12	11-12	9-10	8-9
Número de aréolas en serie más amplia	8-10	10-13	12-13	9-10	8-10
Flor, color de estambres	amarillo	blanco	blanco	amarillo	amarillo
Flor, color del estilo	rosa claro	blanco	blanco	rosa	rosado
Fruto, permanencia	caedizo	perenne	perenne	perenne	perenne
Fruto, color de la cáscara	rosa claro a púrpura pálido	rosa claro a púrpura pálido	rosa rojizo a púrpura pálido	rosa claro a rosa pálido	verde claro
Fruto, indumento de la cáscara	pubescente	notablemente pubescente	pubescente	glabro	glabro
Fruto, cicatriz floral	ligeramente deprimida	notablemente deprimida	ligeramente deprimida	moderadamente deprimida	ligera a moderadamente deprimida
Fruto, color de la pared vista en sección transversal	rosa a naranja, con estrías más intensa formando un patrón estrellado	rosa claro a rojo opaco, con estrías más intensa formando un patrón estrellado	rosa opaco a rojo claro, con estrías más intensa formando un patrón estrellado	blanco, con estrías tenues rosadas, formando un patrón estrellado	verde claro, uniforme
Fruto, forma de la cavidad	esférica	esférica a elíptica	elíptica a esférica	esférica	elíptica a obovoide
Fruto, color de la pulpa	rojo a púrpura pálido	púrpura brillante	rojiza a púrpura brillante	rosa púrpura brillante	rosada a verde claro

Grupo 5. Xocotunas. Con este nombre se designan los cultivares con frutos de pulpa semi-ácida o ligeramente dulce, paredes interiores gruesas y ligeramente ácidas. Sólo se encontró un cultivar con estas características, 'Venus' (Tabla 3), aunque varios autores han mencionado su presencia en esta región y en otras del país (Colunga *et al.*, 1986; Gallegos-Vázquez *et al.*, 2010). Se considera que las plantas que producen estos frutos son producto de la hibridación entre un cultivar de frutos dulces (tuna) y un cultivar de frutos ácidos (xoconostle).

3. Clave para la identificación de cultivares

1	Frutos dulces (tunas).	2
1'	Frutos agridulces (xocotunas) o ácidos (xoconostles).	18
2	Frutos de cáscara verde a amarilla o rosada; pulpa verde claro a blanca.	3
2'	Frutos de cáscara y pulpa naranja, roja a púrpura.	8
3	Cladodios sin espinas.	<i>Opuntia 'Xometla'</i> (Nopalillo) p. 57.
3'	Cladodios con espinas.	4
4	Frutos rosados.	<i>Opuntia 'Coral'</i> (Mansa) p. 41.
4'	Frutos verdes, verdes amarillentos o amarillos.	5
5	Frutos con pedúnculos notables; perianto amarillo.	<i>Opuntia albicarpa 'Jade'</i> (Esmeralda) p. 45.
5'	Frutos sin pedúnculos o muy cortos; perianto naranja.	6
6	Espinas de 1 cm o menos de longitud, dirigidas hacia la base; cladodios obovado cuneados, margen ligeramente ondulado.	<i>Opuntia albicarpa 'Victoria'</i> (Cristalina) p. 53.
6'	Espinas de 1.5 cm o más, semierectas a erectas; cladodios elíptico cuneados a ampliamente obovados, margen entero.	7
7	Fruto obovoide piriforme, con muchas semillas fértiles; cladodio obovado a elíptico cuneado, con 40 a 48 aréolas por superficie; ovario oblanceolado a obovoide.	<i>Opuntia albicarpa 'Plata'</i> (Burrón) p. 49.
7'	Fruto oblongo a obovoides, con pocas semillas fértiles; cladodio ampliamente obovado, con 65 a 80 aréolas por superficie; ovario oblongo a obovoide.	<i>Opuntia albicarpa 'Cihuatl'</i> (Reyna) p. 37.
8	Frutos con cáscara y pulpa naranja.	9
8'	Frutos con cáscara y pulpa roja, roja con blanco o púrpura.	12
9	Cladodios sin espinas.	<i>Opuntia 'Itztli'</i> (Amarilla sin espinas) p. 65.
9'	Cladodios con espinas.	10
10	Cladodio con margen ondulado y ápice emarginado frecuente; perianto amarillo.	<i>Opuntia 'Palapa'</i> (Amarilla apastillada) p. 69.
10'	Cladodio con margen entero; perianto amarillo o naranja.	11
11	Espinas rectas, la mayoría dirigidas hacia la base del cladodio; perianto naranja.	<i>Opuntia 'Citlalli'</i> (Amarilla apapayada) p. 61.

11'	Espina central curva; perianto amarillo verdoso.	<i>Opuntia</i> 'Quinto Sol' (Amarilla Tlacateopan) p. 73.
12	Cladodios glaucos; perianto amarillo.	<i>Opuntia larreyi</i> 'Turquesa' (Tapona) p. 101.
12'	Cladodios verdes a ligeramente glaucos; perianto amarillo o naranja.	13
13	Cladodios sin espinas.	14
13'	Cladodios con espinas.	15
14	Frutos con cáscara roja, pulpa rojo con blanco; perianto amarillo.	<i>Opuntia</i> 'Teotihuacan' p. 97.
14'	Frutos con cáscara y pulpa rojo púrpura; perianto naranja.	<i>Opuntia</i> 'Grana' (Rubra) p. 93.
15	Frutos pedunculados.	<i>Opuntia</i> 'Ollin' (Clavelito) p. 85.
15'	Frutos sin pedúnculo.	16
16	Espinas retorcidas; frutos rojo púrpura.	<i>Opuntia</i> 'Tlaloc' (Roja San Martín) p. 89.
16'	Espinas generalmente rectas; frutos rojos.	17
17	Cladodios con espinas apicales adpresas.	<i>Opuntia</i> 'Luna Azul' (Cardona grande) p. 81.
17'	Cladodios con espinas apicales semirectas.	<i>Opuntia</i> 'Ameyalli' (Cardona chica) p. 77.
18	Frutos agridulces, con paredes gruesas y pulpa dulce.	<i>Opuntia</i> 'Venus' (Xocotuna) p. 125.
18'	Frutos ácidos, paredes gruesas y ácidas, sin pulpa.	19
19	Frutos verdes.	<i>Opuntia joconostle</i> 'Tonalli' (Xoconostle blanco) p. 121.
19'	Frutos rosados a rojo púrpura.	20
20	Fruto con manchas purpúreas alrededor de las aréolas.	<i>Opuntia matudae</i> 'Tlalli' (Xoconostle cuaresmeño) p. 117.
20'	Frutos sin manchas alrededor de las aréolas.	21
21	Espinas erectas, muy cortas; frutos se caen pronto cuando están maduros.	<i>Opuntia joconostle</i> 'Atl' (Xoconostle colorado) p. 105.
21'	Espinas semirectas, largas; los frutos permanecen sobre la planta indefinidamente.	22
22	Cladodios obovados, cicatriz floral superficial a ligeramente deprimida.	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Jaguar' (Xoconostle chivo) p. 113.
22'	Cladodios obovados, cicatriz floral notablemente deprimida.	<i>Opuntia oligacantha</i> 'Ehecatl' (Xoconostle borrego) p. 109.

4. Descripción de cultivares

Grupo 1. Tunas de cáscara verde a amarilla, a veces con tintes rosados, y pulpa verde claro a blanca

Opuntia albicarpa Scheinvar '**Cihuatl**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 7 y 8

Nombres comunes en la zona de estudio: reyna, tuna blanca, reina.

Nombres comunes en otras regiones del país: Alfajayucan, reina, reyna.

Arbusto extendido, 1.60 a 2.80 m de alto, 1.80 a 2.50 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría erectas a difusas, algunas extendidas o reclinadas. **Cladodios** ampliamente obovados, 40 a 50 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho, 1.0 a 3.0 cm de grueso; glabros; verde amarillentos a verde grisáceos, ligeramente glaucos (2.5GY 7/6, 2.5GY 7/4). Aréolas elípticas, en ocasiones circulares, 0.45 a 0.60 cm de largo y 0.35 a 0.45 cm de ancho, marrón, 65 a 80 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 11 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 8 a 10 aréolas, con una separación de 4 a 4.5 cm. Espinas aciculares a cilíndricas, largas, 1.5 a 2.0 cm de largo, 4 a 8 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas, ápice ambarino; gruesas, aplanadas y en ocasiones torcidas, firmes a quebradizas, semierectas, con estrías longitudinales; forma elíptica, semicircular o aplanada en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** ampliamente obovados, verde intenso (5GY 5/8, 5GY 4/8), podarios poco prominentes a planos; hojas cónicas, 0.65 a 0.80 cm de largo, verdes, ápice purpúreo; aréolas con indumento marrón amarillento; espinas 1 a 3 por aréola, la mayoría se concentra en los márgenes superiores y el ápice. **Flores** 7.0 a 8.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, cilíndrico a ligeramente obcónico, 5.0 a 6.5 cm de largo, 2.5 a 3.0 cm de diámetro; aréolas rómbicas con indumento y glóquidas marrón; perianto con segmentos exteriores obovados a rómbicos, ápice mucronado, rojizo, 0.5 a 1.5 cm de largo, 1.0 a 1.3 cm de ancho, color amarillo-naranja (5R 7/4 a 10R 7/4), estría media verdosa; segmentos interiores obovados a cordados, ápice emarginado a entero, 1.5 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 1.50 cm de ancho, amarillo-naranja poco brillante (7.5YR 7/10, 7.5YR 7/8, 7.5YR 7/6); estambres blancos con tonos rosados; estilo blanco; estigma con 7 a 10 lóbulos, verde claro. **Frutos** oblongos a obovoides, 8.0 a 9.5 cm de largo, 5.5 a 6.0 cm de diámetro, verde-amarillentos a verde claro ligeramente brillante (5Y 8/8, 5Y 8/10, 2.5GY 8/6 a 2.5GY 8/8), 45 a 55 aréolas, 135 a 165 g peso; cáscara 2 a 5 mm de grosor y 45 a 55 g de peso, moderadamente cerosa; cicatriz floral plana o abultada, en ocasiones ligeramente deprimida, 1.5 a 2.5 mm de profundidad, 3 a 3.2 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto oblonga, elíptica a obovoide, 7 a 7.5 cm largo, 5 a 5.5 cm de diámetro; pulpa verde claro (2.5GY 8/6 a 2.5GY 8/4), dulce, jugosidad muy alta, 85 a 110 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares ligeramente angulosas, 4.5 a 5.5 mm de largo, 3.5 a 4.5 mm de ancho; marrón grisáceas a verdosas, superficie rugosa; arilo lateral ancho; 210 a 290 semillas normales y 60 a 120 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de febrero a mayo y se cosecha de junio a septiembre (principalmente agosto). La coloración de los frutos al madurar es gradual y uniforme; pasa de los tonos verde intenso, verde claro, verde-amarillento hasta el amarillo.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, al oriente de la cabecera municipal; N—19° 42' 34.1", O—98° 49' 23.2", altitud 2307 msnm; *G. Mendoza Madrigal 10* (cladodio), *33* (cladodio joven), *56* (flor), *79* (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, cabecera municipal, altitud 2240 msnm, *G. Mendoza Madrigal 23* (HGOM); carretera México—Tulancingo; N—19° 41' 29.5" O—98° 48' 39.5", altitud 2240 msnm; *A. Hernández-Pérez y M. González-Ledesma 5* (HGOM); cabecera municipal; N—19° 42' 03.3" O—98° 48' 26.2", altitud 2326 msnm; *G. Mendoza Madrigal 24* (HGOM).

Distribución geográfica. MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, Nopaltepec (San Felipe), Axapusco (Santo Domingo), Otumba, Temascalapa y San Juan Teotihuacán. De acuerdo a Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), se localiza también en algunas zonas del estado de Hidalgo (Chicavasco-El Arenal).

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte medio; cladodios grandes, ampliamente obovados, verde-amarillentos a verde-grisáceos; 4 a 8 espinas por aréola, semierectas; flores amarillo-naranja; frutos medianos, oblongos a obovoides, verde-amarillentos; cicatriz floral generalmente plana o abultada, cáscara delgada, pulpa muy jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Cihuatl', palabra náhuatl que significa mujer.

Observaciones. El fruto se usa esencialmente como fruto dulce, aunque también se emplea como forraje y en la elaboración de mermeladas y licores. Es el cultivar de *Opuntia* que más se cultiva y consume en México. Las características más apreciadas son: alto contenido de azúcares, jugosidad de la pulpa, escaso grosor de la cáscara y bajo contenido de semillas. La superficie cultivada es de alrededor de 20,000 has (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo 2011). Presenta una productividad elevada y baja resistencia a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha, lo que constituye su principal limitante. Su contenido de azúcares es de 15.3°Brix (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011).

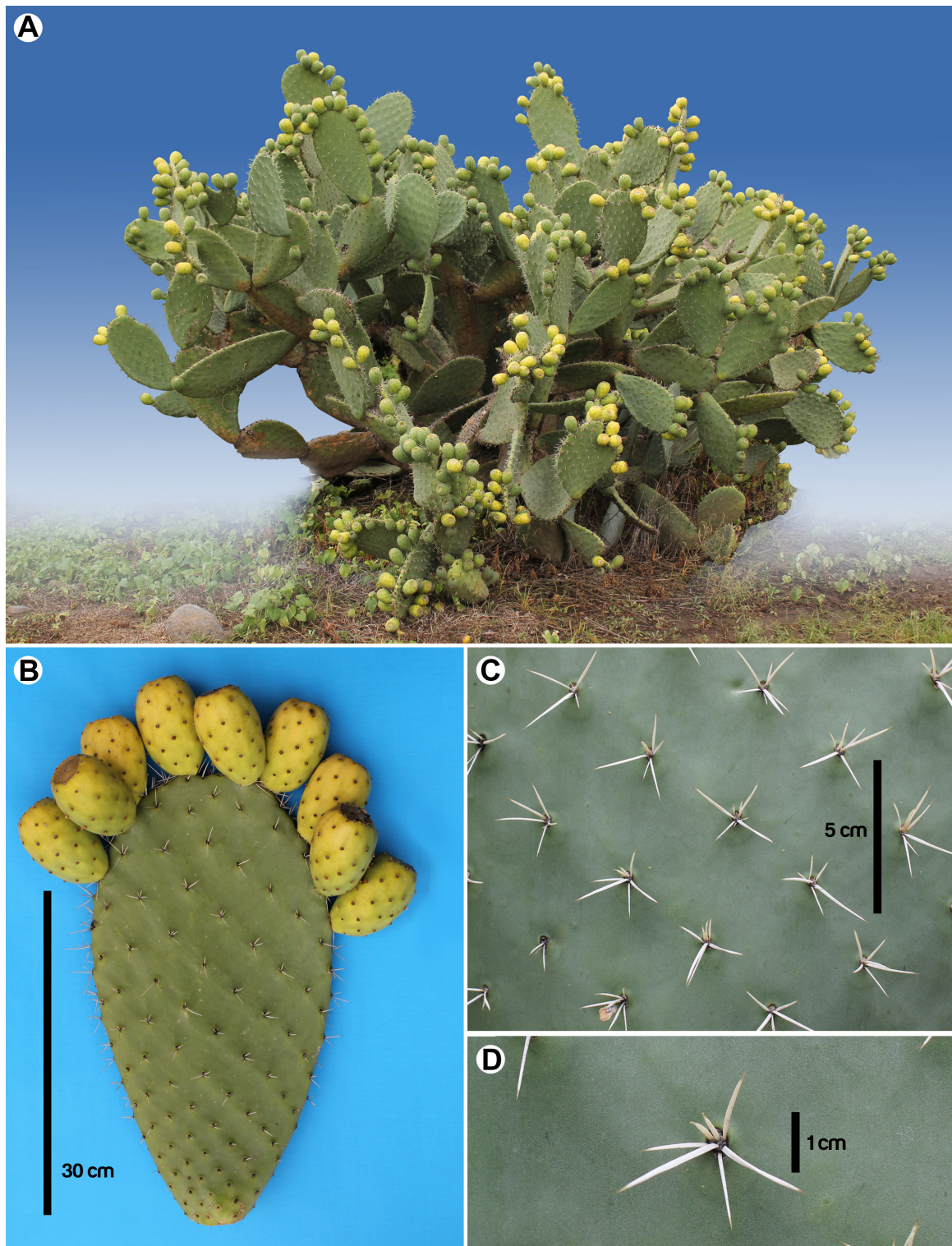


Figura 7. *Opuntia albicarpa* 'Cihuatl'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2010.

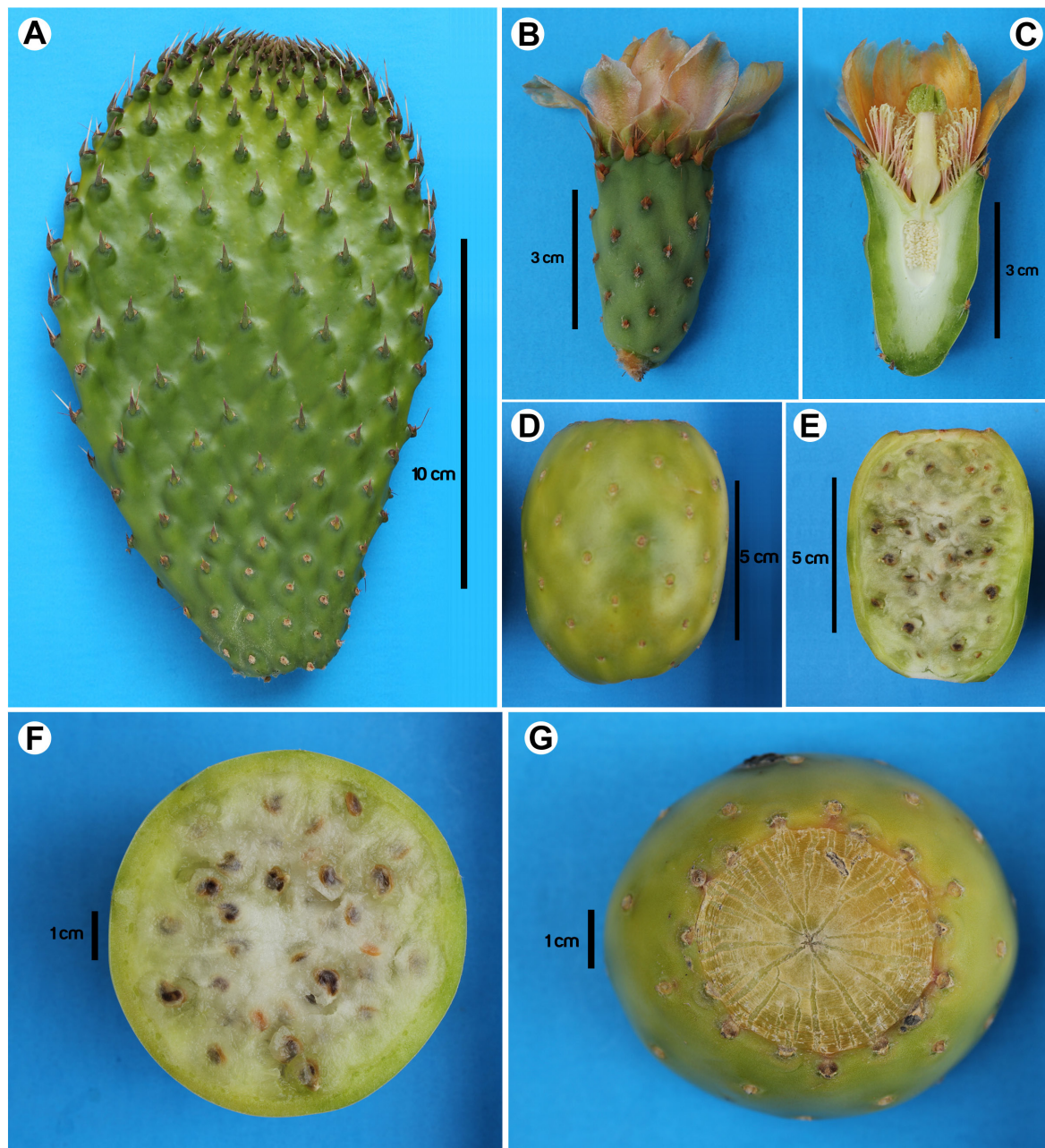


Figura 8. *Opuntia albicarpa* 'Cihuatl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madriral 2010.

***Opuntia* 'Coral' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 9 y 10

Nombres comunes en la región de estudio: mansa, manzana.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto extendido a decumbente, porte medio; 1.60 a 1.70 m de alto, 1.90 a 2.20 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría extendidas y difusas, algunas reclinadas o erectas. **Cladodios** rómbicos, 35 a 45 cm de largo, 20 a 30 cm de ancho; glabros; verde-claro a verde-amarillentos, cubiertos de una capa transparente fuertemente cerosa (5GY 7/4, 5GY 6/4, 2.5GY 7/4, 2.5GY 7/6). Aréolas elípticas a circulares, 0.30 a 0.50 cm de largo, 0.20 a 0.35 cm de ancho, grisáceas, 60 a 80 por cara del cladodio, dispuestas en 8 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 9 a 10 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas aciculares, cónicas, 1.0 a 2.0 cm de largo, 2 a 4 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio excepto en la base, blancas, delgadas, flexibles, semierectas en el centro del cladodio y adpresas en el ápice, generalmente dirigidas hacia la base del cladodio, lisas; forma elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente elípticos a rómbicos, verde claro a ligeramente amarillentos (2.5GY 7/6, 2.5GY 6/6, 5GY 6/4), podarios planos; hojas cónicas muy delgadas, 0.40 a 0.55 cm de largo, verde-purpúreas; aréolas con indumento marrón; espinas 1 por aréola, semierectas, la mayoría se concentran en los márgenes y la mitad superior. **Flores** 5.0 a 7.5 cm de largo; pericarpelo oblongo a ampliamente obovoide, 4.0 a 5.0 cm de largo, 2.8 a 3.3 cm de diámetro, podarios muy prominentes; aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón; perianto con segmentos exteriores rómbicos a oblongos, ápice mucronado rojizo, 0.50 a 1.5 cm de largo y 0.60 a 1.2 cm de ancho, amarillo-verdosos (5Y 7/10, 5Y 7/8, 5Y 8/8), estría media verdosa; segmentos interiores obovados a ligeramente cordados, ápice entero a ligeramente emarginado, 1.5 a 2.5 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, amarillo brillante (2.5Y 8/10, 2.5Y 8/8, 5Y 8/10); estambres blancos; estilo aplanado, color blanco; estigma con 12 a 14 lóbulos, verde claro. **Frutos** elípticos, 6 a 9 cm de largo, 4.5 a 6.5 cm de diámetro, coloración irregular de verde-amarillento (5Y 8/8 a 5Y 8/6) a rosa pálido (2.5R 7/6, 2.5R 7/8, 2.5R 6/8, 5R 7/6), 34 a 40 aréolas, 85 a 175 g de peso; cáscara 0.10 a 0.30 cm de grosor y 35 a 65 g de peso, moderadamente cerosa; cicatriz floral elíptica, fuertemente deprimida, 0.80 a 1.0 cm de profundidad, 2.4 a 2.8 cm de diámetro en su dimensión más ancha, estriada; cavidad del fruto obovoide, 4.5 a 5.0 cm de largo, 4.0 a 4.3 de diámetro máximo; pulpa verde claro ligeramente pálido (2.5GY 8/4 y 2.5GY 8/6), dulce, jugosidad muy baja, 50 a 110 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares, 4.5 a 5.0 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; marrón claro a pardo verdosas, superficie ligeramente rugosa; arilo lateral ancho; 150 a 230 semillas normales y 20 a 50 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a mayo y se cosecha de julio a octubre. La coloración de los frutos al madurar inicia en la porción media del fruto; la coloración final de los frutos maduros es irregular. Durante el proceso de maduración los frutos pasan de color verde a amarillo-verdoso y amarillo, hasta llegar al rosa. Si los frutos maduros permanecen en la planta pueden alcanzar tonalidades ligeramente rojizas.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, cabecera municipal, camino a Cerro Gordo, N—19° 43' 25.8" O—98° 49' 55.2", altitud 2352 msnm; *G. Mendoza Madrigal 15* (cladodio), *38* (cladodio joven), *61* (flor), *84* (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides (cabecera municipal y Santa María Palapa) y Otumba.

Reconocimiento: Arbusto extendido a decumbente, porte medio; cladodios rómbicos, verde-amarillentos; 2 a 4 espinas por aréola, semierectas en el centro del cladodio y adpresas en el ápice; flores amarillo-verdosas, pericarpelo con podarios prominentes; frutos, medianos elípticos, coloración irregular de verde-amarillento a rosa pálido; cicatriz floral fuertemente deprimida; cáscara delgada; pulpa poco jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Coral', refiere al color de la cáscara del fruto.

Observaciones: Se consume principalmente como fruto dulce. En la región de estudio se cultiva y comercializa sólo en pequeñas cantidades. Es un cultivar de productividad media y maduración tardía. Los frutos muestran una gran variación en tamaño, coloración irregular y son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

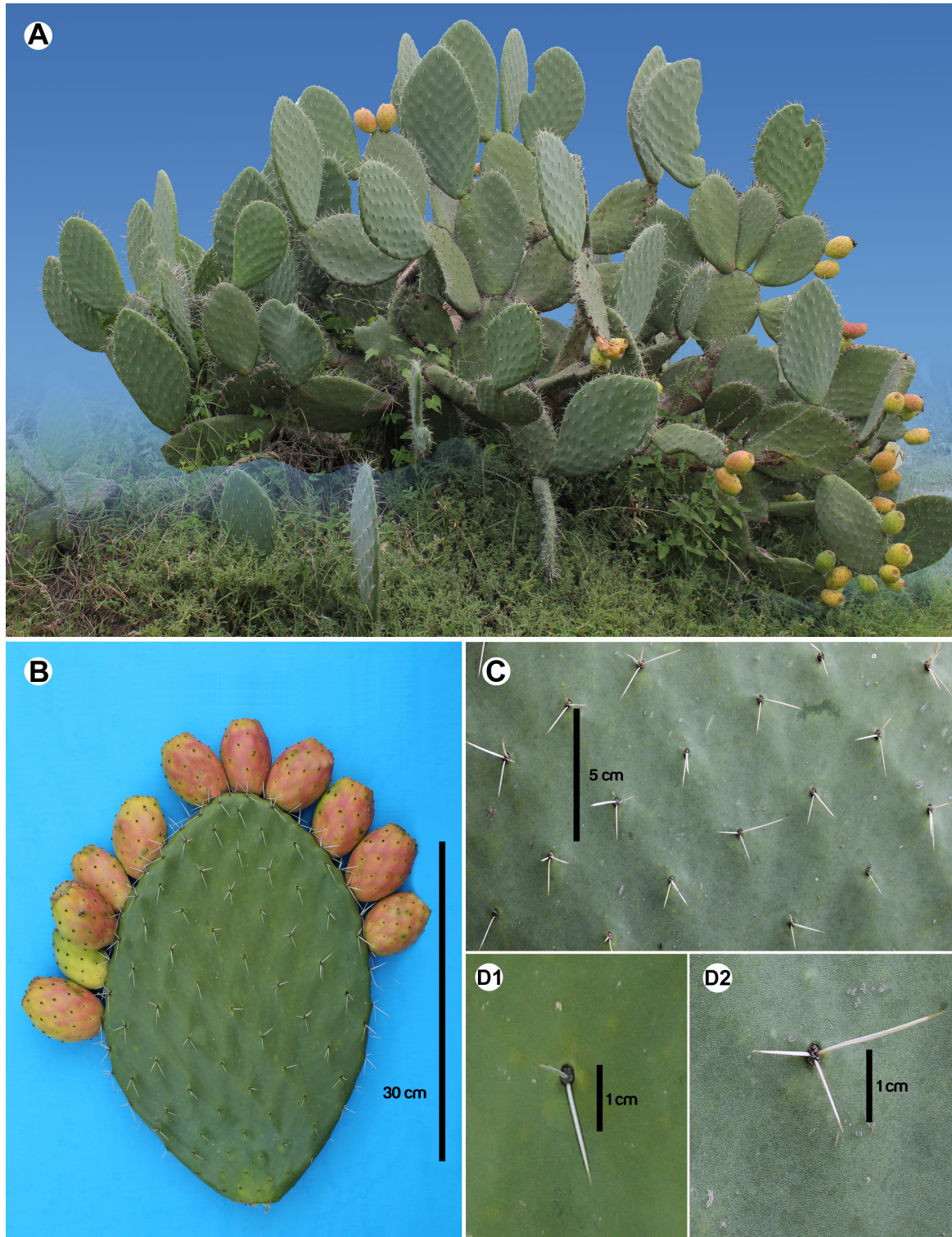


Figura 9. *Opuntia* 'Coral'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D1. Disposición de espinas en aréolas del ápice; D2. Disposición de espinas en aréolas centrales. ©Mendoza-Madrígal 2011.

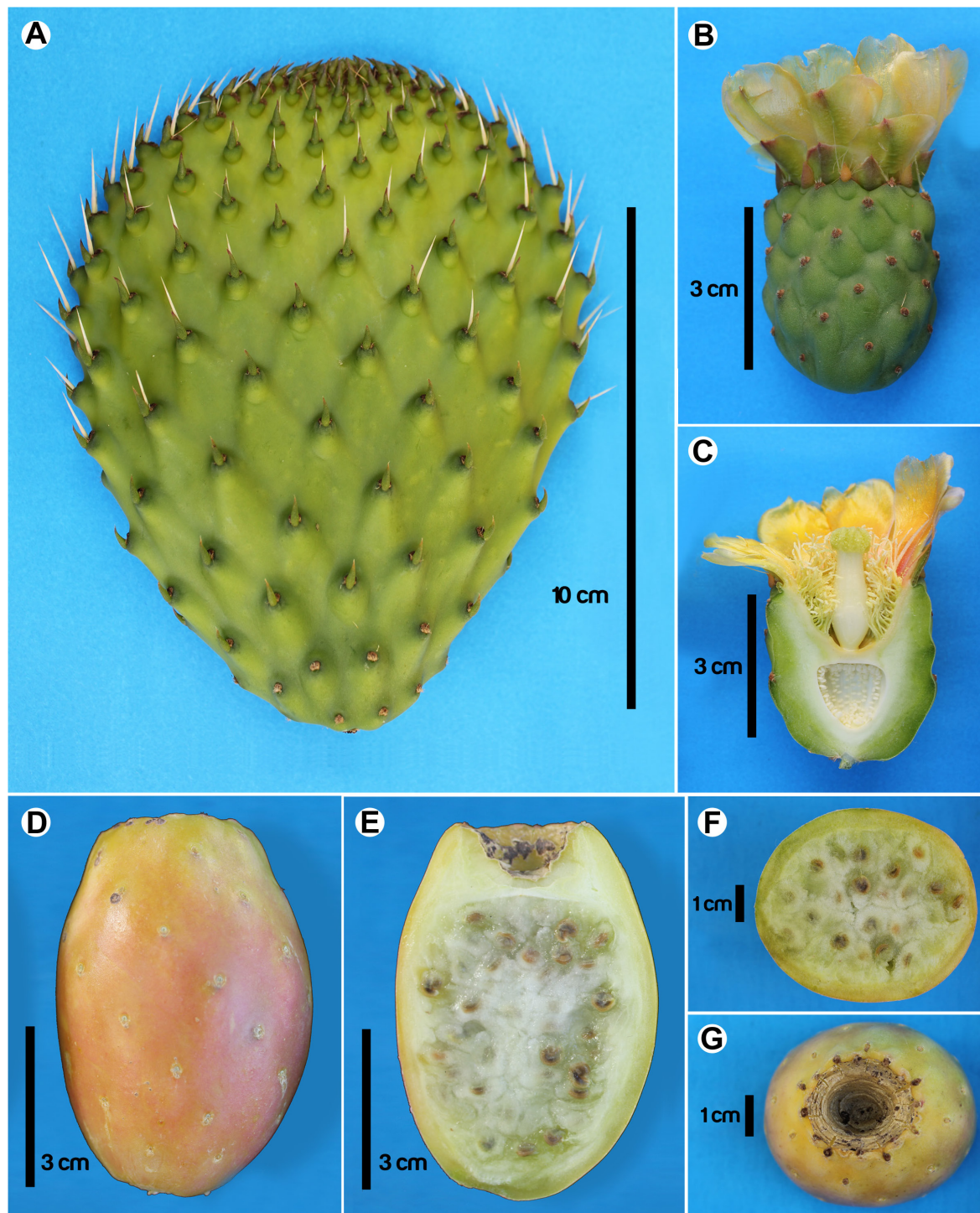


Figura 10. *Opuntia* 'Coral'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en sección transversal; D. Fruto; E. Fruto en sección longitudinal; F. Fruto en sección transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

Opuntia albicarpa Scheinvar '**Jade**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 11 y 12

Nombres comunes en la región de estudio: esmeralda, tuna blanca.

Nombres comunes en otras zonas del país: esmeralda, forrajera y Alfajayucan.

Arbusto erguido porte alto, 1.90 a 2.30 m de alto, 1.50 a 1.65 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría erectas, también algunas difusas y extendidas. **Cladodios** obovados a elípticos, generalmente uno de sus márgenes curvo y otro más recto, 35 a 45 cm de largo, 15 a 25 cm de ancho, verde amarillentos a verde ligeramente oscuro (2.5GY 6/4, 2.5GY 7/4, 5GY 5/4, 5GY 6/4, 5GY 7/4). Aréolas obovadas, elípticas a circulares, 0.30 a 0.55 cm de largo y 0.20 a 0.33 cm de ancho, marrón, 53 a 54 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 7 a 8 aréolas, con una separación de 4 a 4.5 cm. Espinas aciculares, cilíndricas a cónicas cortas, 0.70 a 1.0 cm de largo, 2 a 4 por aréola, escasas, ausentes en la base del cladodio, blancas, gruesas, quebradizas, semierectas, con estrías longitudinales; forma aplanada a elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** alargados a estrechamente obovados, verde medio a claro (2.5GY 5/8, 2.5GY 5/6, 5GY 5/6, 5GY 5/8), podarios poco prominentes a planos; hojas cilíndricas, 0.35 a 0.50 cm de largo, verdes, ápice blanquecino; aréolas con indumento marrón oscuro; espinas 1 a 2 por aréola, la mayoría se concentran en la mitad superior excepto en el ápice. **Flores** 7 a 9 cm de largo; pericarpelo cilíndrico alargado, 5.5 a 6.5 cm de largo, 2.5 a 3.0 cm de diámetro; aréolas semicirculares a elípticas con indumento y glóquidas marrón oscuro; perianto abierto amarillo pálido a verdoso (5Y 8/8, 5Y 8/10, 5Y 7/8 a 5Y 7/10); segmentos exteriores rómbicos, ápice mucronado purpúreo, 0.60 a 1.4 cm de largo y 1.0 a 1.7 cm de ancho, estría media verdosa; segmentos interiores cordados, ápice emarginado, 2.0 a 2.6 cm de largo y 1.5 a 2.0 cm de ancho; estambres y estilo color blanco, estigma con 7 a 8 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides pedunculados, 8 a 11 cm de largo, 5 a 7 cm de diámetro, verde pálido a verde amarillento (2.5GY 8/6 a 2.5GY 7/6, 5Y 8/6), 34 a 36 aréolas, 97 a 154 g de peso; cáscara 0.15 a 0.35 cm de grosor y 30 a 53 g de peso, ligeramente cerosa; cicatriz floral abultada o plana, en ocasiones ligeramente deprimida, 0.08 a 0.12 cm de profundidad, 2.3 a 2.6 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide, 6 a 6.5 cm de largo, 4.5 a 4.8 de diámetro; pulpa verde claro ligeramente pálido (2.5GY 8/4 y 2.5GY 8/6), dulce, jugosidad alta, 59 a 101 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares ligeramente angulosas, 4.5 a 5.0 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; castaño grisáceas con tonos verdosos, superficie rugosa; arilo lateral ancho a ligeramente ancho; 150 a 210 semillas normales y 70 a 110 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de febrero a junio y se cosecha de agosto a octubre. La coloración de los frutos al madurar inicia a partir de la porción central del fruto y sigue hacia el ápice.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, camino a Cerro Gordo; N—19° 43' 30.6" O—98° 50' 06.5", altitud 2378 msnm; *G. Mendoza Madrigal 13* (cladodio), *36* (cladodio joven), *59* (flor), *82* (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides. También se cultiva en los estados de Guanajuato y Querétaro.

Reconocimiento: Arbusto erguido de porte alto; cladodios obovados a elípticos, verde amarillento a oscuro; espinas 2 a 4 por aréola, cortas, semierectas; flores amarillo-verdosas; frutos medianos, obovoides pedunculados, verde-amarillentos; cicatriz floral generalmente abultada o plana; cáscara delgada; pulpa jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Jade'. El jade es una roca semipreciosa, que fue un elemento muy importante para diversas culturas prehispánicas; se le asociaba a la vida, la fertilidad y el poder.

Observaciones. Se usa principalmente como fruto dulce. Las principales áreas de cultivo se ubican en los estados de Guanajuato y Querétaro, con alrededor de 400 has (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011). Es un cultivar de productividad media y maduración intermedia-tardía, se cosecha de agosto a octubre. Los frutos presentan tolerancia intermedia a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 14.7°Brix.

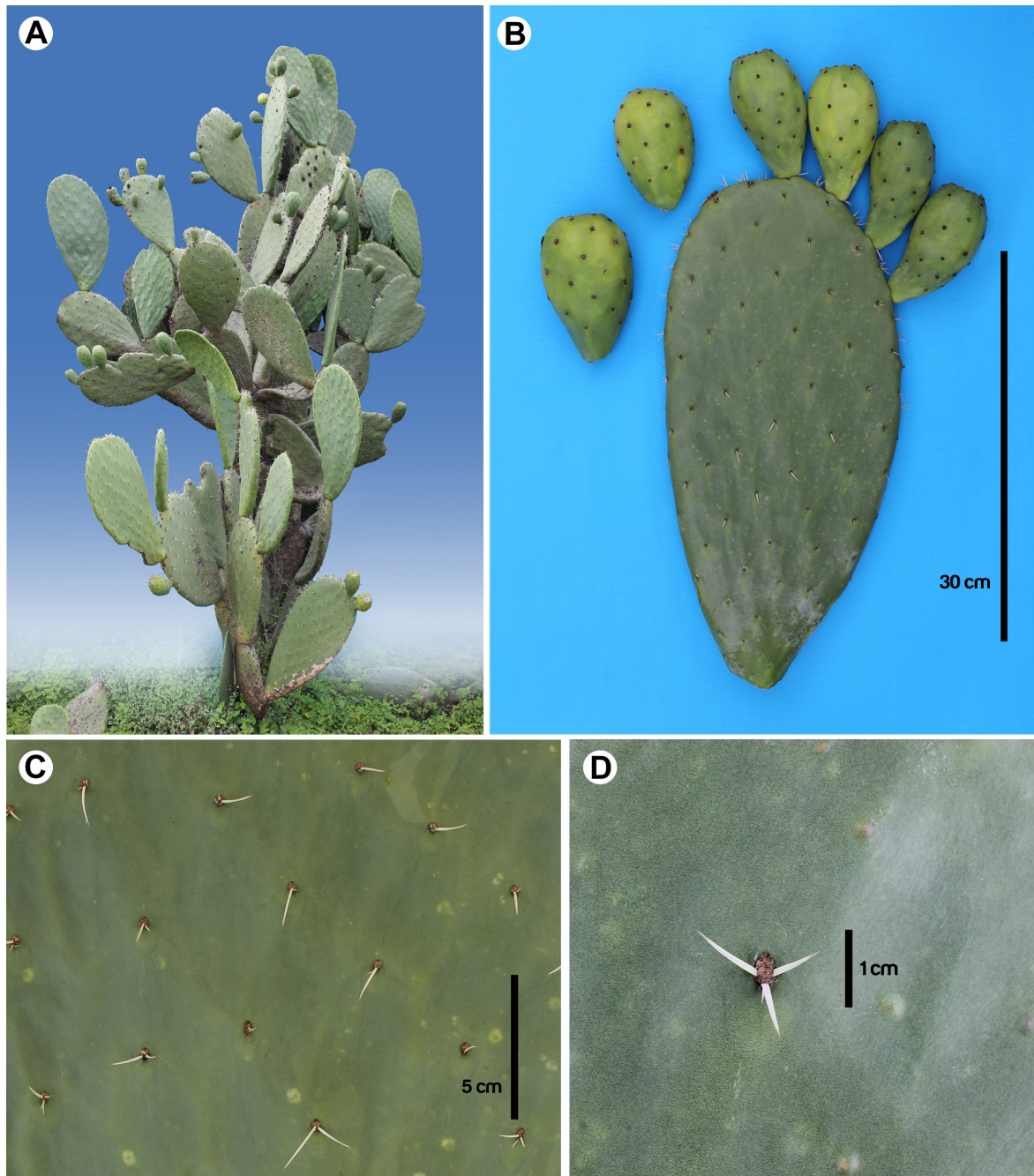


Figura 11. *Opuntia albicarpa* 'Jade'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2011.

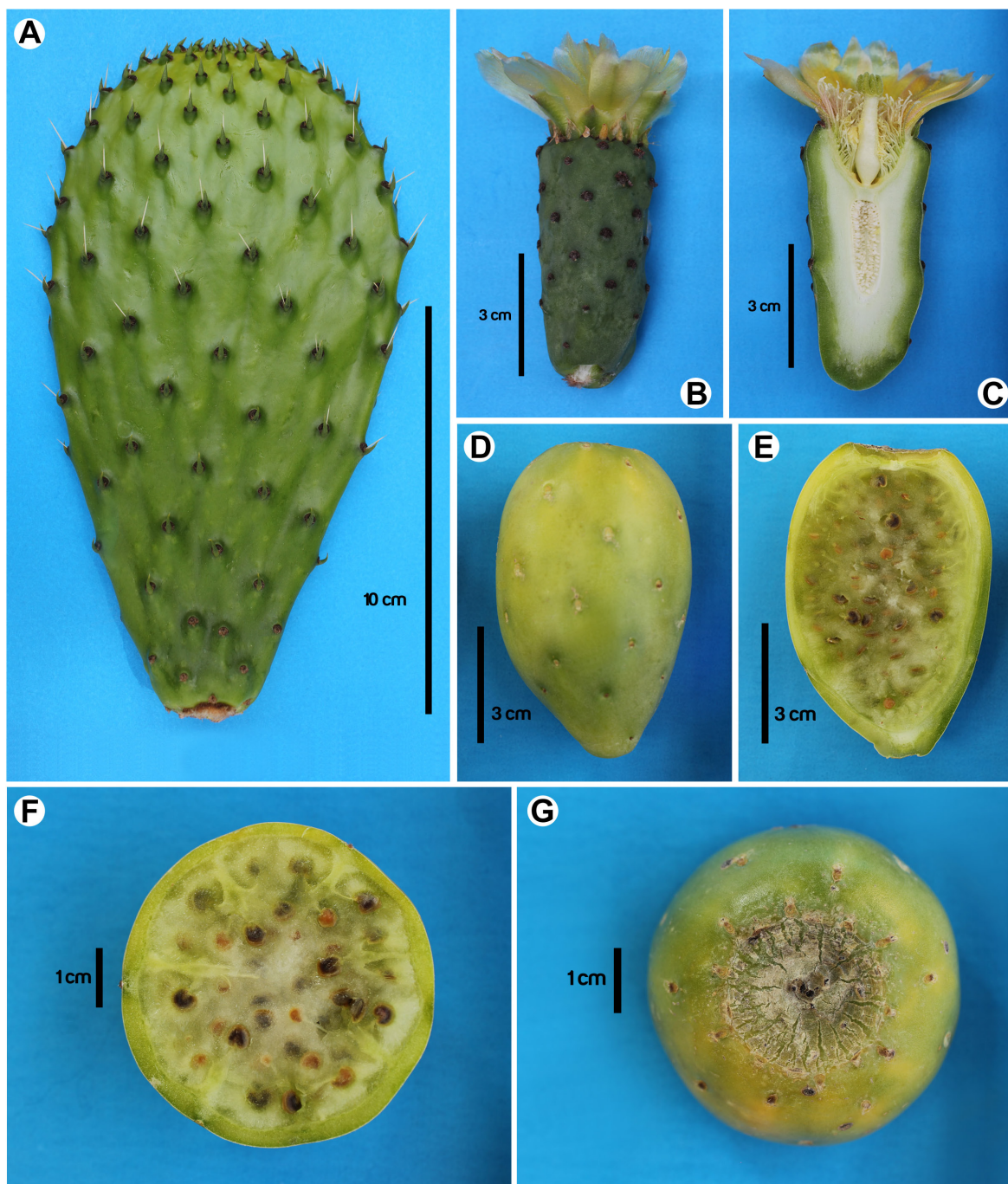


Figura 12. Cultivar *Opuntia albicarpa* 'Jade'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

Opuntia albicarpa Scheinvar '**Plata**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 13 y 14

Nombres comunes en la zona de estudio: burrona, zacatecana.

Nombres comunes en otras regiones del país: burrona, Alfajayucan, semillona.

Arbusto extendido de porte bajo; 1.40 a 1.60 m alto, 1.50 a 1.60 m de diámetro; corteza castaña oscura; ramas predominantemente extendidas e inclinadas, algunas erectas o reclinadas. **Cladodios** estrechamente obovados a elípticos cuneados; 35 a 40 cm de largo, 18 a 21 cm de ancho; glabros; verde intenso a ligeramente grisáceos (7.5GY 6/4, 7.5GY 7/2). Aréolas circulares, obovadas y en ocasiones piriformes invertidas, 0.30 a 0.52 cm de largo, 0.27 a 0.38 cm de ancho, grisáceas, 40 a 48 por cara del cladodio, dispuestas en 8 a 9 series, la serie de la porción más ancha del cladodio con 6 a 9 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas aciculares largas, 1.5 a 2.5 cm de largo, 2 a 6 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas, ápice ligeramente ambarino, gruesas, aplanadas, firmes a quebradizas, semierectas a erectas, lisas y en ocasiones con estrías longitudinales; forma semicircular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente elípticos, verde intenso (7.5GY 4/4 a 7.5GY 4/6), podarios muy prominentes; hojas cónicas, 0.37 a 0.48 cm de largo, verdes; aréolas con indumento marrón amarillento; espinas 1 a 3 por aréola, 1.5 a 2.0 cm de largo, distribuidas de forma uniforme excepto en la base. **Flores** 7.5 a 8.0 cm de largo; pericarpelo obcónico a ligeramente cilíndrico, 4.5 a 5.0 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de diámetro; aréolas rómbicas con indumento y glóquidas marrón oscuro; perianto abierto amarillo-naranja (7.5YR 6/10 a 7.5YR 7/10); segmentos exteriores rómbicos, ápice mucronado, 0.65 a 1.5 cm de largo y 0.5 a 1.2 cm de ancho, estría media verdosa; segmentos interiores obovados, ápice entero, 2.5 a 3.0 cm de largo, 1.45 a 1.70 cm de ancho; estambres rosas; estilo blanco con tonos rosados; estigma con 7 a 10 lóbulos, verde intenso. **Frutos** obovoides piriformes, 9.5 a 11 cm de largo, 6.0 a 7.0 cm de diámetro, verde claro (2.5GY 8/10 a 2.5GY 8/8), 32 a 36 aréolas, 180 a 250 g de peso; cáscara 0.20 a 0.40 cm de grosor, 70 a 100 g de peso, fuertemente cerosa; cicatriz floral plana, abultada a ligeramente deprimida, 0.07 a 0.13 cm de profundidad y 3.00 a 3.30 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto oblanceolada o obovoide, 8.0 a 8.5 cm largo, 5.5 a 6.0 cm de diámetro, verde claro ligeramente pálido (2.5GY 8/6), dulce, jugosidad alta, 100 a 150 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares globosas ligeramente angulosas, 5.0 a 5.5 de largo, 4.0 a 4.5 de ancho; castaño claro a marrón amarillentas, superficie rugosa con protuberancias; arilo lateral ancho; pueden presentar una prolongación lignificada a partir de la cubierta funicular y/o semillas dobles unidas por la cubierta funicular; 180 a 250 semillas normales y 60 a 110 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a julio y se cosecha de septiembre a noviembre. La coloración de los frutos al madurar es gradual y uniforme; pasa de los tonos verde intenso, verde claro, verde-amarillento hasta el amarillo.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, ejido Tlacateopan; N—19° 40' 39.9" O—98° 47' 30.5", altitud 2343 msnm; *G. Mendoza Madrigal 12* (cladodio), 35 (cladodio joven), 58 (flor), 81 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides. Carretera México–Tulancingo, N—19° 42' 22.8" O—98° 48' 15.1", altitud 2275 m, cultivado, A. Hernández Pérez y M. González Ledesma 51 (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, Nopaltepec (San Felipe) y Axapusco en la región de las Pirámides. De acuerdo a Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, (2011), se cultiva también en los Estados de Zacatecas (La Victoria, El Sitio y La Estrella, Pinos), Jalisco (Ojuelos); San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato e Hidalgo.

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte bajo; cladodios medianos, estrechamente obovados a elípticos cuneados, verde intenso; espinas 2 a 6 por aréola, largas, semierectas; nopalitos anchamente elípticos, 1 a 3 espinas por aréola, 1.5 a 2.0 cm de largo; flores amarillo-naranja; frutos grandes, obovoides piriformes; cáscara gruesa; pulpa jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Plata', refiere a la Ruta de la Plata (Zacatecas-Cd. de México), establecida durante la época de la colonia, y en la cual parecen haberse originado varios cultivares de *Opuntia*, probablemente a partir de cultivares llevados por los tlaxcaltecas desde el centro de México.

Observaciones. Se usa principalmente como fruto dulce. Es uno de los cultivares de *Opuntia* que más se consume en México, la superficie cultivada es de alrededor de 12,000 has; constituye el cultivar de *Opuntia* más importante en el estado de Zacatecas (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011). Es un cultivar con tolerancia a heladas y sequías; y frutos resistentes al manejo, almacenamiento y transporte. Presenta una productividad elevada y maduración tardía. El fruto presenta semillas grandes y abundantes. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 11.9°Brix.

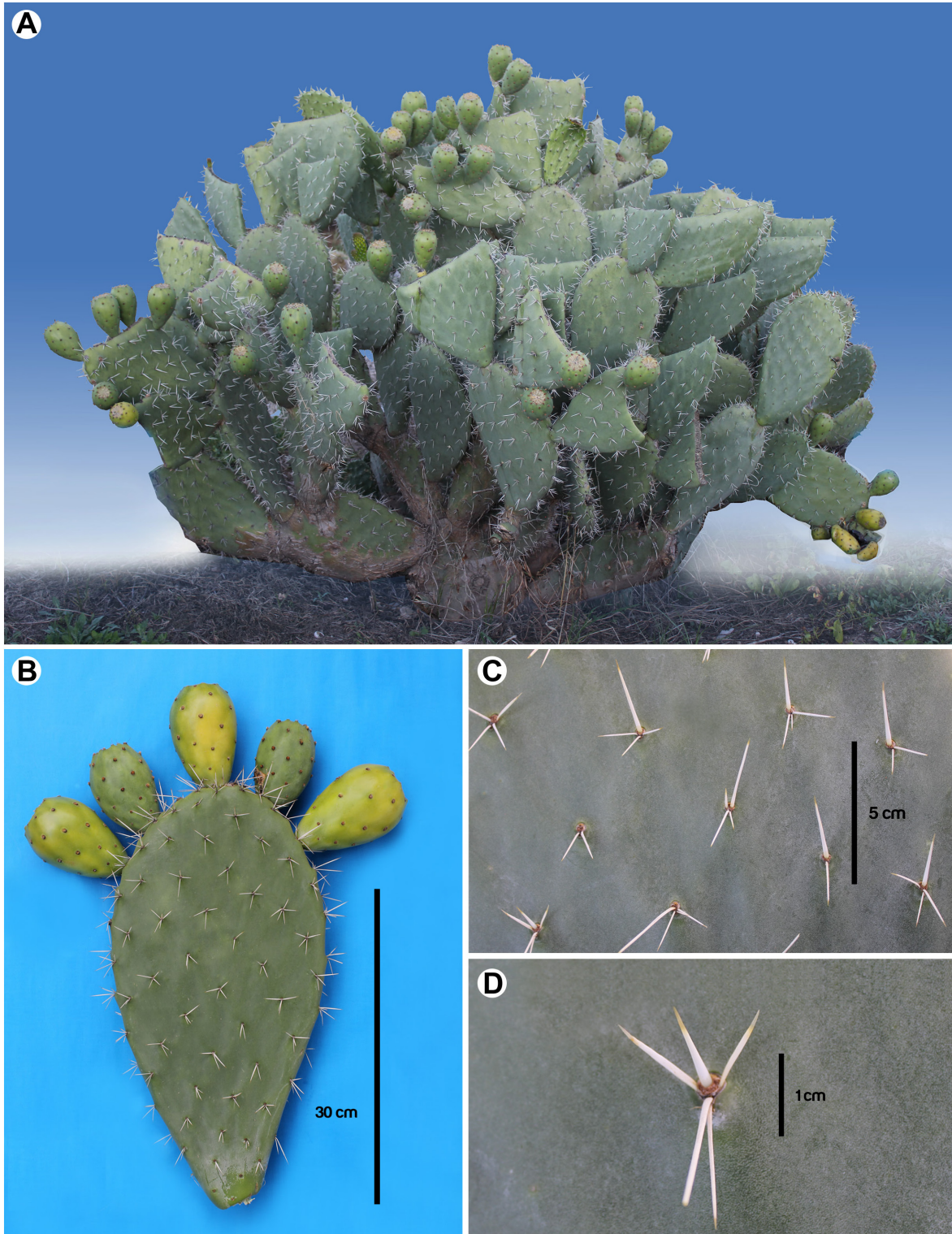


Figura 13. *Opuntia albicarpa* 'Plata'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madriral 2010.

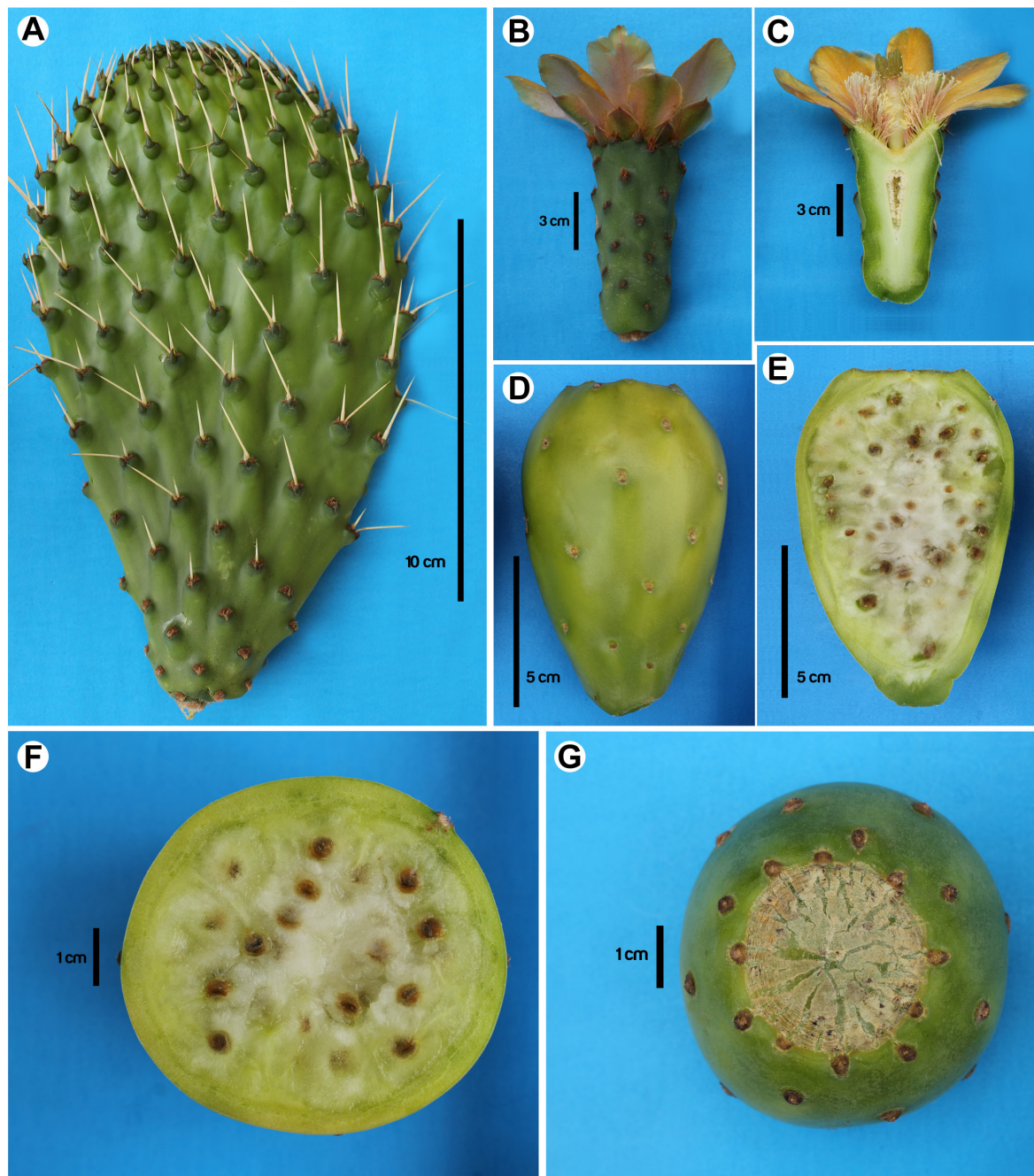


Figura 14. *Opuntia albicarpa* 'Plata'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2010.

Opuntia albicarpa Scheinvar '**Victoria**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 15 y 16

Nombres comunes en la región de estudio: cristal, cristalina.

Nombres comunes en otras zonas del país: blanca suave, burrona, zacatecana, cristalina.

Arbusto extendido de porte bajo; 1.50 a 1.65 m de alto, 1.60 a 1.70 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría difusas, algunas extendidas o erectas. **Cladodios** ampliamente obovados a obovados cuneados; margen ligeramente ondulado; 40 a 55 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho; glabros; verde claro ligeramente amarillento, cubiertos de una capa cerosa (2.5GY 7/2 a 2.5GY 7/4). Aréolas obovadas, piriformes y en ocasiones circulares, 0.20 a 0.45 cm de largo, 0.24 a 0.43 cm de ancho, marrón amarillento, 45 a 50 por cara del cladodio, dispuestas en 8 a 11 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 6 a 8 aréolas, con una separación de 4.5 a 6 cm. Espinas aciculares, cilíndricas a cónicas, cortas, 0.80 a 1.00 cm de largo, 1 a 4 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas, ápice ambarino; delgadas, quebradizas, semierectas dirigidas hacia la base del cladodio, con estrías longitudinales; forma aplanada a elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados, verde medio a intenso (5GY 5/4, 5GY 5/6 a 5GY 4/4), podarios muy prominentes; hojas cónicas, 0.50 a 0.60 cm de largo, verdes, ápice pardo; aréolas con indumento marrón; espinas 1 a 2 por aréola, la mayoría se concentran en el ápice y mitad superior. **Flores** 7.5 a 9.2 cm de largo; pericarpelo obcónico a cilíndrico, 5.5 a 6.7 cm de largo, 2.5 a 3.0 cm de diámetro; aréolas rómbicas, hundidas, con indumento y glóquidas marrón; perianto abierto naranja-marrón (10R 5/10 a 10R 5/8); segmentos exteriores obovados, ápice mucronado purpúreo, 0.80 a 1.50 cm de largo, 0.90 a 1.5 cm de ancho, estría media verdosa; segmentos interiores obovados, ápice emarginado a entero, 2.0 a 2.8 cm de largo y 1.4 a 1.9 cm de ancho; estambres rosados; estilo blanco con tonos rosados; estigma con 8 a 10 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides-piriformes, 9.5 a 11.5 cm de largo, 5 a 6.5 cm de diámetro, verde claro ligeramente brillante a verde amarillentos (2.5GY 7/8, 5Y 7/10, 5Y 8/12, 5Y 8/10), 26 a 44 aréolas; 135 a 310 g de peso; cáscara 0.25 a 0.35 cm de grosor y 58 a 110 g de peso, moderadamente cerosa; cicatriz floral ligeramente deprimida, 0.3 a 0.35 cm de profundidad y 2.8 a 3.1 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide, 8 a 8.4 cm de largo, 5.8 a 6.2 de diámetro; pulpa verde claro (2.5GY 8/6, 2.5GY 8/4), dulce, jugosidad alta, 77 a 200 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares ligeramente angulosas, 4.5 a 5.0 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; marrón amarillentas a castaño claras, superficie rugosa con protuberancias; arilo lateral estrecho; 220 a 290 semillas normales y 85 a 120 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a julio y se cosecha de agosto a octubre. La coloración de los frutos al madurar inicia a partir de la porción central del fruto y sigue hacia los extremos.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, cabecera municipal, camino a Cerro Gordo; N—19° 43' 11.1" O—98° 49' 56.9", altitud 2336 msnm; G. *Mendoza Madrigal 11* (cladodio), *34* (cladodio joven), *57* (flor), *80* (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, Nopaltepec y Axapusco. Se cultiva también en los estados de Zacatecas (La Victoria y Ojo de Agua de la Palma, Pinos), Puebla (San Sebastián Villanueva, Acatzingo), Jalisco (Ojuelos) y Aguascalientes (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011).

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte bajo; cladodios grandes, ampliamente obovados a obovados cuneados, margen ondulado; 1 a 4 espinas por aréola, semirectas, dirigidas hacia la base; flores naranja-marrón; frutos grandes, obovoides-piriformes, verde amarillentos; cáscara gruesa; pulpa jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Victoria', en referencia a una de las localidades en donde más se cultiva. Esta localidad se encuentra en el estado de Zacatecas.

Observaciones. Se usa principalmente como fruto dulce. Es apreciada porque produce uno de los frutos más grandes; toleran la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011). Es un cultivar de productividad elevada y maduración tardía. La superficie cultivada en México es de alrededor de 8,000 has, las principales áreas de cultivo se encuentran en el sureste de Zacatecas y en el estado de Puebla. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 13.0°Brix.

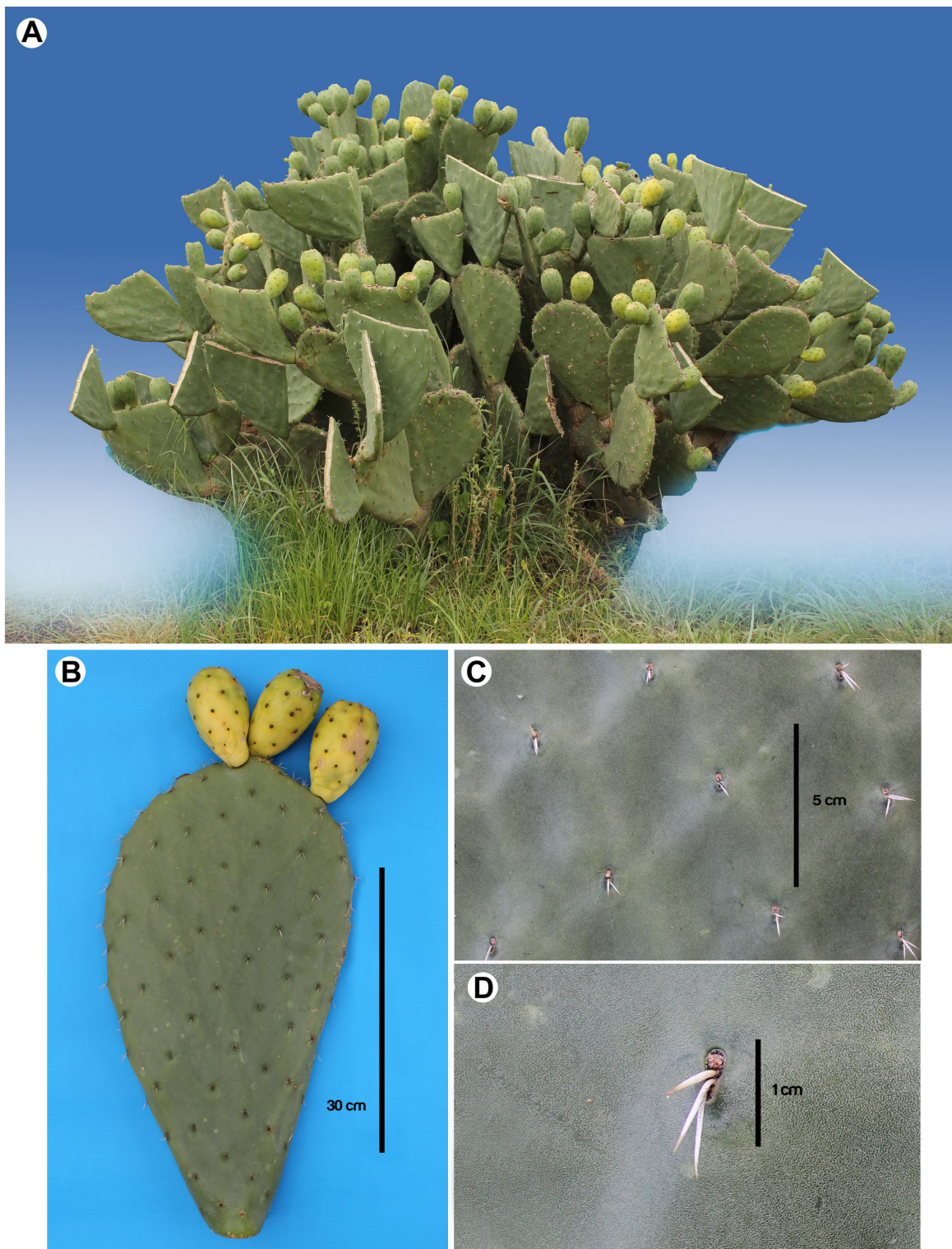


Figura 15. *Opuntia albicarpa* 'Victoria'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2010.

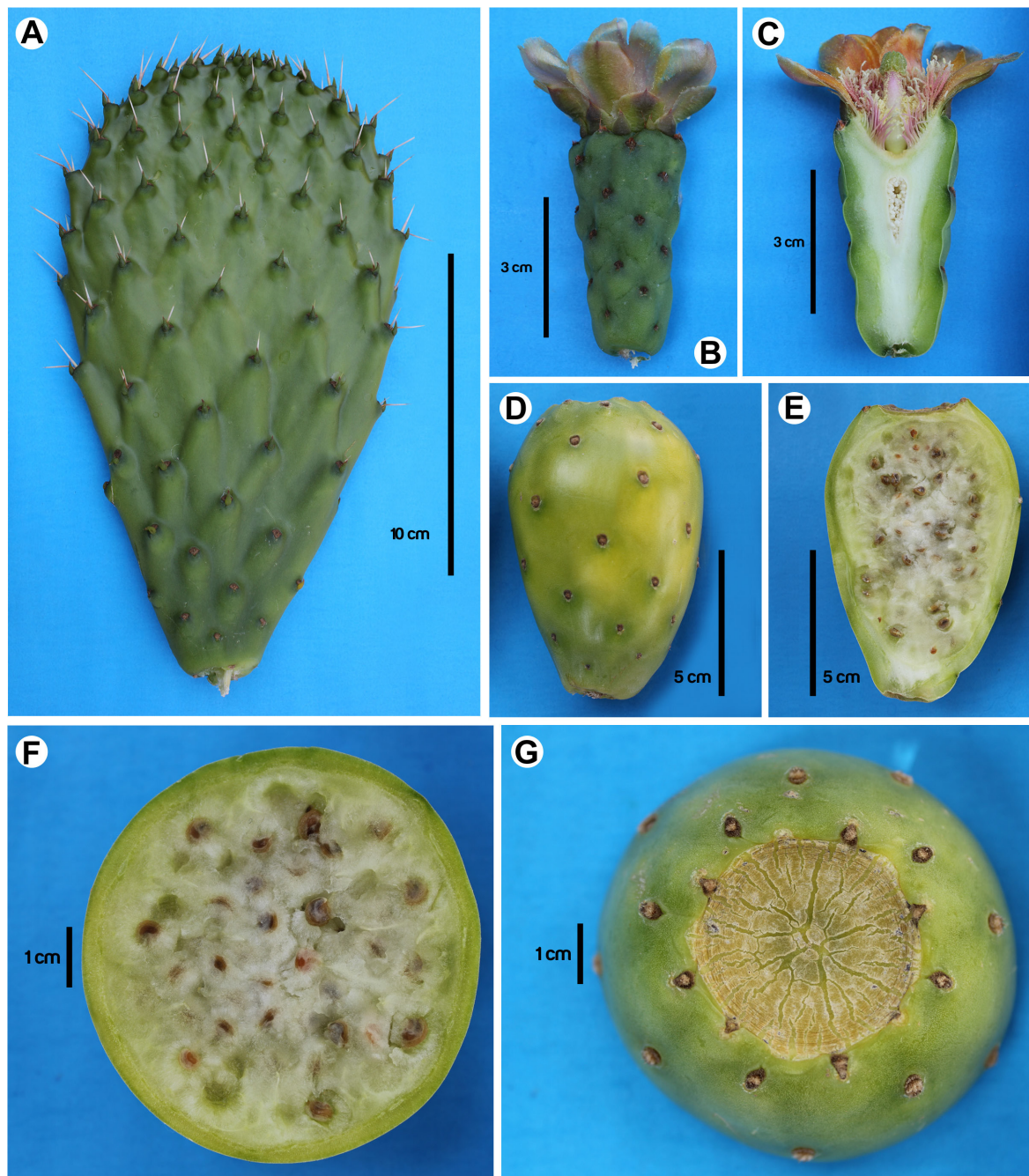


Figura 16. *Opuntia albicarpa* 'Victoria'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2010.

***Opuntia* 'Xometla' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 17 y 18

Nombres comunes en la región de estudio: nopalillo, tuna blanca.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto erguido de porte alto; 1.80 a 2.50 m de alto, 2.50 a 3.00 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría difusas y erectas, algunas reclinadas o extendidas. **Cladodios** elípticos a estrechamente obovados, 30 a 45 cm de largo, 10 a 25 cm de ancho; verde pálido a verde amarillentos, cubiertos de una capa ligeramente cerosa (2.5GY 7/4, 5GY 7/4, 2.5GY 7/2). Aréolas elípticas a ovadas, 0.25 a 0.40 cm de largo, 0.20 a 0.25 cm de ancho, marrón, 55 a 70 por cara del cladodio, dispuestas en 10 a 11 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 6 a 9 aréolas, con una separación de 2.5 a 3.5 cm. Espinas ausentes; excepcionalmente algunas aréolas pueden exhibir una espina acicular, 0.5 a 0.8 cm de largo, delgada, flexible, decidua, semierecta a erecta, lisa; forma circular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados a elípticos, verde opaco a ligeramente amarillentos (5GY 5/8, 5GY 5/10, 5GY 5/6, 2.5GY 5/8), podarios poco prominentes a planos; hojas cónicas, 0.50 a 0.60 cm de largo, verdes, ápice ligeramente rojizo; aréolas con indumento marrón oscuro; espinas ausentes; cerdas deciduas, se concentran principalmente en el ápice del nopalito. **Flores** 6.5 a 7.5 cm de largo; pericarpelo obcónico estrecho a cilíndrico, 3.0 a 4.5 cm de largo, 2.0 a 2.5 cm de diámetro; aréolas circulares a semicirculares con indumento y glóquidas marrón amarillento; perianto abierto amarillo muy brillante a ligeramente verdoso (2.5Y 8/10, 5Y 8/10, 5Y 7/8, 5Y 7/10); segmentos exteriores anchamente obovados, ápice emarginado, entero a ligeramente mucronado, 1.0 a 2.0 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, amarillo verdosos, estría media verdosa; segmentos interiores cordados, ápice fuertemente emarginado, 2.5 a 3.5 cm de largo, 1.0 a 2.0 cm de ancho, amarillo brillante; estambres blanco-verdosos con tonos rosados en la base; estilo blanco; estigma con 7 a 8 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a elípticos, 5.0 a 7.5 cm de largo, 3.0 a 4.0 cm de diámetro, verde amarillentos, amarillo pálidos (5Y 8/6, 5Y 8/8, 2.5Y 8/6) a rosa claro brillantes (2.5R 7/6 a 5R 7/6), 24 a 32 aréolas, 70 a 105 g de peso; cáscara 0.30 a 0.60 cm de grosor y 40 a 55 g de peso; ligeramente cerosa; cicatriz floral moderadamente deprimida, 0.50 a 0.70 cm de profundidad y 1.6 a 1.8 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide a elíptica, 4.0 a 6.5 cm de largo, 2.5 a 3.5 de diámetro; pulpa verde claro (2.5GY 8/4, 2.5GY 8/2, 2.5GY 8/6), dulce, jugosidad baja, 40 a 60 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares a veces angulosas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; castaño grisáceas a marrón, superficie lisa; arilo lateral muy estrecho; 100 a 180 semillas normales y 40 a 90 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a septiembre. La pigmentación de los frutos al madurar es gradual y uniforme; pasa de los tonos verde opaco, verde claro, verde-amarillento, amarillo, hasta alcanzar tonos rosados.

Estándar nomenclatural: ESTADO DE MÉXICO: Mpio. Acolman (San Mateo Chipiltepec); N—19° 36' 54.1" O—98° 53' 28.3", altitud 2280 msnm; *G. Mendoza Madrigal 14* (cladodio), 37 (cladodio joven), 60 (flor), 83 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. HIDALGO. Mpio. Epazoyucan, El Nopalillo; altitud 2680 msnm, N—20° 0.3664' O—98° 35.805', cultivado en solar; *A. Hernández Pérez* y *M. González 64* (HGOM). ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Juan Teotihuacán (Zona Arqueológica de Teotihuacán); N—19° 41' 21.4" O—98° 50' 37.0", altitud 2297 msnm; *G. Mendoza Madrigal 40* (cladodio) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán (Zona Arqueológica de Teotihuacán) y Acolman (San Mateo Chipiltepec), en la región de las Pirámides. Hernández-Pérez (2008), la reporta también en algunas zonas del estado de Hidalgo (Epazoyucan).

Reconocimiento: Arbusto erguido de porte alto; cladodios elípticos a obovados, verde pálido a amarillentos, sin espinas, en ocasiones una espina acicular, decidua; flores amarillo brillantes; frutos medianos a pequeños, obovoides a elípticos, verde amarillento a rosa brillante; cáscara gruesa; pulpa poco jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Xometla', refiere a uno de los asentamientos teotihuacanos más antiguos.

Observaciones. Se consume localmente como fruto dulce, los cladodios se emplean como forraje. Es un cultivar de productividad media y maduración intermedia. Los frutos maduros presentan una coloración rosada, mientras que su pulpa es verde claro, característica que lo hace muy atractivo para el consumidor local. Los frutos son de tamaño mediano a pequeño y son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

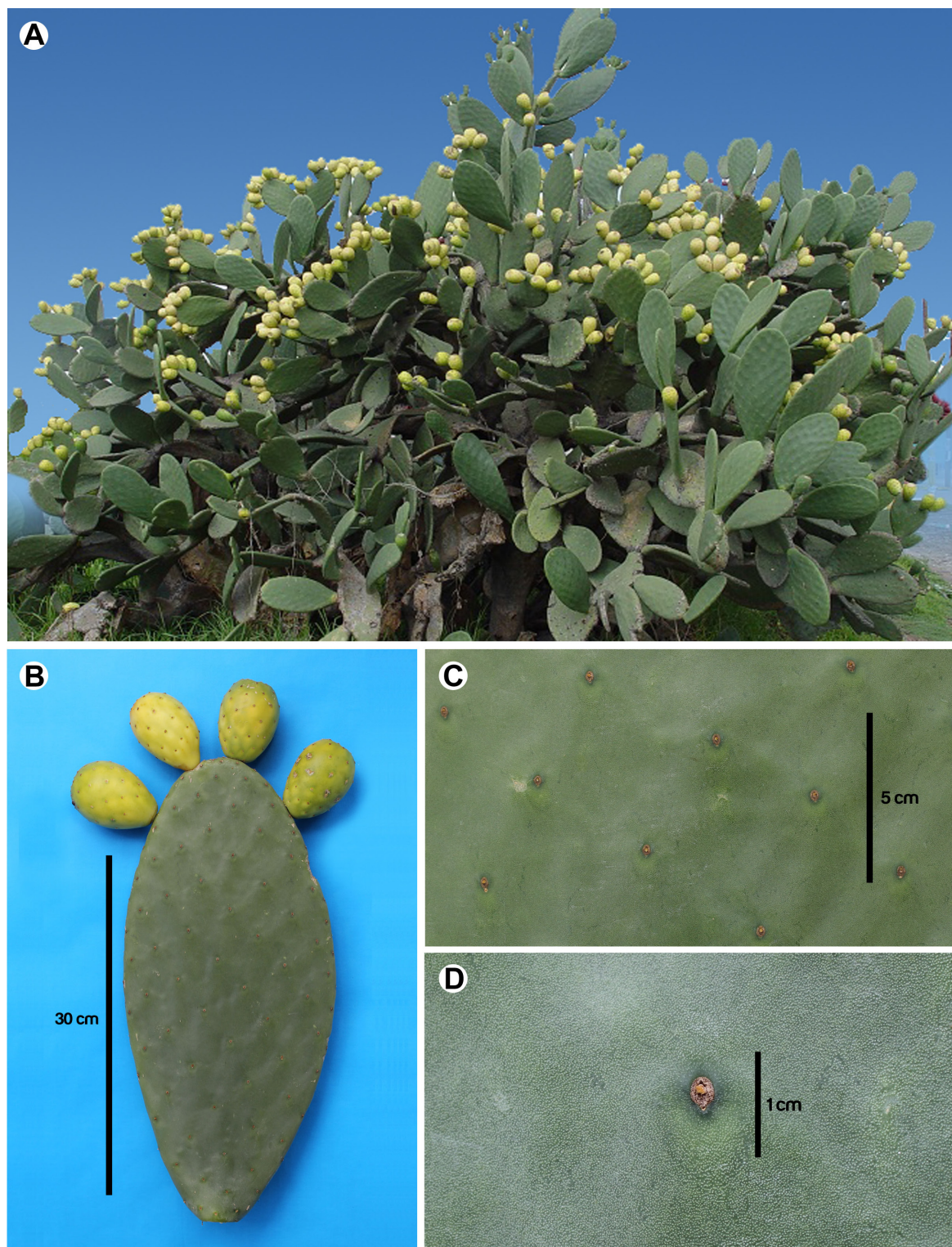


Figura 17. *Opuntia* 'Xometla'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas. ©Gonzales-Ledesma 2008; ©Mendoza-Madrigal 2012.

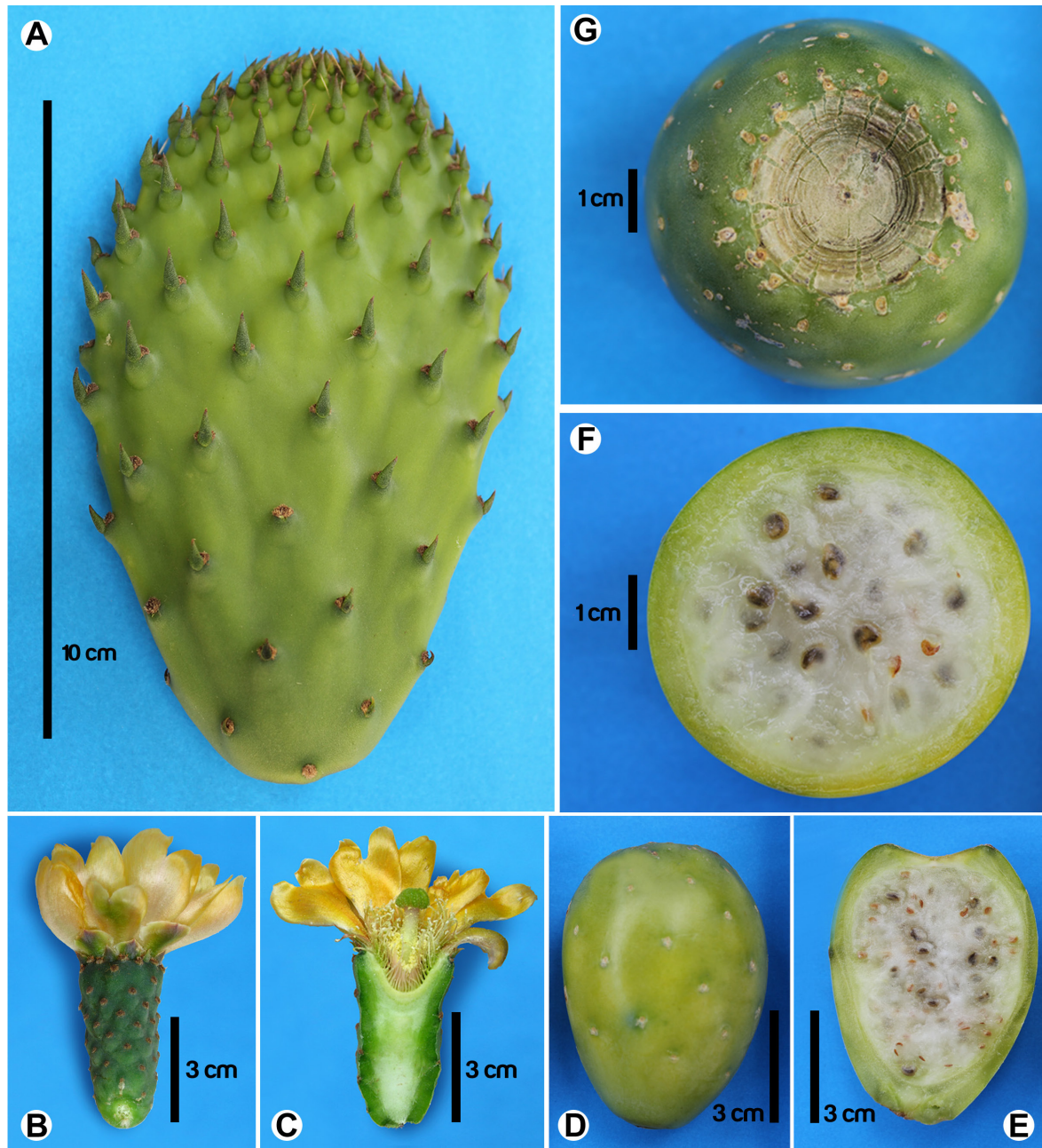


Figura 18. *Opuntia* 'Xometla'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2012.

Grupo 2. Tunas de cáscara y pulpa naranja

Opuntia 'Citlalli' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 19 y 20

Nombres comunes en la región de estudio: amarilla, amarilla apapayada.

Nombres comunes en otras zonas del país: amarilla plátano.

Arbusto abierto de porte alto; 1.60 a 2.30 m de alto, 1.80 a 2.50 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría difusas y erectas, algunas extendidas o reclinadas. **Cladodios** estrechamente obovados; 35 a 45 cm de largo, 15 a 20 cm de ancho; glabros; verde pálido a verde oscuro, cubiertos de una capa fuertemente cerosa (2.5GY 7/2, 2.5GY 7/4, 5GY 7/4). Aréolas circulares, elípticas a ligeramente obovadas, 0.25 a 0.45 cm de largo, 0.25 a 0.40 cm de ancho, grisáceas, 30 a 45 por cara del cladodio, dispuestas en 6 a 9 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 6 a 7 aréolas, con una separación de 4.0 a 5.5 cm. Espinas aciculares a cónicas, rectas, largas, 1.0 a 2.0 cm de largo, 1 a 4 por aréola, distribuidas uniformemente en todo el cladodio, blancas, gruesas, flexibles, semierectas, dirigidas hacia la base del cladodio, lisas; forma aplanada a semicircular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados, verde medio ligeramente amarillento (2.5GY 7/6, 2.5GY 6/6, 2.5GY 6/4, 2.5GY 5/4), podarios prominentes; hojas cónicas, 0.45 a 0.60 cm de largo, verdes, ápice ligeramente purpúreo; aréolas con indumento marrón oscuro; espinas 1 a 2 por aréola, semierectas, se distribuyen principalmente en los márgenes de la mitad superior. **Flores** 5.0 a 8.0 cm de largo; pericarpelo obovoide a oblongo, 4.0 a 5.5 cm de largo, 2.0 a 2.5 cm de diámetro; aréolas rómbicas a semicirculares con indumento y glóquidas marrón; perianto abierto naranja con tonos verdosos en los segmentos exteriores (2.5YR 6/8, 5YR 6/8, 5YR 5/10, 7.5YR 6/8); segmentos exteriores obovados a rómbicos, ápice mucronado purpúreo, 1.0 a 1.5 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, estría media verdosa-rojiza; segmentos interiores obovados, ápice emarginado a entero, 2.5 a 3.5 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de ancho; estambres y estilo rosados; estigma con 7 a 11 lóbulos, verde medio. **Frutos** obovoides, elípticos a oblongos, 7 a 10 cm de largo, 4.5 a 5.5 cm de diámetro, naranja brillantes (5YR 5/10, 5YR 6/8, 5YR 6/10, 5YR 5/8, 10R 5/10), 22 a 30 aréolas, 95 a 160 g de peso; cáscara 0.20 a 0.40 cm de grosor y 40 a 60 g de peso, moderadamente cerosa; cicatriz floral ligeramente deprimida, 0.20 a 0.35 cm de profundidad, 2.5 a 3.0 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide a elíptica, 6.0 a 7.0 cm de largo, 4.5 a 5.0 de diámetro; pulpa naranja brillante (5YR 6/10 a 5YR 5/10), dulce, jugosidad muy alta, 80 a 110 g de peso, consistencia firme. En este cultivar es común observar un fenómeno teratológico que consiste en la formación de un fruto inserto en el ápice del cladodio, a esta estructura se le conoce de forma común como tuna-nopal. **Semillas** lenticulares alargadas a reniformes angulosas, 5.0 a 5.5 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; castaño oscuras a marrón, superficie rugosa con protuberancias; arilo lateral ancho; 160 a 230 semillas normales y 80 a 120 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar es uniforme y progresiva en toda la superficie del fruto.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, cabecera municipal, camino a Cerro Gordo, N—19° 42' 59.3" O—98° 49' 48.7", altitud 2314 msnm; *G. Mendoza Madrigal 16* (cladodio), *39* (cladodio joven), *62* (flor), *85* (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio San Martín de las Pirámides, ejido Tlacateopan; N—19° 40' 40.0" O—98° 47' 30.1", altitud 2345 msnm; *G. Mendoza Madrigal* (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, Nopaltepec (San Felipe), Axapusco (Santo Domingo) y Otumba (Santiago Tolman). Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011) la reportan también en el estado de Zacatecas (El Sitio y Ojo de Agua de la Palma, Pinos).

Reconocimiento: Arbusto abierto de porte alto; cladodios estrechamente obovados, verde pálido a verde oscuro; 1 a 4 espinas por aréola, semierectas; flores naranja con tonos verdosos; frutos medianos, obovoides, elípticos a oblongos, naranja brillante; cáscara delgada; pulpa muy jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Citlalli', palabra náhuatl que significa estrella grande o de la mañana.

Observaciones. Se consume principalmente como fruto fresco, aunque también se utiliza en la elaboración de mermeladas. Es un cultivar de productividad intermedia y maduración tardía; es apreciado por el tamaño de los frutos, la jugosidad y consistencia firme de la pulpa. Los frutos tienen buena resistencia a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 13.1°Brix. En este cultivar es común observar un fenómeno teratológico que consiste en la formación de un fruto inserto en el ápice del cladodio, a esta estructura se le conoce de forma común como tuna-nopal.

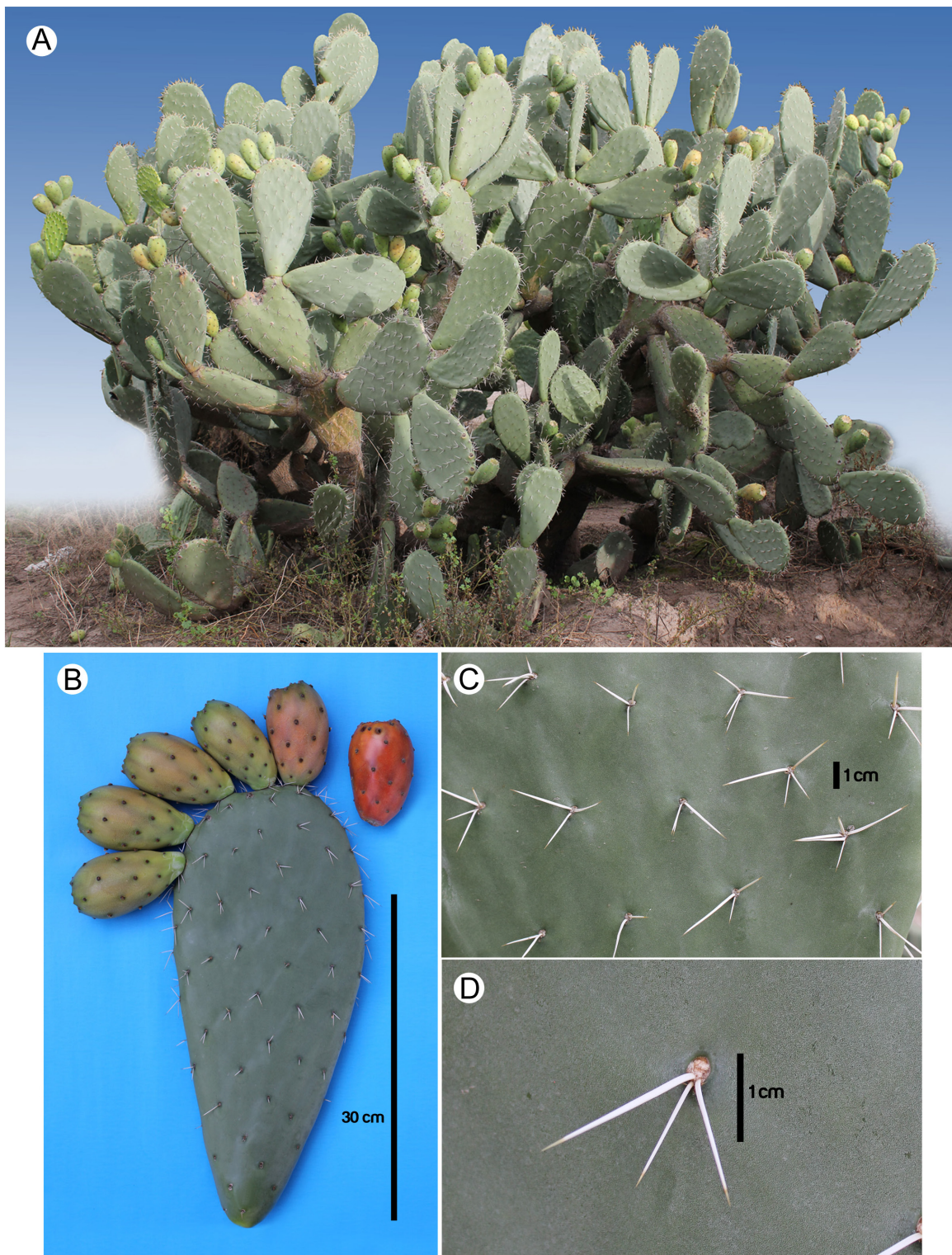


Figura 19. *Opuntia* 'Citlalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2011.

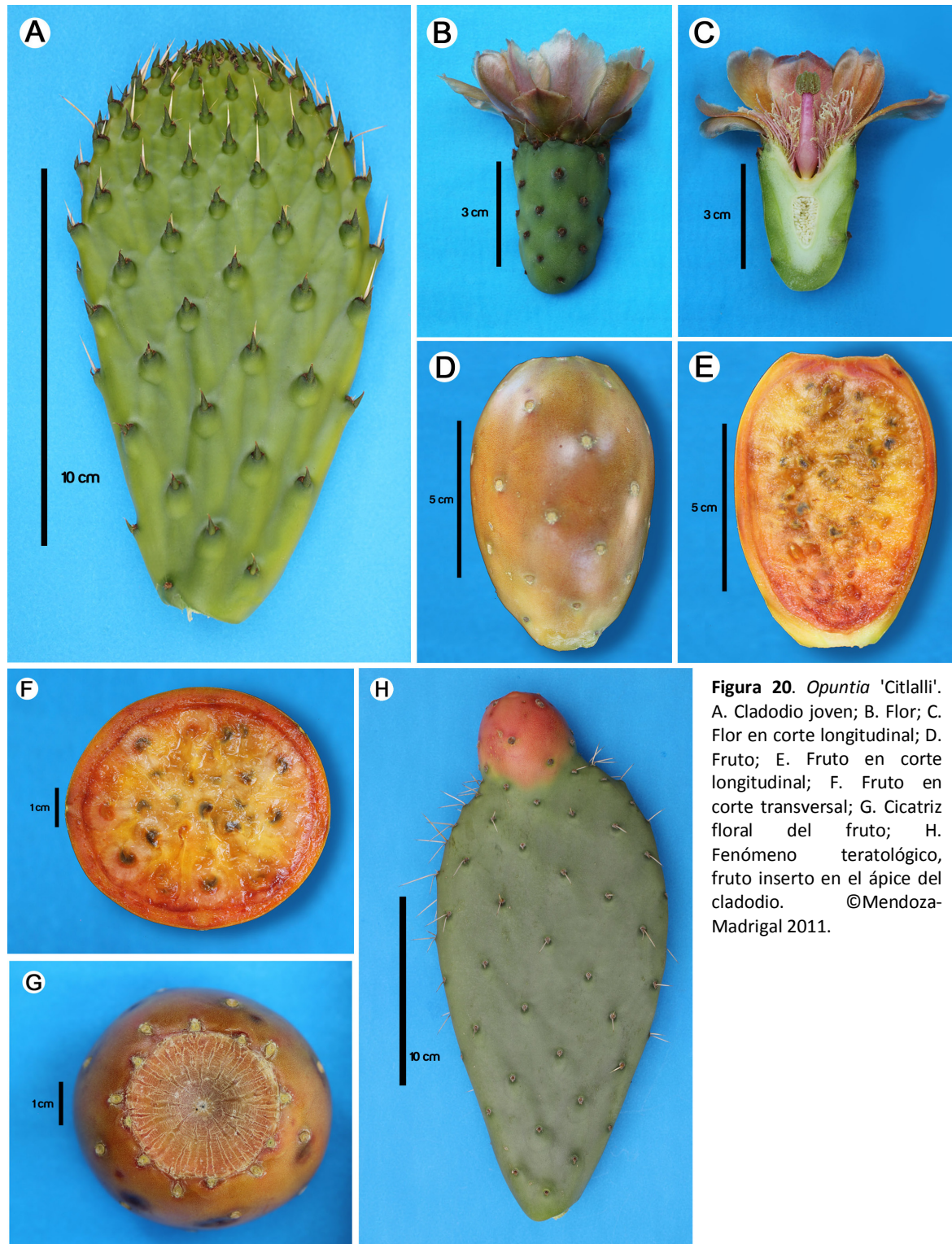


Figura 20. *Opuntia* 'Citlalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto; H. Fenómeno teratológico, fruto inserto en el ápice del cladodio. ©Mendoza-Madrigal 2011.

***Opuntia* 'Itztli' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 21 y 22

Nombres comunes en la región de estudio: amarilla sin espinas.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto extendido ligeramente decumbente, de 1.60 a 1.70 m de alto, 1.60 a 1.90 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría extendidas y difusas, algunas reclinadas o erectas. **Cladodios** rómbico-alargados a anchamente elípticos; 40 a 45 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho; pubescentes; verde medio ligeramente grisáceo (2.5GY 7/4, 2.5GY 7/2, 5GY 7/4). Aréolas elípticas, rómbicas a circulares, 0.20 a 0.40 cm de largo, 0.15 a 0.30 cm de ancho, grisáceas, 45 a 55 por cara del cladodio, ligeramente hundidas, dispuestas en 7 a 9 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 9 a 10 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas ausentes, excepcionalmente algunas aréolas presentan 1 espina decidua, aciculada a cilíndrica, corta, 0.5 cm de largo, blanca, delgada, adpresa, dirigida hacia el ápice, lisa; forma semicircular a circular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** elípticos, verde amarillento ligeramente pálido (2.5GY 7/6, 2.5GY 7/8, 5Y 7/10), podarios planos a poco prominentes; hojas cónicas, 0.40 a 0.60 cm de largo, verdes, ápice ligeramente purpúreo; aréolas con indumento marrón; espinas ausentes; cerdas deciduas, se concentran principalmente en las aréolas del ápice y de los márgenes superiores. **Flores** 5.5 a 6.5 cm de largo; pericarpelo oblongo a cilíndrico, 3.5 a 4.0 cm de largo, 2.0 a 2.5 cm de diámetro; aréolas rómbicas con indumento y glóquidas marrón; perianto abierto amarillo moderadamente brillante (2.5Y 8/10, 5Y 8/10); segmentos exteriores rómbicos a obovados, ápice mucronado, rojizo, 0.80 a 1.3 cm de largo y 0.50 a 1.0 cm de ancho, estría media verdosa; segmentos interiores anchamente obovados, ápice emarginado a entero, 2.5 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho; estambres y estilo blancos con ligeros tonos rosados; estigma con 10 a 12 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a elípticos, ligeramente pedunculados, 6.0 a 9.0 cm de largo, 4.5 a 6.0 cm de diámetro, naranja con tonos verdosos (5YR 6/10, 5YR 6/8, 7.5YR 6/10), 15 a 22 aréolas, 85 a 160 g de peso; cáscara 0.20 a 0.40 cm de grosor y 30 a 55 g de peso, fuertemente cerosa; cicatriz floral moderadamente deprimida, 0.20 a 0.50 cm de profundidad, 2.4 a 2.6 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide, 5.5 a 7.0 cm de largo, 5.0 a 5.5 de diámetro; pulpa amarillo-naranja pálido (7.5YR 6/10 a 5YR 6/10), dulce, jugosidad alta, 50 a 80 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares alargadas a reniformes, ligeramente angulosas, 4.5 a 5.0 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; castaño grisáceas con tonos verdosos, superficie lisa; arilo lateral ligeramente ancho; 170 a 220 semillas normales y 100 a 150 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de febrero a mayo y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar es gradual y uniforme en toda la superficie, aunque generalmente inicia en la mitad superior del fruto.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, carretera México-Tuxpan, puente camino a San Pablo, N—19° 42' 04.1" O—98° 48' 24.9", altitud 2319 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 18 (cladodio), 41 (cladodio joven), 64 (flor), 87 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, San Juan Teotihuacán, Nopaltepec (San Felipe), Axapusco (Santo Domingo) y Otumba.

Reconocimiento: Arbusto extendido ligeramente decumbente; cladodios rómbico-alargados a anchamente elípticos, pubescentes, verde grisáceos, sin espinas; flores amarillo brillantes; frutos medianos, obovoides a elípticos, ligeramente pedunculados, naranja con tonos verdosos; cáscara gruesa; pulpa jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Itztli', palabra náhuatl que significa obsidiana. En Teotihuacán, la obsidiana representó un elemento muy importante en la manufactura de diversos objetos y herramientas de uso textil, ornamental, ritual, doméstico y agrícola.

Observaciones. Principalmente se consume como fruto fresco, los cladodios (tiernos y maduros) se utilizan como forraje. Es poco cultivado, se le encuentra como parte de otros cultivos de *Opuntia* de frutos dulces. Es un cultivar de productividad baja y temporada de maduración tardía. Los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

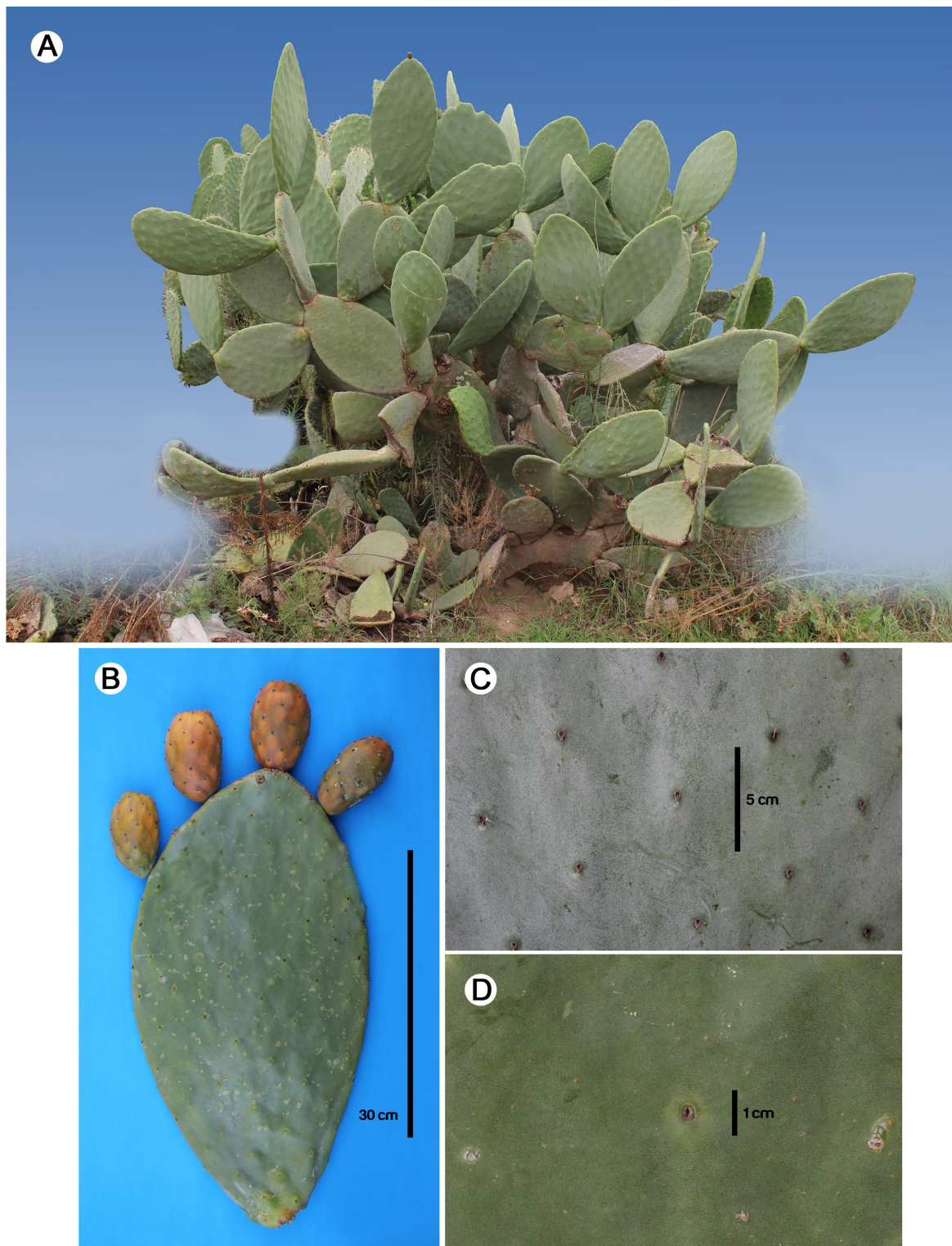


Figura 21. *Opuntia* 'Itztli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas. ©Mendoza-Madrigal 2010.

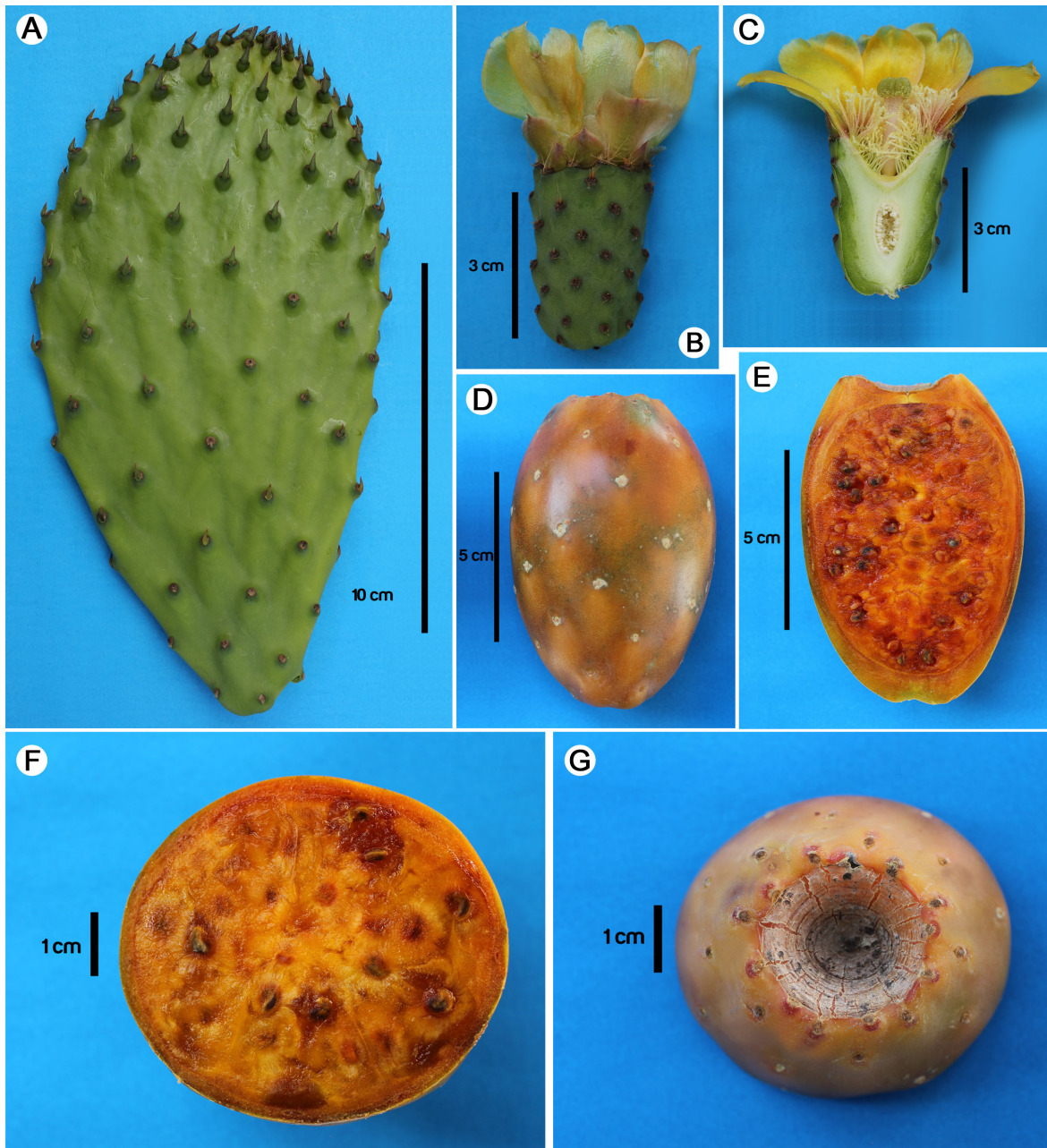


Figura 22. *Opuntia* 'Itztl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto maduro; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2010.

***Opuntia* 'Palapa' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 23 y 24

Nombres comunes en la región de estudio: amarilla apastillada, amarilla.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto extendido a decumbente, porte bajo; 1.40 a 1.70 m de alto, 1.30 a 1.50 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría extendidas y difusas, algunas erectas. **Cladodios** obovados cuneados, ápice ligeramente hundido y margen ondulado, 30 a 40 cm de largo, 15 a 25 cm de ancho; glabros; verde amarillento a verde pálido (2.5GY 7/6, 2.5GY 7/4, 5GY 7/4). Aréolas prominentes, circulares a elípticas, 0.20 a 0.40 cm de largo y 0.20 a 0.30 cm de ancho, grisáceas a negras, 45 a 65 por cara del cladodio, dispuestas en 7 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 7 a 9 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas aciculares cortas, 0.5 a 1.5 cm de largo, 1 a 3 por aréola, ausentes en la base del cladodio, blancas a grisáceas, ápice ambarino; gruesas, rígidas, generalmente erectas, algunas semierectas, lisas y en ocasiones con estrías longitudinales; forma acanalada en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados a elípticos, verde intenso (2.5GY 6/8, 2.5GY 5/8, 5GY 6/6), podarios muy prominentes; hojas cónicas en forma de gancho dirigidas hacia el ápice, 0.50 a 0.65 cm de largo, verdes, ápice purpúreo; espinas 1 a 2 por aréola, la mayoría se concentra en el ápice y la mitad superior. **Flores** 4.0 a 5.5 cm de largo; pericarpelo cilíndrico a ligeramente obcónico, 2.0 a 3.5 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de diámetro, podarios prominentes; aréolas semicirculares con indumento y glóquidas marrón; perianto abierto amarillo-verdoso ligeramente brillante (2.5Y 8/8, 2.5Y 8/10, 5Y 8/10); segmentos exteriores rómbicos, ápice mucronado purpúreo, 0.50 a 1.0 cm de largo, 0.70 a 1.5 cm de ancho, estría media purpúrea; segmentos interiores anchamente obovados, ápice emarginado a entero, 1.5 a 2.5 cm de largo, 0.50 a 1.50 cm de ancho; estambres blancos a rosa claro, estilo blanco, estigma con 7 a 9 lóbulos, verde claro. **Frutos** ampliamente elípticos a esféricos, 4.5 a 7 cm de largo, 3.5 a 5.0 cm de diámetro, naranja intenso ligeramente brillante (5YR 5/10, 5YR 6/10), 26 a 30 aréolas, 40 a 75 g de peso; cáscara 0.20 a 0.40 cm de grosor y 16 a 30 g de peso, ligeramente cerosa; cicatriz floral, moderadamente deprimida, 0.20 a 0.40 cm de profundidad, 1.8 a 2.0 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto esférica a ampliamente elíptica, 4.0 a 4.5 cm de largo, 2.8 a 3.4 de diámetro, naranja ligeramente intenso (5YR 6/10, 5YR 5/10), dulce, jugosidad media, 25 a 55 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares alargadas ligeramente angulosas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; castaño grisáceas a marrón amarillentas, superficie rugosa; arilo lateral estrecho; 90 a 160 semillas normales y 30 a 90 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar es gradual y progresiva en toda la superficie del fruto.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, camino a Santa María Palapa, N—19° 42' 54.0" O—98° 50' 31.1", altitud 2335 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 19 (cladodio), 42 (cladodio joven), 65 (flor), 88 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides (Santa María Palapa).

Reconocimiento: Arbusto extendido a decumbente, porte bajo; cladodios obovados cuneados, ápice ligeramente hundido, margen ondulado; aréolas prominentes, 1 a 3 espinas, cortas, erectas; nopalitos con podarios muy prominentes, hojas cónicas en forma de gancho dirigidas hacia el ápice; frutos pequeños, elípticos a esféricos, naranja ligeramente brillante; pulpa jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Palapa', en referencia al nombre de la localidad donde se encontró éste cultivar.

Observaciones. El fruto se consume localmente. Es poco cultivado, se le encuentra como parte de otros cultivos de *Opuntia*. La planta es muy susceptible a la sequía y los frutos poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Es un cultivar de productividad baja y presenta los frutos de menor tamaño entre los cultivares de *Opuntia* de frutos dulces.

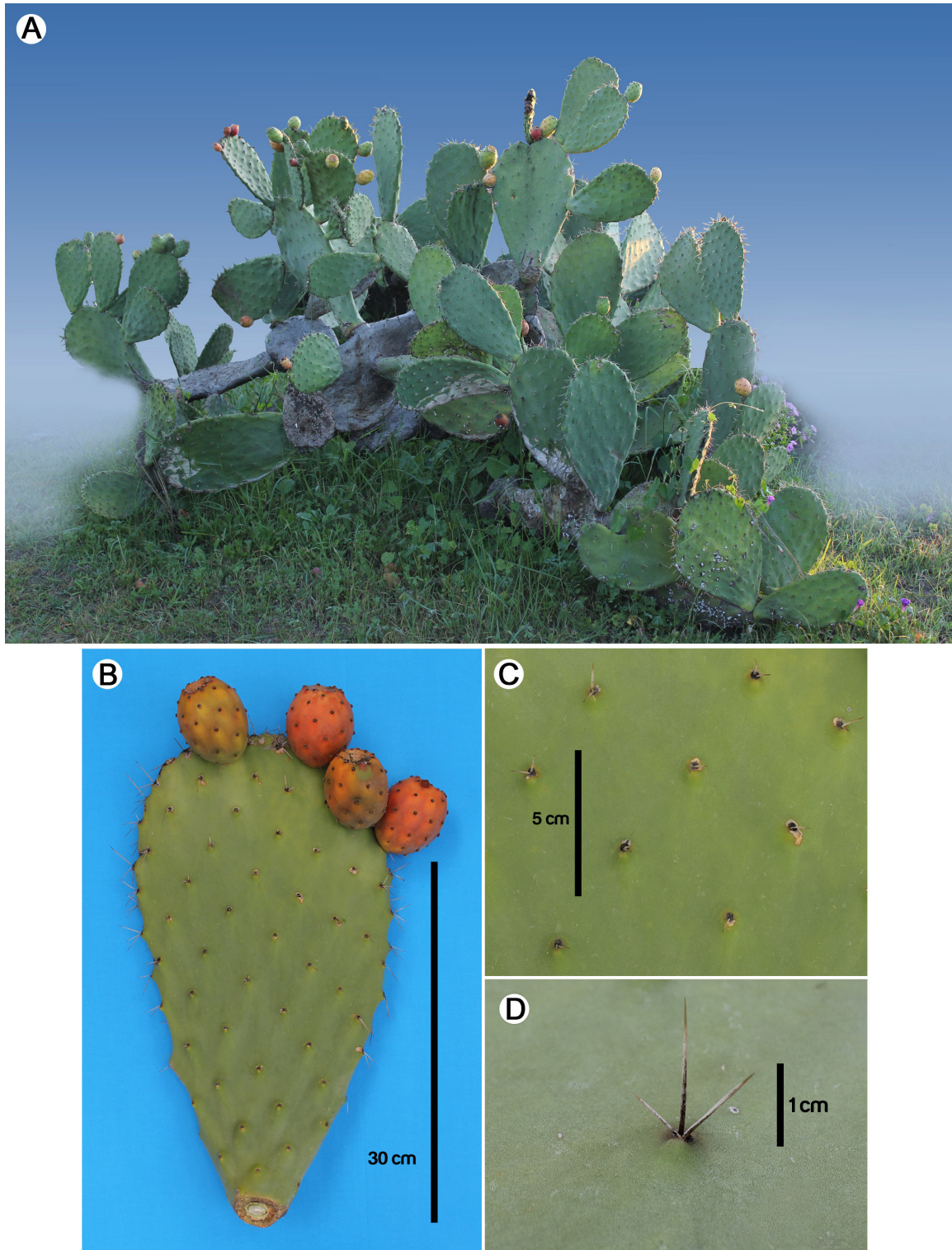


Figura 23. *Opuntia* 'Palapa'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2011.

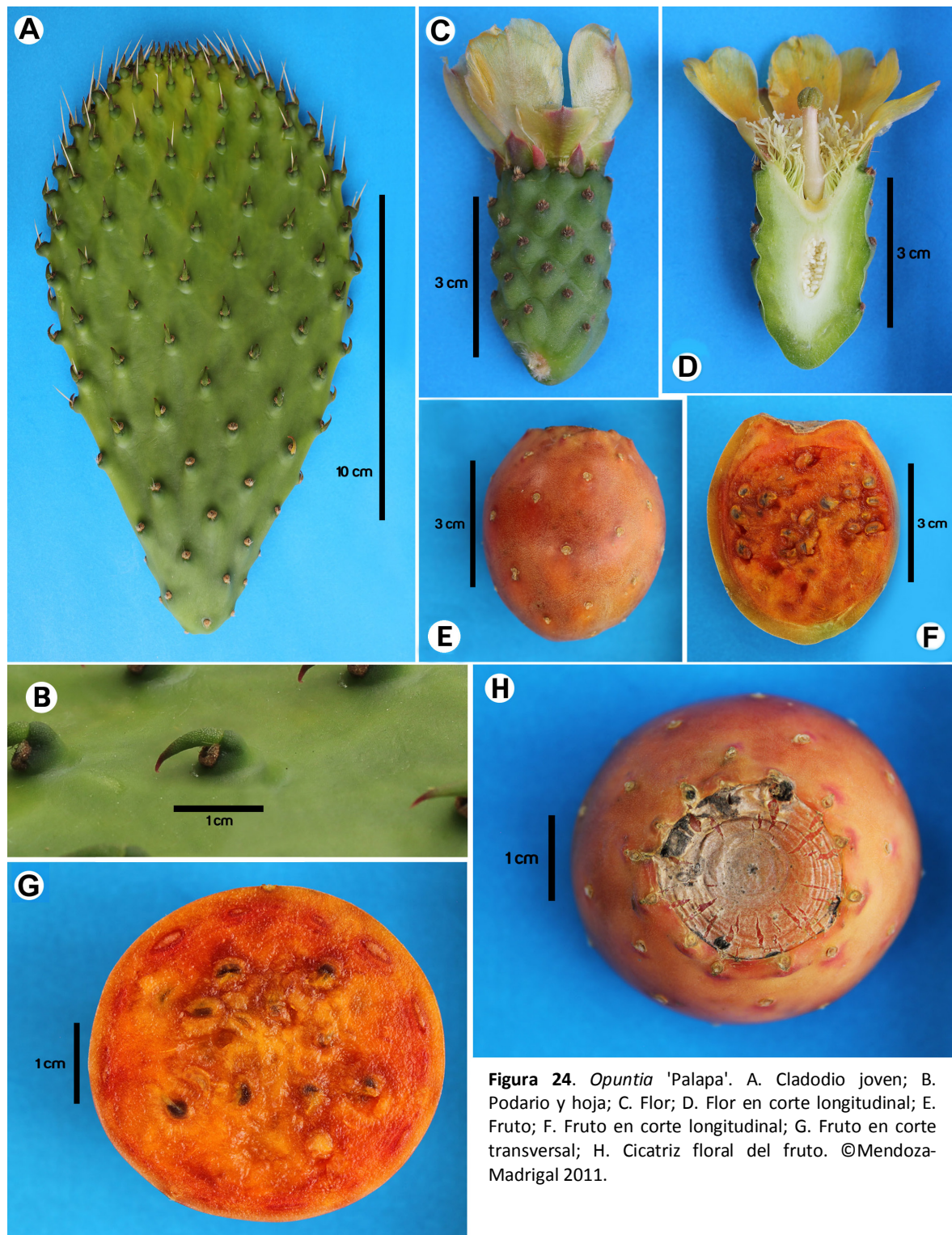


Figura 24. *Opuntia* 'Palapa'. A. Cladodio joven; B. Podario y hoja; C. Flor; D. Flor en corte longitudinal; E. Fruto; F. Fruto en corte longitudinal; G. Fruto en corte transversal; H. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

***Opuntia* 'Quinto Sol' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 25 y 26

Nombres comunes en la región de estudio: amarilla.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto extendido, porte medio; 1.60 a 1.80 m de alto, 2.00 a 3.00 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría difusas y erectas, algunas extendidas. **Cladodios** ampliamente elípticos a obovados, 30 a 40 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho; glabros; verde amarillentos (2.5GY 7/4, 2.5GY 7/6, 2.5GY 6/4, 2.5GY 6/6), cubiertos de una capa cerosa transparente. Aréolas elípticas a circulares, 0.30 a 0.55 cm de largo, 0.20 a 0.40 cm de ancho, marrón amarillento, 56 a 65 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 9 a 10 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas aciculares, subuladas a cónicas, 1.00 a 1.50 cm de largo, 2 a 4 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas, delgadas, flexibles, semierectas, lisas; forma elíptica a circular en sección transversal en la parte media; espina curvada en forma de gancho. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente elípticos a obovados, verde amarillentos (2.5GY 6/6, 2.5GY 7/6, 2.5GY 7/8, 5Y 6/8), podarios poco prominentes a planos; hojas cónicas, 0.45 a 0.55 cm de largo, verdes y ápice pardo; aréolas con indumento marrón; espinas 1 a 3 por aréola, se distribuyen principalmente en los dos tercios superiores. **Flores** 5.5 a 7.5 cm de largo; pericarpelo obcónico estrecho, 3.5 a 5.0 cm de largo, 2.0 a 2.5 cm de diámetro, aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón oscuro; perianto abierto amarillo claro y tonos verdosos en los segmentos exteriores (5Y 8/10, 5Y 8/8, 5Y 7/10); segmentos exteriores cordados a rómbicos, ápice mucronado rojizo, 0.8 a 1.4 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, estría media ligeramente verdosa; segmentos interiores cordados a obovados, ápice emarginado a entero, 2.2 a 2.8 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de ancho; estambres amarillo-verdosos; estilo blanco; estigma con 11 a 12 lóbulos, verde claro. **Frutos** ampliamente elípticos a obovoides, 6.5 a 8.0 cm de largo, 5.0 a 6.0 cm de diámetro, naranja pálidos, poco brillantes (5YR 6/10, 5YR 7/10, 10R 6/10, 7.5YR 7/10), 30 a 38 aréolas, 85 a 120 g de peso; cáscara 0.15 a 0.35 cm de grosor y 24 a 46 g de peso, ligeramente cerosa; cicatriz floral moderadamente deprimida, 0.20 a 0.50 cm de profundidad, 2.5 a 2.8 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto elíptica a obovoide, 5.0 a 5.5 cm de largo, 4.3 a 4.8 de diámetro; pulpa naranja ligeramente brillante (5YR 6/10, 7.5YR 7/10), dulce, jugosidad media, 55 a 75 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares ligeramente globosas, 4.5 a 5.0 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; blanco grisáceas con tonos verdosos, superficie rugosa; arilo lateral estrecho; 250 a 290 semillas normales y 30 a 70 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar es progresiva y uniforme en toda la superficie del fruto.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, camino ejido Tlacatepan; N—19° 41' 07.6" O—98° 47' 37.8", altitud 2325 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 17 (cladodio), 40 (cladodio joven), 63 (flor), 86 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, San Juan Teotihuacán, Axapusco (Santo Domingo), Nopaltepec (San Felipe) y Otumba.

Reconocimiento: Arbusto extendido, porte medio; cladodios ampliamente elípticos a obovados, verde amarillentos; aréolas marrón amarillento; 2 a 4 espinas por aréola, espina curvada en forma de gancho; flores amarillo-verdosas; frutos medianos, elípticos a obovoides, naranja pálido, poco brillantes; pulpa poco jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Quinto sol'. En la mitología mesoamericana, la Tierra ha pasado por cinco etapas desde su creación, cada una ligada a un sol. Actualmente estamos en la etapa del Quinto Sol, creado en Teotihuacán según los Aztecas y los Mayas.

Observaciones. El fruto se usa esencialmente como fruto dulce, aunque también se utiliza en la elaboración de mermeladas y licores. Se le encuentra como parte de otros cultivos de *Opuntia* de frutos dulces, aunque también existen pequeñas plantaciones exclusivas de éste cultivar. Es un cultivar de productividad media y temporada de maduración tardía. Los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Las aréolas del cladodio presentan una espina curvada en forma de gancho.

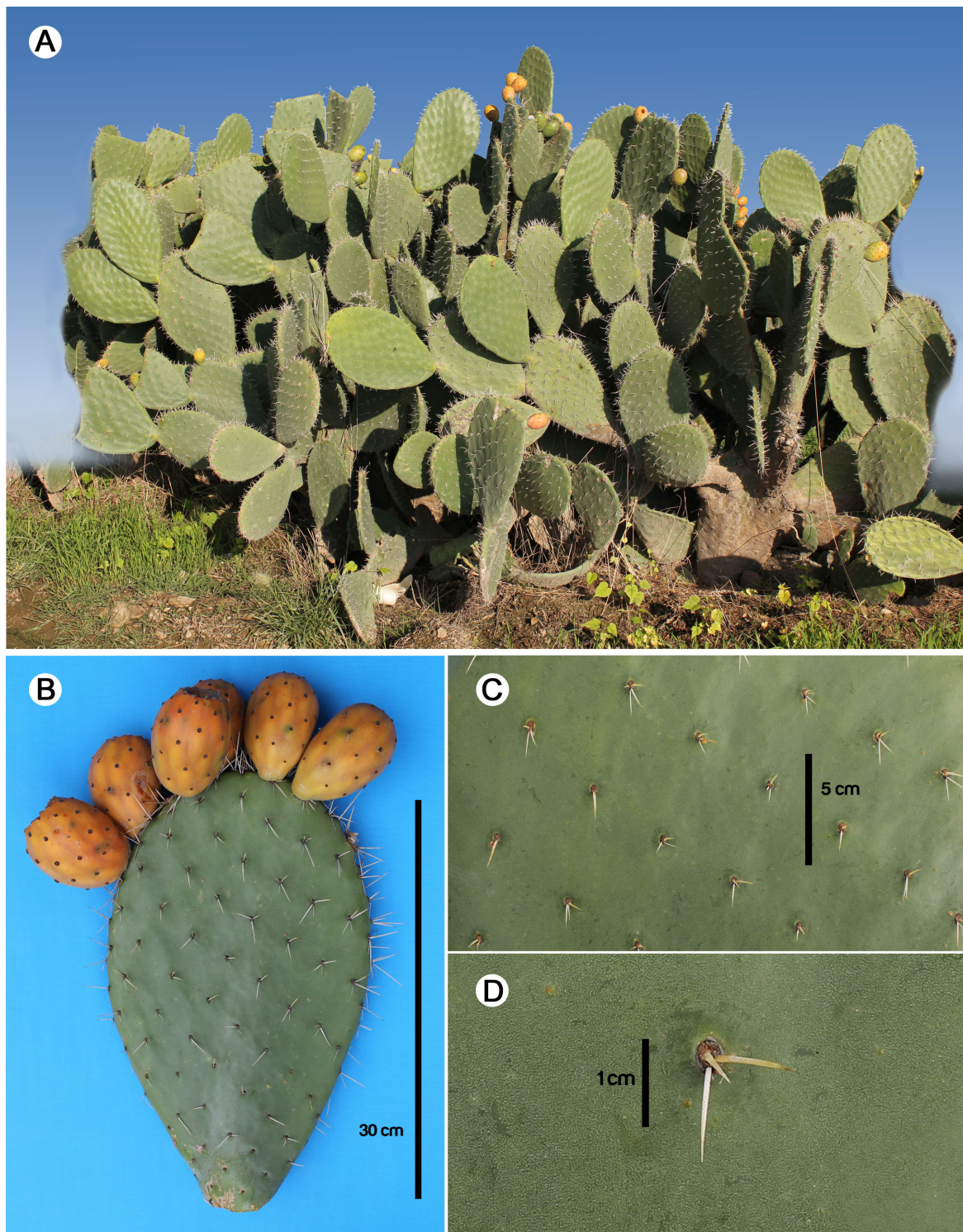


Figura 25. *Opuntia* 'Quinto Sol'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madriral 2011.

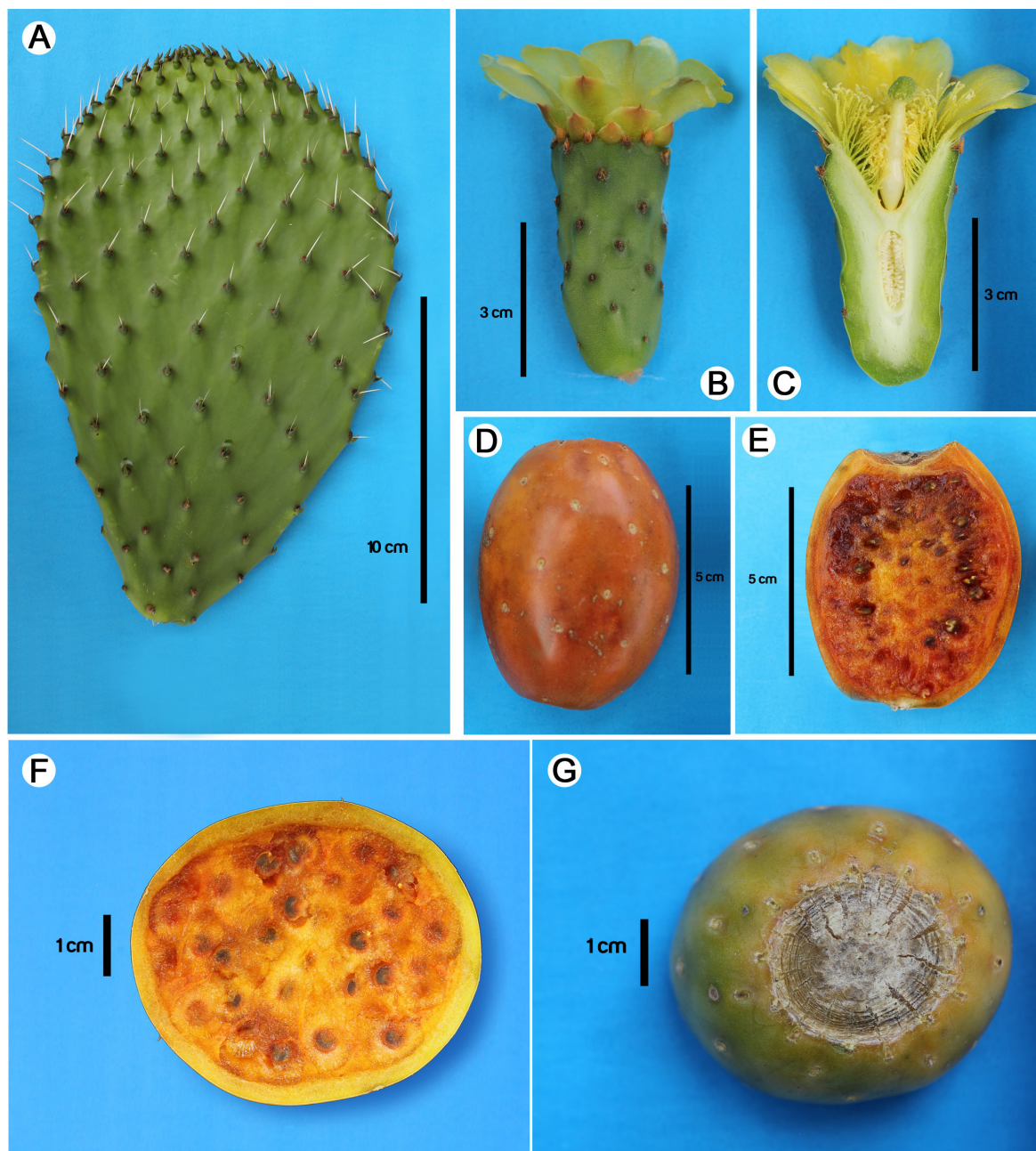


Figura 26. *Opuntia* 'Quinto Sol'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

Grupo 3. Tunas de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura

Opuntia aff. *streptacantha* Lem. 'Ameyalli' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 27 y 28

Nombres comunes en la región de estudio: cardona chica, cardona, tuna de cerro.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto extendido abierto, porte medio; 1.80 a 1.95 m de alto, 1.90 a 2.30 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría extendidas y difusas, algunas erectas. **Cladodios** anchamente elípticos a elíptico-alargados, 30 a 45 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho; glabros; verde amarillentos, verde claro a grisáceos (2.5GY 7/6, 2.5GY 7/4, 2.5GY 7/2), superficie fuertemente cerosa. Aréolas obovadas a circulares, 0.30 a 0.50 cm de largo, 0.25 a 0.40 cm de ancho, negras, 45 a 65 por cara del cladodio, ligeramente hundidas, dispuestas en 8 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 7 a 9 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas aciculares a cónicas, aplanadas, 1.0 a 2.0 cm de largo, 3 a 6 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas a grisáceas, gruesas, flexibles, semierectas, lisas; forma aplanada en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** elípticos a ligeramente rómbicos, verde intenso ligeramente amarillentos (5GY 5/6 a 5GY 6/6), podarios poco prominentes a prominentes; hojas cónicas, 0.30 a 0.50 cm de largo, verdes, ápice ligeramente purpúreo; aréolas con indumento marrón; espinas 1 a 3 por aréola, la mayoría se concentra en el ápice y la mitad superior; las espinas marginales se dirigen hacia la base. **Flores** 5.5 a 6.5 cm de largo; pericarpelo cilíndrico a oblongo, 3.0 a 3.5 cm de largo, 2.0 a 2.5 cm de diámetro; aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón; perianto abierto amarillo brillante a ligeramente verdoso en los segmentos exteriores (2.5Y 8/10, 5Y 8/8 a 5Y 7/10 a 5Y 7/8); segmentos exteriores cordados, ápice emarginado a ligeramente mucronado, rojizo, 0.50 a 1.0 cm de largo, 0.50 a 1.4 cm de ancho; segmentos interiores obovados, ápice entero a ligeramente emarginado, 2.0 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 1.7 cm de ancho; estambres y estilo blancos, estigma con 7 a 10 lóbulos, verde claro. **Frutos** oblongos, obovoides a elípticos, 4 a 8 cm de largo, 3.5 a 5.5 cm de diámetro, rojo brillantes (5R 3/10 a 5R 3/8), 38 a 40 aréolas, 35 a 110 g de peso; cáscara 0.15 a 0.30 cm de grosor, 15 a 45 g de peso, moderadamente cerosa; cicatriz floral ligeramente deprimida, 0.20 a 0.40 cm de profundidad y 2.5 a 2.8 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto oblonga a elíptica, 5.5 a 5.8 cm de largo, 4.0 a 4.3 de diámetro; pulpa rojo claro ligeramente brillante (5R 4/10, 5R 4/8), dulce, jugosidad alta, 20 a 70 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares angulosas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; castaño oscuras, superficie rugosa; arilo lateral ligeramente ancho; 100 a 160 semillas normales y 5 a 20 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de febrero a mayo y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar es uniforme y generalmente inicia a partir de la porción media del fruto y sigue hacia los extremos.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, camino al ejido Tlacateopan; N—19° 41' 07.3" O—98° 47' 41.0", altitud 2337 msnm; *G. Mendoza Madrigal 20* (cladodio), *43* (cladodio joven), *66* (flor), *89* (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides y Otumba (Cuautlacingo).

Reconocimiento: Arbusto extendido abierto, porte medio; cladodios anchamente elípticos a elíptico-alargados; aréolas negras, hundidas; 3 a 6 espinas por aréola, semierectas, blancas a grisáceas; frutos medianos, oblongos, obovoides a elípticos, rojo brillantes; cáscara delgada; pulpa jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Ameyalli', palabra náhuatl que significa manantial. La presencia de manantiales fue fundamental en el desarrollo de la cultura teotihuacana. En las pinturas murales de Teotihuacán se observa la presencia de canales de riego y parcelas con cultivos de maíz, calabaza, nopal y maguey.

Observaciones. Se consume principalmente como fruto fresco. Es un cultivar de productividad media y maduración intermedia, se comercializa en pequeñas cantidades. Este cultivar presenta frutos muy dulces y de cáscara delgada, atributos que lo hacen muy atractivo para el consumidor. Sin embargo, la planta es muy susceptible a enfermedades y los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

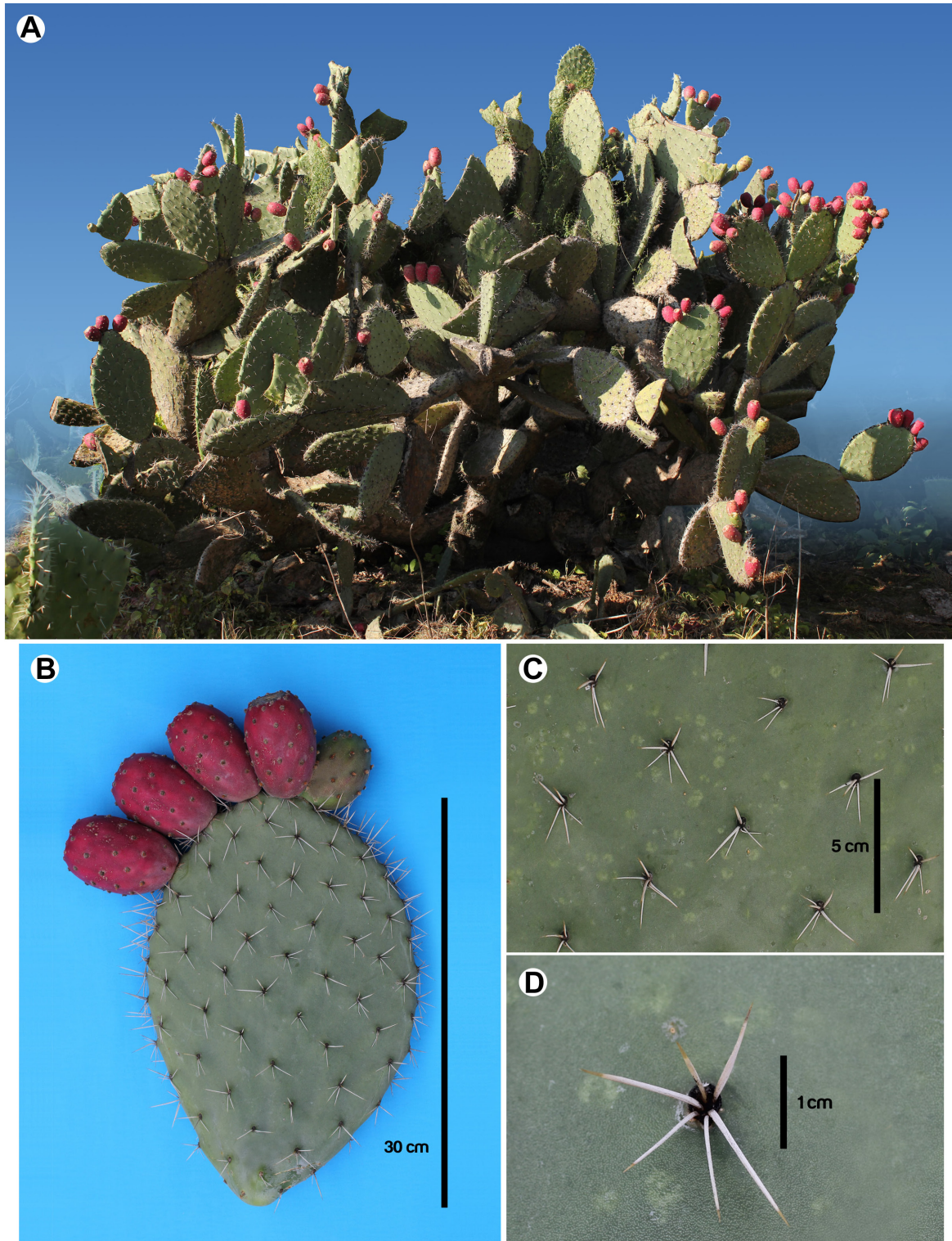


Figura 27. *Opuntia* aff. *streptacantha* 'Ameyalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2012.

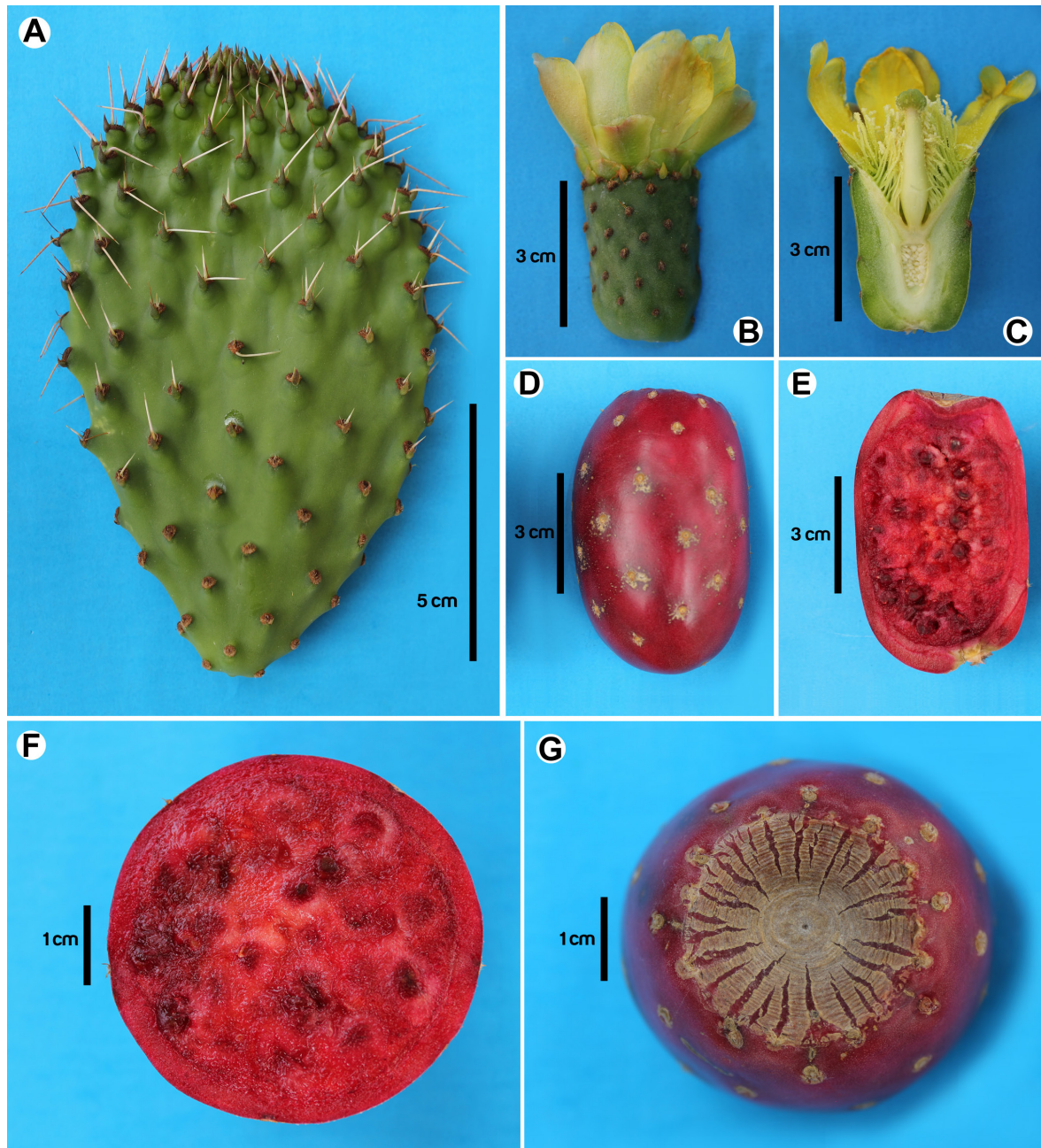


Figura 28. *Opuntia* aff. *streptacantha* 'Ameyalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2012.

Opuntia aff. streptacantha Lem. '**Luna Azul**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 29 y 30

Nombres comunes en la región de estudio: cardona grande, cardona, tuna de cerro.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto erguido de porte alto; 1.80 a 2.00 m de alto, 1.90 a 2.50 m de diámetro; corteza castaña; ramas mayormente erectas y difusas, ocasionalmente algunas extendidas. **Cladodios** anchamente elípticos a circulares; 30 a 45 cm de largo y 25 a 30 cm de ancho; glabros; verde-amarillentos, grisáceos a glaucos, cubiertos de una capa grisácea fuertemente cerosa (5GY 7/4, 7.5GY 7/2, 7.5GY 8/2, 2.5G 8/2). Aréolas obovadas a elípticas, 0.30 a 0.50 cm de largo y 0.20 a 0.40 cm de ancho, negras, 60 a 65 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 10 series, la serie la porción más ancha del cladodio con 8 a 10 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.5 cm. Espinas aciculares, cónicas, 1.50 a 2.40 cm de largo, 2 a 5 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas a grisáceas, gruesas, flexibles, semierectas en el centro del cladodio y adpresas en el ápice, generalmente una dirigida hacia la base del cladodio, lisas; forma aplanada a semicircular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente obovados a circulares, verde medio ligeramente amarillento (2.5GY 7/6, 2.5GY 7/8, 5GY 7/6), podarios prominentes a poco prominentes; hojas cónicas, 0.40 a 0.50 cm de largo, verdes con ápice rojizo; aréolas con indumento marrón amarillento, espinas 1 a 2 por aréola, blancas, base rosada a rojiza, distribuidas de forma uniforme en todo el nopalito; las espinas de la mitad superior dirigidas hacia el ápice. **Flores** 7.0 a 8.0 cm de largo; pericarpelo oblongo a cilíndrico, 4.0 a 4.5 cm de largo, 2.5 a 3.0 cm de diámetro, podarios ligeramente prominentes; aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón; segmentos exteriores del perianto rómbicos, ápice ligeramente mucronado a entero, 1.0 a 2.0 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, rojizo-purpúreos (2.5R 5/6 a 2.5R 6/6, 2.5R 5/8, 2.5R 5/10); segmentos interiores obovados a oblanceolados, ápice emarginado a retuso, 2.5 a 3.5 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, amarillo-naranja ligeramente brillante (7.5YR 7/10, 7.5YR 7/8, 2.5Y 8/10); estilo blanco con tonos rosa en la zona próxima al estigma; estambres blancos; estigma 8 a 10 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a oblongos, 6.0 a 9 cm de largo, 5.0 a 6.5 cm de diámetro, púrpura claro ligeramente pálido (2.5R 5/8, 2.5R 4/8, 2.5R 4/10), 42 a 46 aréolas, 95 a 128 g de peso; cáscara 0.30 a 0.70 cm de grosor y 45 a 70 g de peso, fuertemente cerosa; cicatriz floral plana a ligeramente deprimida, 0.30 a 0.50 cm de profundidad, 2.7 a 3.0 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide a elíptica, 5.5 a 6.0 cm de largo, 4.3 a 4.8 de diámetro, púrpura claro ligeramente pálido (5R 3/10, 5R 3/8 y 2.5R 4/10), dulce, jugosidad media, 40 a 80 g de peso, consistencia ligeramente firme. **Semillas** obovoides, lenticulares globosas a esféricas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; castaño grisáceas ligeramente verdosas, superficie lisa; arilo lateral ancho; 140 a 210 semillas normales y 20 a 50 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar inicia a partir de la base del fruto y sigue hacia el ápice.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, al oriente de la cabecera municipal; N—19° 42' 33.8" O—98° 49' 28.1", altitud 2307 msnm; *G. Mendoza Madrigal 21* (cladodio), *44* (cladodio joven), *67* (flor), *90* (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO. Mpio. San Martín de las Pirámides, carretera San Martín de las Pirámides—Otumba, cerca del entronque con la carretera nueva México—Tulancingo, N—19° 43' 04.0" O—98° 47' 53.5", altitud 2345 m, cultivado, *A. Hernández Pérez* y *M. González Ledesma 281* (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides y Otumba (Santiago Tolman).

Reconocimiento: Arbusto erguido de porte alto; cladodios anchamente elípticos a circulares, grisáceos a glaucos; 2 a 5 espinas por aréola, semierectas en el centro del cladodio y adpresas en el ápice; segmentos externos del perianto rojizo-purpúreos, segmentos internos amarillo-naranja; frutos medianos, obovoides a oblongos, púrpura pálido; cáscara gruesa; pulpa poco jugosa, consistencia ligeramente firme.

Etimología. 'Luna Azul'. Los templos de la Luna y el Sol, constituyeron los principales edificios de la ciudad de Teotihuacán, debido a su magnitud arquitectónica e importancia simbólico-religiosa.

Observaciones. Se consume principalmente como fruto fresco. La pulpa de los frutos es ligeramente dulce y la cáscara gruesa. Es un cultivar de productividad media a baja y temporada de maduración tardía. Es poco cultivado, se le encuentra como parte de otros cultivos de *Opuntia*. Los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

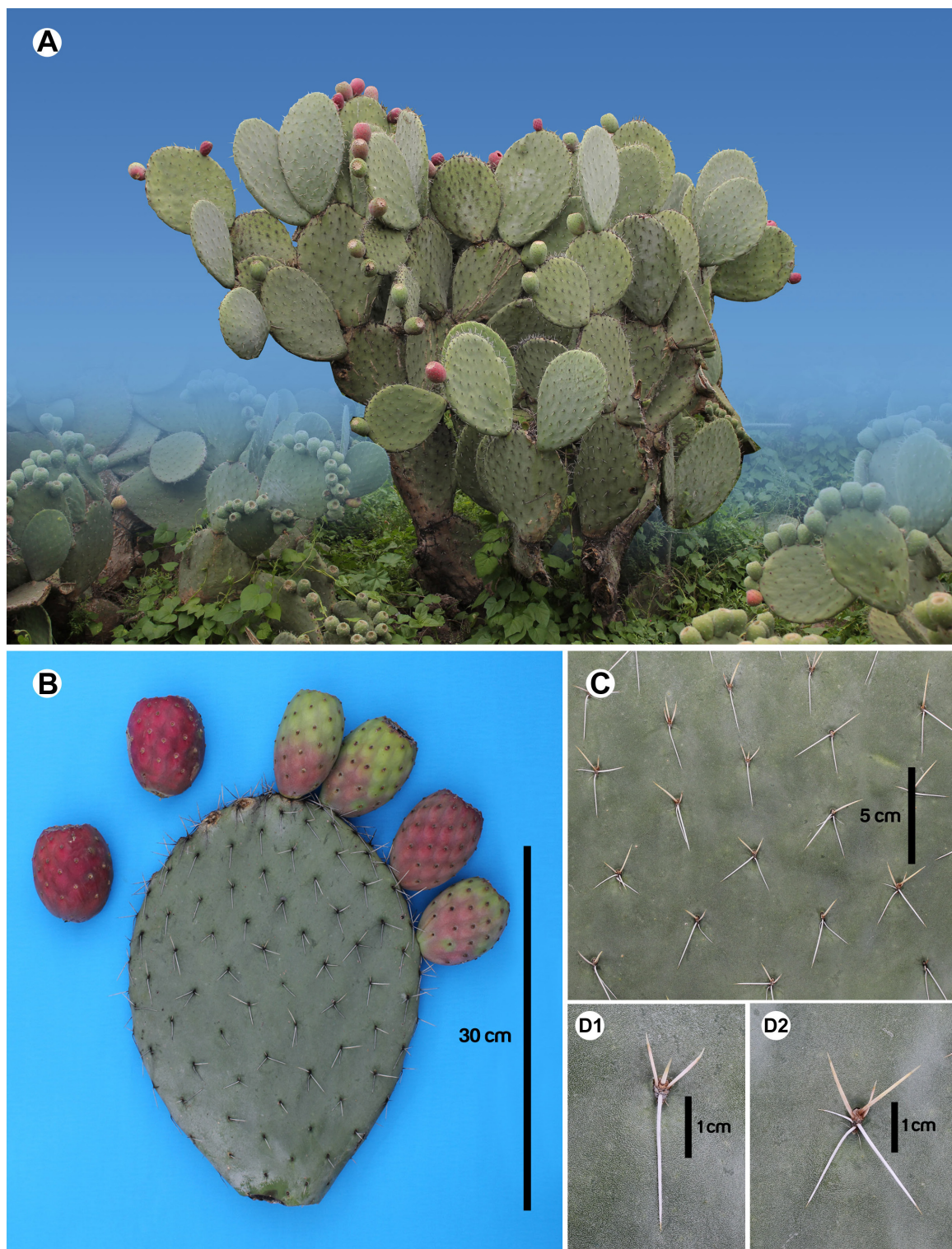


Figura 29. *Opuntia* aff. *streptacantha* 'Luna Azul'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D1. Disposición de espinas en aréolas del ápice; D2. Disposición de espinas en aréolas centrales. ©Mendoza-Madrígal 2011.

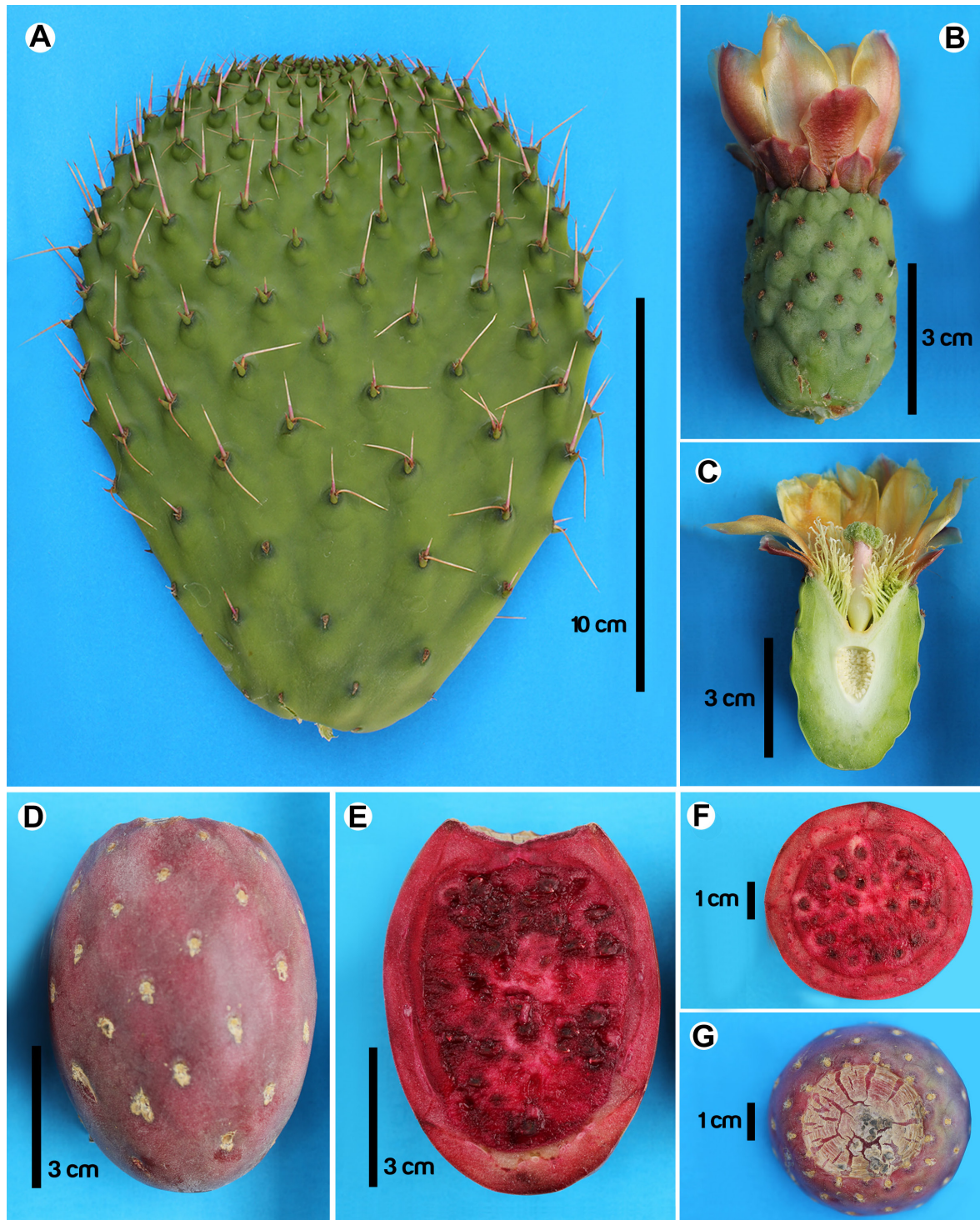


Figura 30. *Opuntia* aff. *streptacantha* 'Luna Azul'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Corte transversal del fruto; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

***Opuntia* 'Ollin' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 31 y 32

Nombres comunes en la región de estudio: clavel, clavelito, guajito.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto abierto, 1.60 a 1.80 m alto, 1.70 a 2.80 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría divergentes y ascendentes, algunas erectas. **Cladodios** elípticos, 35 a 45 cm de largo, 15 a 20 cm de ancho; pubescentes; verde oscuros, ligeramente grisáceos (5GY 6/4, 5GY 7/4, 2.5GY 7/2). Aréolas obovadas a elípticas, 0.35 a 0.45 cm de largo, 0.25 a 0.35 cm de ancho, grisáceas a marrón oscuro, 45 a 65 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 6 a 8 aréolas, con una separación de 3.5 a 4.0 cm. Espinas aciculares a cilíndricas, 1.0 a 2.0 cm de largo, 2 a 5 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio excepto en la base, grisáceas a blancas, ápice ambarino; delgadas, flexibles, semierectas, con estrías longitudinales; forma aplanada a semicircular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** estrechamente elípticos, verde intenso ligeramente amarillento (5GY 4/8, 5GY 4/6, 5GY 5/8), podarios prominentes; hojas cónicas, 0.50 a 0.70 cm de largo, verdes; aréolas con indumento marrón; espinas 1 por aréola, la mayoría se concentra en los márgenes de la mitad superior y en el ápice. **Flores** 6.5 a 7.0 cm de largo; pericarpelo cilíndrico a obcónico, 3.5 a 4.0 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de diámetro; aréolas rómbicas, indumento y glóquidas marrón; perianto abierto amarillo-verdoso brillante (5Y 8/10, 5Y 8/12, 5Y 7/10); segmentos exteriores rómbicos, ápice mucronado purpúreo, 1.0 a 1.5 cm de largo, 0.8 a 1.5 cm de ancho, estría media purpúrea; segmentos interiores obovados, ápice entero a emarginado, 2.5 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho; estambres amarillo-verdosos; estilo blanco; estigma con 7 a 10 lóbulos verde claros. **Frutos** obovoides pedunculados, 7 a 10 cm de largo, 4 a 5.5 cm de diámetro, púrpura ligeramente brillante (5R 3/8, 5R 3/6), 40 a 50 aréolas, 50 a 80 g de peso; cáscara 0.10 a 0.20 cm de grosor, 15 a 25 g de peso, color interno rosa-púrpura muy brillante (2.5R 4/10 a 5R 3/10), fuertemente cerosa; cicatriz floral ligeramente deprimida a plana, 0.10 a 0.13 cm de profundidad, 1.8 a 2.0 cm de diámetro, estriada; cavidad obovoide, 5.5 a 5.7 cm de largo, 4.0 a 4.3 cm de diámetro; pulpa rosa-púrpura brillante (5R 3/10, 5R 3/8), dulce, jugosidad media, 35 a 55 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares ligeramente angulosas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.5 a 4.0 de ancho; castaño oscuro a marrón grisáceas, superficie lisa; arilo lateral muy estrecho; 180 a 240 semillas normales y 20 a 70 abortivas por fruto.

Fenología: Florece de febrero a abril y se cosecha de junio a agosto. La coloración de los frutos al madurar inicia a partir de la porción media del fruto más cercana al pedúnculo y sigue hacia la cicatriz floral.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, carretera México-Tuxpan, camino a Sn. Pablo; N—19° 42' 03.3", O—98° 48' 26.4", altitud 2319 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 23 (cladodio), 46 (cladodio joven), 69 (flor), 92 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides.

Reconocimiento: Arbusto abierto, ligeramente decumbente; cladodios elípticos, pubescentes, verde oscuro a grisáceos; 2 a 5 espinas por aréola, semierectas; nopalitos estrechamente elípticos; flores amarillo-verdosas; frutos pequeños, obovoides pedunculados, púrpura; cáscara delgada color interno rosa-púrpura muy brillante; pulpa rosa-púrpura brillante, consistencia firme.

Etimología. 'Ollin', palabra náhuatl que significa movimiento.

Observaciones. Se consume principalmente como fruto fresco. Escaso en la región de estudio, es un cultivar de productividad media y maduración intermedia. La superficie interna de la cáscara y la pulpa rosa-púrpura brillante, lo hacen muy atractivo para el consumidor; los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

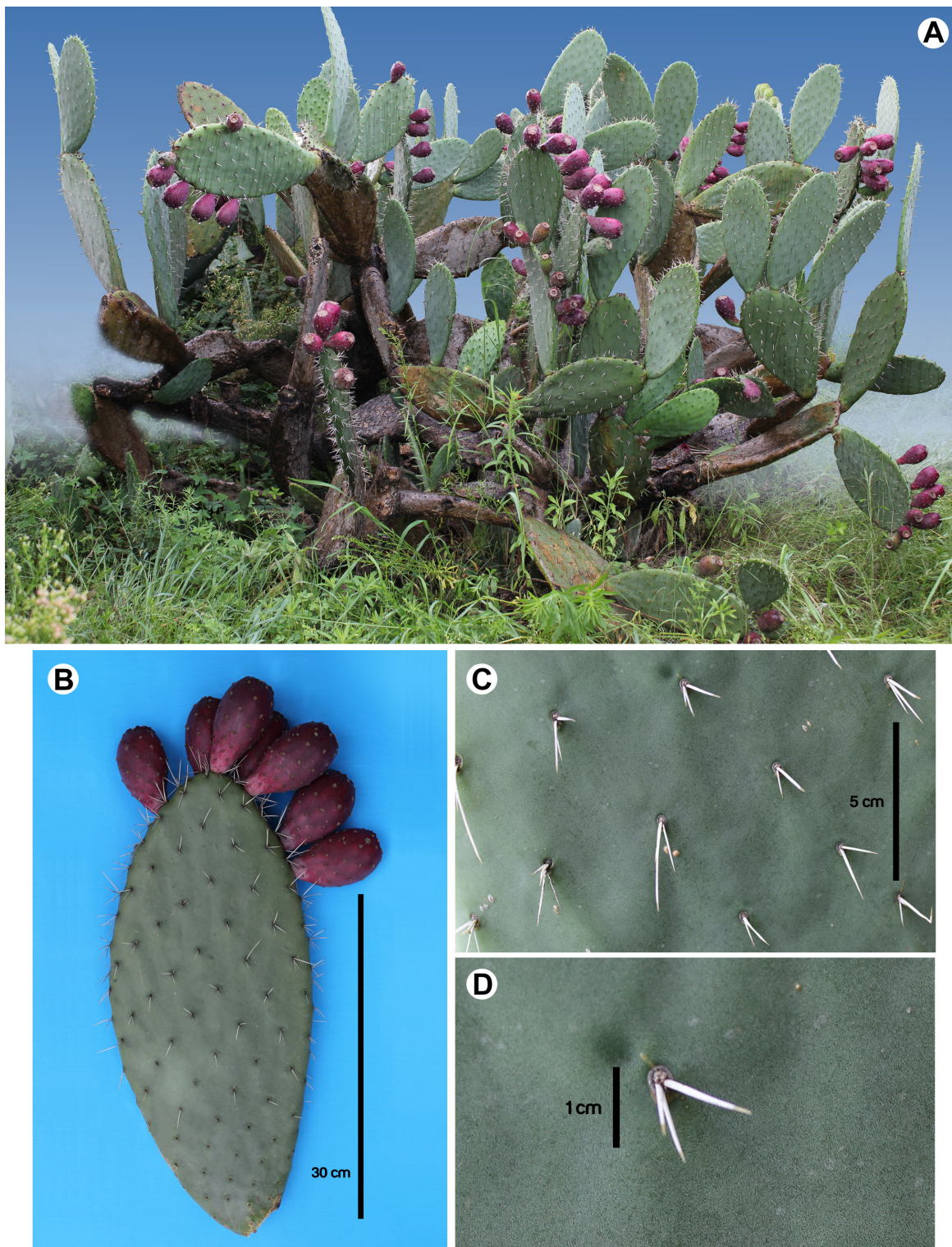


Figura 31. *Opuntia* 'Ollin'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2010.

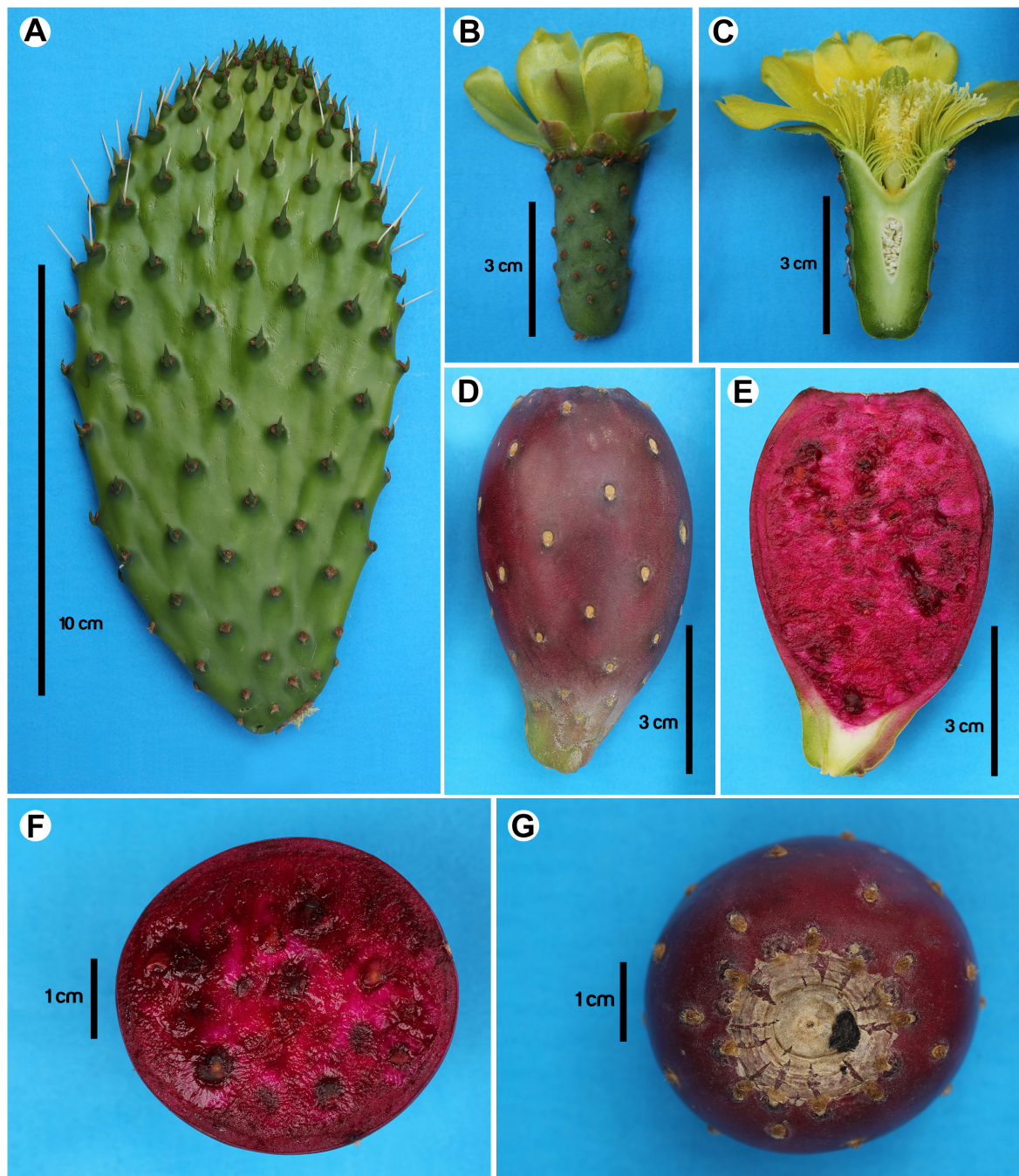


Figura 32. *Opuntia* 'Ollin'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2010.

***Opuntia* 'Tlaloc' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 33 y 34

Nombres comunes en la región de estudio: tuna roja o morada de San Martín o las Pirámides.

Nombres comunes en otras zonas del país: solferino, tuna roja.

Arbusto abierto; 1.80 a 2.20 m alto, 1.80 a 2.30 m de diámetro; corteza castaña; principalmente ramas difusas y erectas, también algunas extendidas. **Cladodios** obovados, 40 a 50 cm de largo, 15 a 25 cm de ancho; glabros; cubiertos de una capa cerosa, trasparente; verde medio a verde oscuro (5GY 5/4, 5GY 4/6, 7.5GY 6/4, 7.5GY 7/2). Aréolas obovadas a circulares, 0.40 a 0.55 cm de largo, 0.35 a 0.45 cm de ancho, negras a grisáceas, 47 a 52 por cara del cladodio, hundidas, dispuestas en 7 a 9 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 7 a 9 aréolas, con una separación de 4.5 a 5.2 cm. Espinas aciculares a cónicas, torcidas, base aplanada, 1.50 a 2.50 cm de largo, 2 a 5 por aréola, distribuidas uniformemente en todo el cladodio, blancas; gruesas, flexibles a quebradizas, semierectas, lisas; forma aplanada a semicircular en sección transversal en la parte media; espina central torcida, base plana. **Cladodios jóvenes o nopalitos** elípticos a estrechamente obovados, verde pálido ligeramente amarillento (2.5GY 5/6, 2.5GY 5/8, 5GY 5/6, 5GY 6/6), podarios poco prominentes a prominentes; hojas cónicas, 0.60 a 0.70 cm de largo, verdes, ápice purpúreo; aréolas con indumento marrón amarillento; espinas 1 por aréola, distribuidas principalmente en los márgenes de la mitad superior, excepto en el ápice. **Flores** 8.0 a 9.5 cm de largo; pericarpelo cilíndrico a oblongo, 4.0 a 5.0 cm de largo, 2.0 a 3.0 cm de diámetro, podarios ligeramente prominentes; aréolas rómbicas con indumento y glóquidas marrón amarillento; perianto con segmentos exteriores obovados a rómbicos, ápice mucronado purpúreo, 1.0 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 2.0 cm de ancho, púrpura-rosado (2.5R 4/8, 2.5R 4/6, 2.5R 5/4, 5R 5/6), estría media purpúrea; segmentos interiores obovados a cordados, ápice emarginado a entero, 3.5 a 4.5 cm de largo, 1.3 a 2.3 cm de ancho, amarillo-naranja pálido (5YR 6/8 a 5YR 6/6); estambres blancos con tonos rosados; estilo rosado; estigma con 7 a 9 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a elípticos, 8 a 10 cm de largo, 5.0 a 6.5 cm de diámetro; púrpura brillante (5R 3/6 a 5R 3/8), 32 a 36 aréolas, 120 a 170 g de peso; cáscara 0.30 a 0.60 cm de grosor, 60 a 90 g de peso, ligeramente cerosa; cicatriz floral fuertemente deprimida, 0.60 a 0.85 cm de profundidad, 2.3 a 2.6 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide, 6.0 a 6.5 cm de largo, 5.0 a 5.3 de diámetro, pulpa púrpura ligeramente brillante (2.5R 4/10 a 5R 3/10), dulce, jugosidad media, 50 a 80 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares moderadamente angulosas, 4.5 a 5.0 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; castaño muy claro a grisáceas con tonos purpúreos, superficie rugosa; arilo lateral ancho; 160 a 230 semillas normales y 30 a 80 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de junio a septiembre (principalmente agosto). La coloración de los frutos al madurar inicia en la base del fruto y sigue hacia la porción apical. Éste cultivar puede presentar una segunda floración (septiembre), por lo que es posible observar frutos maduros a finales de año e inicios del ciclo siguiente.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio San Martín de las Pirámides, cabecera municipal, camino a Cerro Gordo; N—19° 43' 02.5" O—98° 49' 51.9", altitud 2322 msnm; *G. Mendoza Madrigal 24* (cladodio), *47* (cladodio joven), *70* (flor), *93* (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, Nopaltepec, (San Felipe), Temascalapa, Axapusco (Santo Domingo) y Otumba (Santiago Tolman) en la región de las Pirámides. De acuerdo a Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), se cultiva también en algunas zonas de Hidalgo (Villa de Tezontepec), Puebla y Zacatecas.

Reconocimiento: Arbusto abierto de porte alto; cladodios obovados, verde medio a oscuro; aréolas hundidas, negras a grisáceas; espinas torcidas, semierectas, 2 a 5 por aréola; perianto con segmentos externos púrpura-rosado, segmentos internos amarillo-naranja; frutos medianos, obovoides a elípticos, púrpura brillante; cicatriz floral fuertemente deprimida, cáscara gruesa; pulpa de jugosidad media, consistencia suave.

Etimología. 'Tlaloc', Dios de la lluvia. Representa la deidad más importante de la mitología Teotihuacana. Se le asocia con la lluvia, la abundancia y el tiempo.

Observaciones. Se usa principalmente como fruto dulce, aunque también se emplea en la elaboración de mermeladas y licores. Las principales áreas de cultivo se ubican en la región de Las Pirámides y algunas zonas de Hidalgo. La superficie cultivada se estima en alrededor de 900 has (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011). Las características más apreciadas en este cultivar son la productividad media y su amplio periodo de cosecha que va de junio a septiembre, aunque algunos frutos pueden madurar en diciembre y enero. Los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 11.3°Brix.

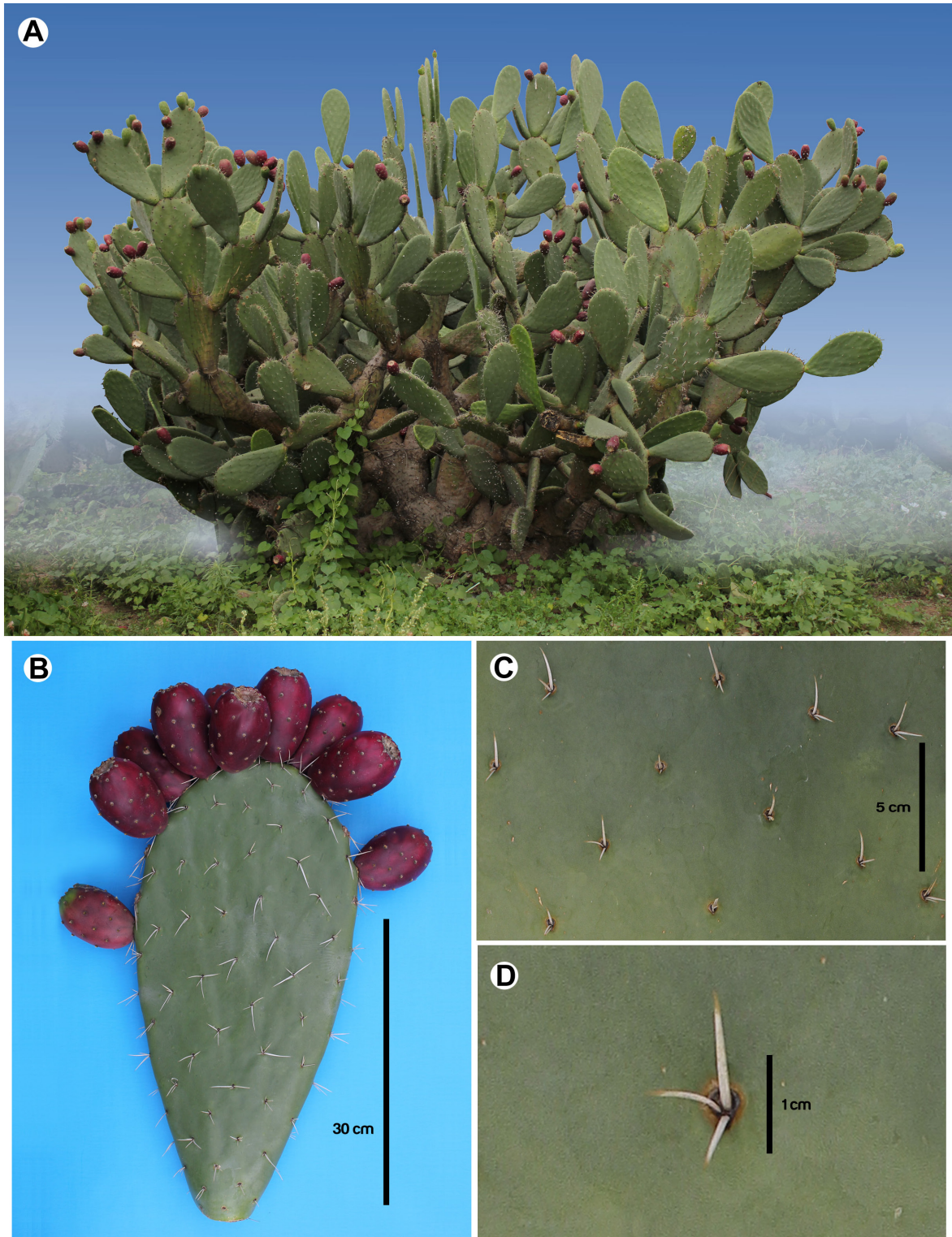


Figura 33. *Opuntia* 'Tlaloc'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2010.

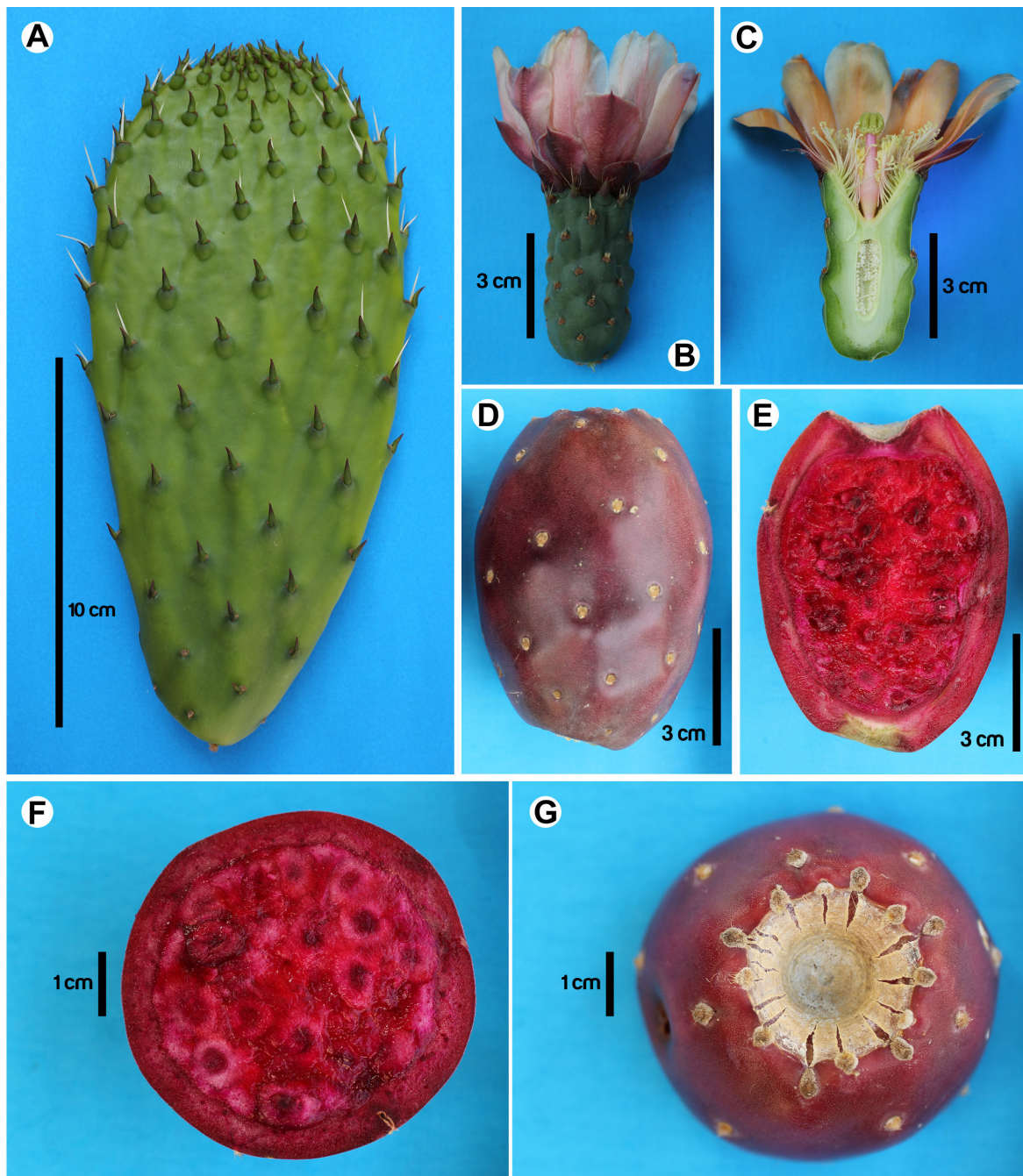


Figura 34. *Opuntia* 'Tlaloc'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2010.

***Opuntia* 'Grana' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 35 y 36

Nombres comunes en la región de estudio: roja sin espinas.

Nombres comunes en otras zonas del país: Copena VI, rojo pelón.

Arbusto extendido de porte medio; 1.60 a 1.80 m de alto, 2.0 a 2.5 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría erectas y difusas, pocas extendidas. **Cladodios** anchamente obovados, 35 a 45 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho; glabros; verde pálido a ligeramente grisáceos (2.5GY 7/4, 5GY 7/4 a 2.5GY 7/2), recubiertos de una capa fuertemente cerosa. Aréolas circulares, 0.25 a 0.35 cm de largo, 0.22 a 0.28 cm de ancho, grisáceas, 58 a 62 por cara del cladodio, dispuestas en 8 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 9 a 11 aréolas, con una separación de 4.0 a 4.5 cm. No presenta espinas. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente obovados, verde medio ligeramente amarillento (2.5GY 5/6, 2.5GY 5/8, 5GY 5/6), podarios poco prominentes; hojas cónicas, 0.50 a 0.70 cm de largo, verdes, ápice ligeramente purpúreo; aréolas con indumento marrón claro. No presentan espinas. **Flores** 8.0 a 9.0 cm de largo; pericarpelo obcónico-cilíndrico a obovoide, 5.5 a 6.0 cm de largo y 2.5 a 3.5 cm de diámetro; aréolas rómbicas con indumento y glóquidas marrón oscuro; perianto: segmentos exteriores rómbicos a obovados, ápice mucronado purpúreo, 1.0 a 2.5 cm de largo y 1.0 a 1.5 cm de ancho, púrpura-rosado (5R 6/4, 5R 5/4, 5R 4/4 a 2.5R 6/4, 2.5R 5/4), estría media purpúrea; segmentos interiores obovados a cordados, ápice emarginado a entero, 2.5 a 3.5 cm de largo y 1.5 a 2.0 cm de ancho, amarillo-naranja ligeramente brillante (7.5YR 7/10, 7.5YR 6/10 a 5YR 6/10, 5YR 6/8); estambres blanco-rosados; estilo rosado con tonos blancos en la base; estigma con 8 a 12 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides ligeramente pedunculados, 8 a 10 cm de largo, 5.5 a 6.5 cm de diámetro; púrpura pálido (5R 3/6, 5R 3/4, 5R 3/8), 25 a 45 aréolas con glóquidas muy persistentes, 120 a 185 g de peso; cáscara 0.20 a 0.60 cm de grosor y 55 a 90 g de peso, fuertemente cerosa; cicatriz floral moderadamente deprimida, 0.50 a 0.75 cm de profundidad, 2.3 a 2.7 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide, 6.0 a 6.5 cm de largo, 4.5 a 5.0 de diámetro, pulpa púrpura medio a ligeramente brillante (R5 3/10 a 5R 3/8), dulce, jugosidad baja, 65 a 90 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares de margen liso, 4.5 a 5.0 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; amarillo verdosas con tonos purpúreos, superficie lisa; arilo lateral moderadamente estrecho; 180 a 265 semillas normales y 40 a 90 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a septiembre. La coloración de los frutos al madurar inicia en la porción media del fruto y sigue hacia los extremos. Generalmente la aparición de las yemas vegetativas ocurre cuando ya ha terminado la floración.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, cabecera municipal; N—19° 42' 34.1" O—98° 49' 23.2", altitud 2307 msnm; *G. Mendoza Madrigal 25* (cladodio), 48 (cladodio joven), 71 (flor), 94 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, Axapusco (Santo Domingo), Nopaltepec (San Felipe) y Otumba en la región de las Pirámides. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), mencionan que también se encuentra en algunas zonas de Puebla (San Sebastián Villanueva) y Jalisco (Las Papas, Ojuelos).

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte medio; cladodios anchamente obovados, verde pálido a grisáceos; aréolas circulares, grisáceas; cladodios jóvenes y maduros sin espinas; flores, segmentos externos púrpura-rosado, segmentos internos amarillo-naranja; frutos medianos, obovoides ligeramente pedunculados, púrpura pálido; cáscara gruesa, cerosa; pulpa poco jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Grana', refiere a su color rojo oscuro. El cultivo de la grana cochinilla representó una actividad muy importante durante la época prehispánica, especialmente para la obtención de colorantes.

Observaciones. Éste cultivar se emplea como fruto dulce y en la producción de nopalito. Es poco cultivado, se le encuentra en pequeñas plantaciones y como elemento complementario de otros cultivos de *Opuntia*. Su productividad es media y sus frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 11.7 °Brix.

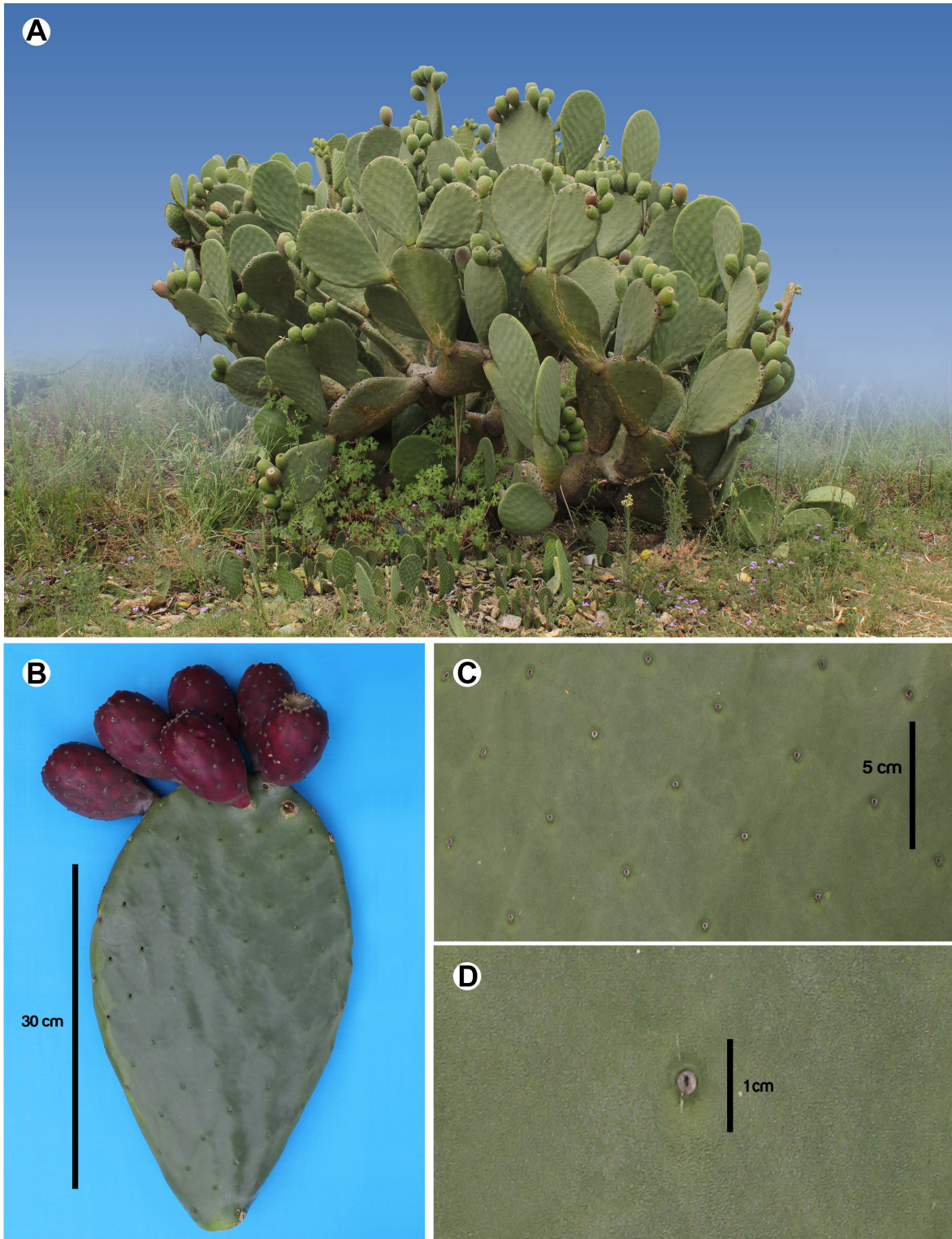


Figura 35. *Opuntia* 'Grana'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas. ©Mendoza-Madrigal 2011.

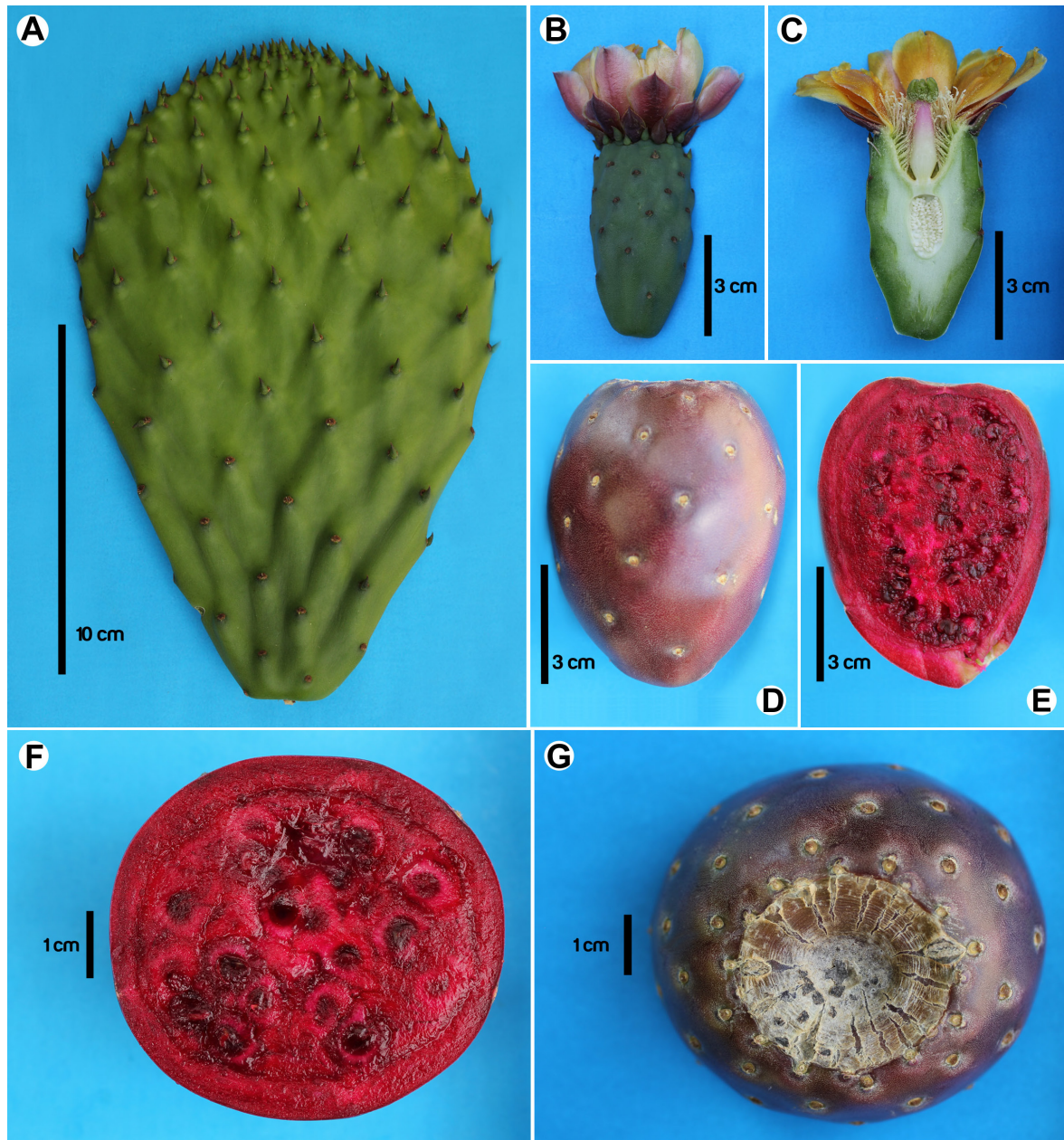


Figura 36. *Opuntia* 'Grana'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

***Opuntia* 'Teotihuacan' nombre nuevo de cultivar**

Serie: Streptacanthae

Figuras 37 y 38

Nombres comunes en la región de estudio: no se conocen.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto erguido de porte alto; 1.70 a 2.30 m de alto, 2.20 a 2.80 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría erectas y difusas, también algunas extendidas. **Cladodios** obovados a elípticos, 30 a 40 cm de largo, 15 a 25 cm de ancho; gruesos; glabros; verde intenso a ligeramente amarillentos, recubiertos de una capa cerosa transparente (2.5GY 5/6, 5GY 5/4, 2.5GY 6/6, 5GY 7/4). Aréolas circulares a ligeramente elípticas, 0.25 a 0.40 cm de largo, 0.20 a 0.30 cm de ancho, marrón amarillento, 50 a 60 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 11 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 8 a 10 aréolas, con una separación de 3.0 a 4.0 cm. Espinas cónicas, muy cortas, 0.50 a 1.0 cm de largo, 1 a 3 por aréola, distribuidas principalmente en el ápice y márgenes superiores del cladodio, blancas, ápice traslúcido; gruesas, rígidas a quebradizas, erectas, lisas; forma circular a elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados, verde pálido ligeramente amarillento (2.5GY 6/6, 2.5GY 7/6), podarios poco prominentes a planos; hojas cónicas, 0.35 a 0.55 cm de largo, verdes, ápice ligeramente purpúreo; aréolas con indumento marrón a marrón amarillento; espinas generalmente 1 por aréola, distribuidas principalmente en los márgenes de la mitad superior. **Flores** 5.0 a 7.0 cm de largo; pericarpelo obovoide a obcónico, 3.0 a 5.0 cm de largo, 2.0 a 3.0 cm de diámetro; aréolas circulares, hundidas, con indumento y glóquidas marrón amarillento; perianto: segmentos exteriores obovados a oblongos, ápice ligeramente mucronado, 0.5 a 1.5 cm de largo, 0.5 a 1.0 cm de ancho, púrpura pálido (5R 5/6, 5R 5/4, 5R 4/6, 5R 4/4), estría media purpúrea; segmentos interiores oblongos a obovados, ápice entero, emarginado a ligeramente mucronado, 2.0 a 2.5 cm de largo, 1.0 a 2.0 cm de ancho, amarillo-naranja (5YR 6/8, 5YR 6/10); estambres amarillos; estilo rojo; estigma con 9 a 13 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a elípticos, 5.0 a 7.5 cm de largo, 4.0 a 5.0 cm de diámetro, rojo pálido (2.5R 4/10, 2.5R 4/8, 2.5R 4/6), 22 a 32 aréolas, 55 a 65 g de peso; cáscara 0.20 a 0.35 cm de grosor y 20 a 30 g de peso, ligeramente cerosa; cicatriz floral moderadamente deprimida, 0.25 a 0.45 cm de profundidad, 2.0 a 2.5 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide, 4.0 a 4.5 cm de largo, 3.5 a 4.0 de diámetro, pulpa bicolora blanco-rojiza ligeramente brillante (2.5R 4/8, 2.5R 4/6), dulce, jugosidad media, 35 a 40 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares de margen liso, 4.5 a 5.0 mm de largo, 4.0 a 4.5 mm de ancho; castaño claro a marrón amarillentas con ligeros tonos naranja, superficie rugosa; arilo lateral ancho; 150 a 210 semillas normales y 10 a 30 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de agosto a octubre. La coloración de los frutos al madurar inicia a partir de la porción media del fruto más próxima a la cicatriz floral y sigue hacia la base.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Zona Arqueológica de Teotihuacán, límite entre los municipios de San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán, N—19° 41' 21.7" O—98° 50' 45.8", altitud 2294 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 22 (cladodio), 45 (cladodio joven), 68 (flor), 91 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México. Región de las Pirámides: límite entre los municipios de San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán (Zona Arqueológica de Teotihuacán).

Reconocimiento: Arbusto erguido, porte alto y ramificación abierta; cladodios obovados a elípticos, muy gruesos; espinas 1 a 3 por aréola, muy cortas, erectas; flores amarillo-naranja, estilo color rojo; frutos medianos, obovoides a elípticos, oblatos en corte transversal, color rojo pálido; cáscara delgada; pulpa bicolora blanco-rojiza, jugosa, consistencia firme.

Etimología. 'Teotihuacan', palabra náhuatl que se ha interpretado como "lugar donde los hombres se hacen dioses o ciudad de los dioses". Fue una de las civilizaciones más importantes de Mesoamérica durante la época prehispánica.

Observaciones. Se consume sólo localmente como fruto dulce. Los frutos se caracterizan por presentar pulpa bicolora blanco-rojiza, característica que puede ser muy atractiva para el consumidor. Es un cultivar de baja productividad y temporada de maduración tardía. Los frutos presentan tolerancia intermedia a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

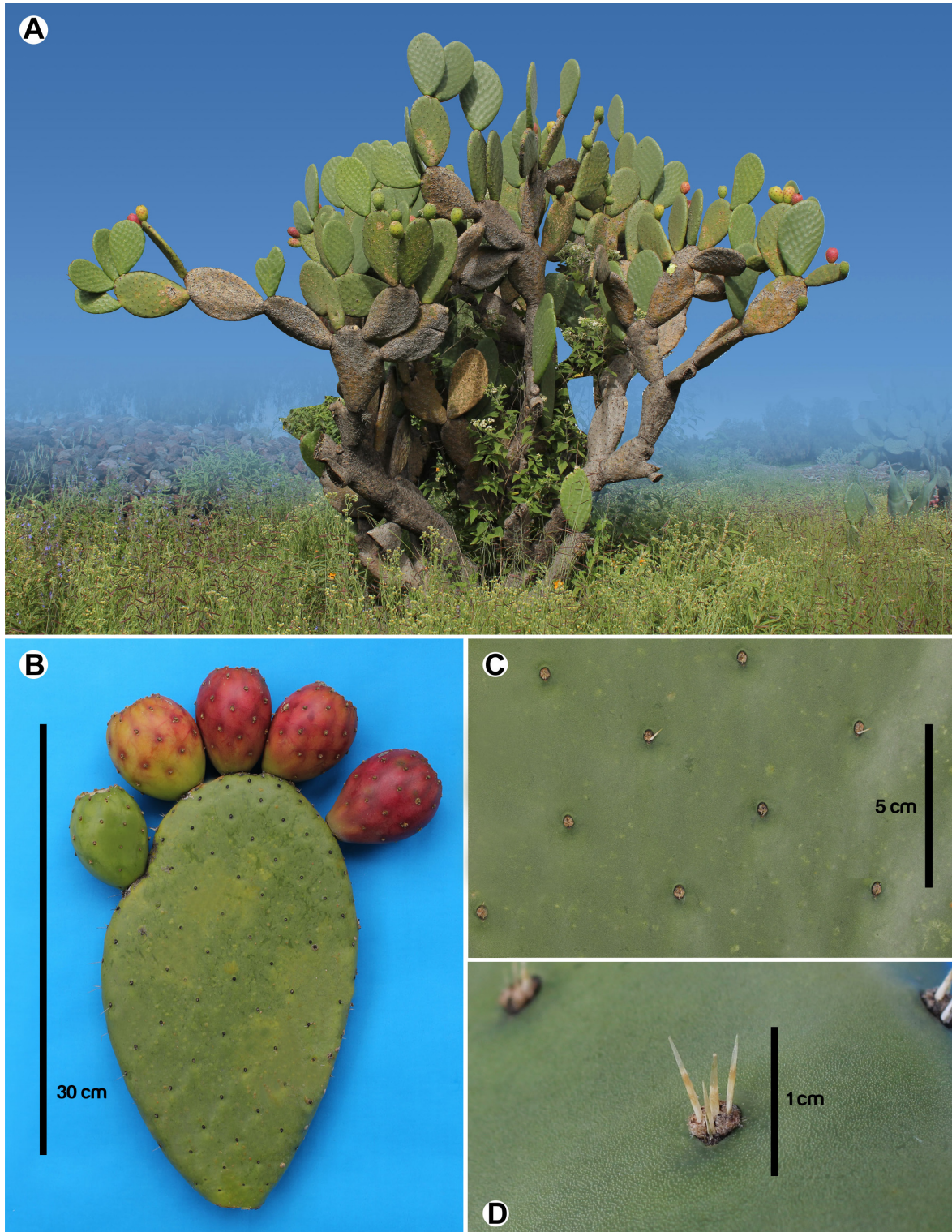


Figura 37. *Opuntia* 'Teotihuacan'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2012.

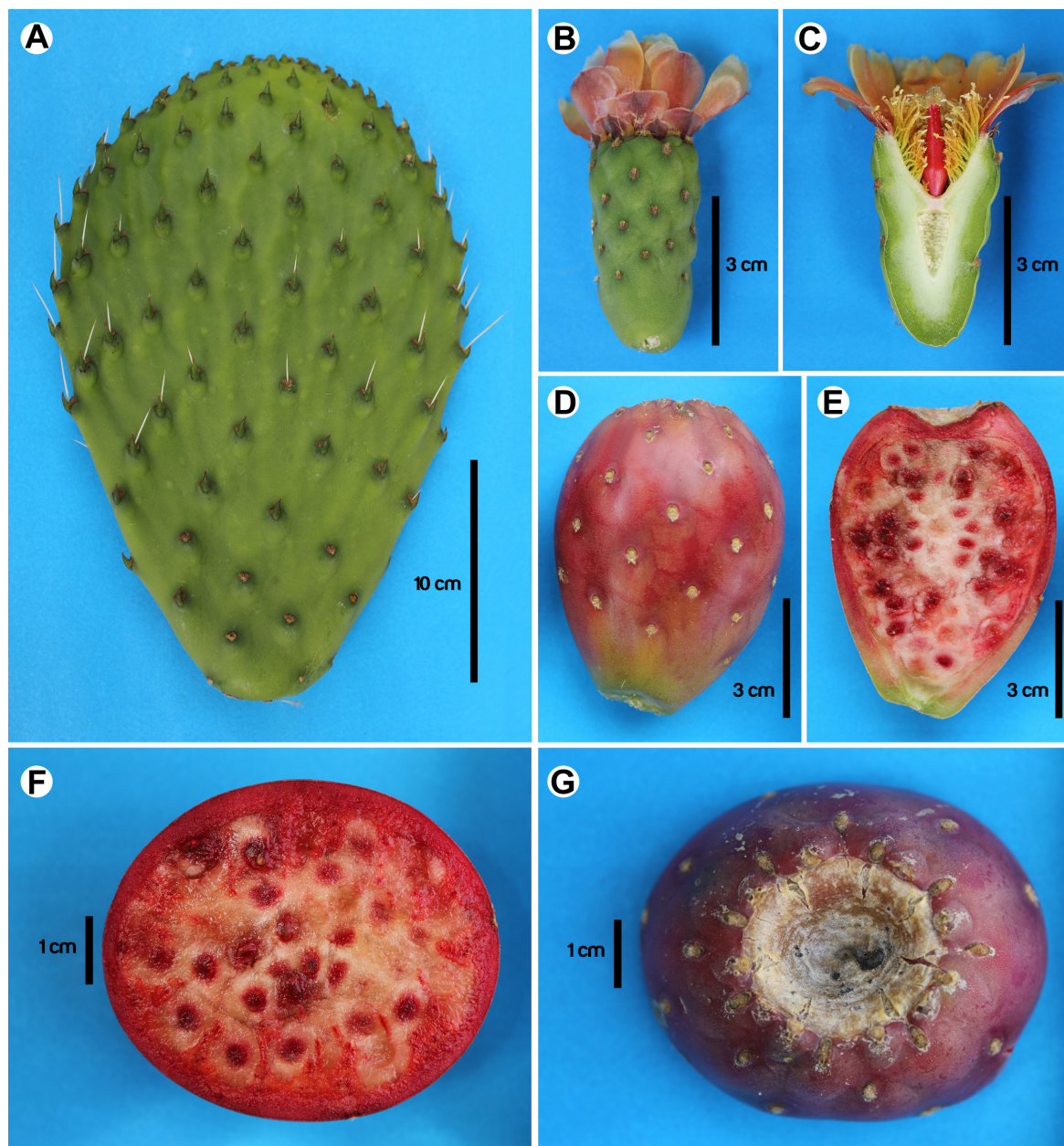


Figura 38. *Opuntia* 'Teotihuacan'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2012.

Opuntia larreyi F.A.C. Weber '**Turquesa**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Robustae

Figuras 39 y 40

Nombres comunes en la región de estudio: tapona, tapona roja.

Nombres comunes en otras zonas del país: tapona, tapón liso, camuesa, tapón pelón.

Arbusto extendido de porte medio; 1.90 a 2.20 m de alto, 2.90 a 3.20 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría difusas y extendidas, algunas erectas. **Cladodios** anchamente obovados a circulares; 35 a 45 cm de largo, 25 a 30 cm de ancho; glabros; verde glauco a grisáceos, cubiertos de una capa grisácea fuertemente cerosa (2.5G 8/2, 5G 8/2, 7.5G 8/2). Aréolas ovadas a elípticas, 0.50 a 0.80 cm de largo, 0.40 a 0.50 cm de ancho, marrón, 35 a 45 por cara del cladodio, ligeramente hundidas, dispuestas en 6 a 8 series, la serie en la porción en la porción más ancha del cladodio con 7 a 9 aréolas, con una separación 5.0 a 6.0 cm. Espinas regularmente ausentes, en ocasiones 1 por aréola, surgen de la base, aciculares a cilíndricas, 0.50 a 1.0 cm de largo, se distribuyen principalmente en los márgenes de la mitad superior de los cladodios, blancas, delgadas, flexibles, erectas, lisas; forma semicircular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitas** anchamente obovados, verde medio recubierto con una capa cerosa grisácea (5GY 5/6, 5GY 4/6, 7.5GY 5/4), podarios prominentes; hojas cónicas, 0.50 a 0.70 cm de largo, verdes; aréolas con indumento marrón; espinas 1 a 2 por aréola, adpresas, se distribuyen en los márgenes de la mitad superior excepto en el ápice. **Flores** 6.5 a 7.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, oblongo a esférico, 3.5 a 4.0 cm de largo, 2.5 a 2.8 cm de diámetro; aréolas circulares con presencia indumento, glóquidas marrón, espinas amarillo-verdosas; perianto abierto amarillo brillante a ligeramente verdoso en los segmentos exteriores (2.5Y 8/10, 5Y 8/8, 5Y 8/10, 5Y 7/10); segmentos exteriores oblongos a obovados, ápice entero, pardo, 1.0 a 2.0 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, estría media verdosa; segmentos interiores obovados, ápice entero a emarginado, 2.5 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 1.8 cm de ancho; estambres y estilo blancos; estigma con 8 a 14 lóbulos, amarillos. **Frutos** obovoides a esféricos, lobulados; 8 a 9.5 cm de largo, 6.5 a 8.0 cm de diámetro; púrpura brillantes (5R 3/6, 5R 3/4, 5R 3/2), 14 a 24 aréolas, 190 a 255 g de peso; cáscara 0.20 a 0.60 cm de grosor, 65 a 100 g de peso, recubierta por una capa cerosa grisácea; cicatriz floral plana a ligeramente deprimida, 0.20 a 0.30 cm de profundidad, 2.5 a 3.0 cm de diámetro, estriada; cavidad del fruto obovoide a esférica, 8.0 a 8.5 cm de largo, 6.5 a 7.0 de diámetro, pulpa púrpura intenso ligeramente brillante (5R 3/6, 5R 3/8, 5R 3/10), dulce, jugosidad media, 125 a 160 g de peso, consistencia suave. **Semillas** lenticulares, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; castaño verdosas a ligeramente grisáceas, superficie lisa; arilo lateral ancho; puede presentar semillas dobles unidas por la cubierta funicular; 450 a 500 semillas normales y 150 a 200 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de febrero a abril y se cosecha de mayo a agosto (principalmente julio). La coloración de los frutos al madurar es uniforme, inicia en la porción del fruto más próxima a la cicatriz floral y sigue hacia la base.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, al oriente de la cabecera municipal; N—19° 42' 33.4" O—98° 49' 17.3", altitud 2304 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 26 (cladodio), 49 (cladodio joven), 72 (flor), 95 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Municipio de Nopaltepec. Carretera México–Tulancingo Km. 43.5. N—19° 42' 56.8" O—98° 49' 05.4", cultivado, A. *Hernández-Pérez* y M. *González-Ledesma 51* (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, San Juan Teotihuacán (San Francisco Mazapa), Axapusco (San Felipe, Santo Domingo), Otumba (Santiago Tolman) y Nopaltepec.

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte medio; cladodios anchamente obovados a circulares, verde glauco a grisáceos; aréolas ovadas a elípticas, ligeramente hundidas; espinas ausentes o 1 por aréola, erectas; flores amarillo brillantes; frutos grandes, obovoides a esféricos, lobulados, púrpura brillantes; cáscara gruesa, con pocas aréolas; pulpa poco jugosa, consistencia suave.

Etimología. 'Turquesa'. La turquesa es un mineral de color azul verdoso que fue muy apreciado por las culturas prehispánicas como piedra preciosa y ornamental; se le asociaba con el agua, la vegetación y la vida.

Observaciones. Principalmente se consume como fruto dulce y los cladodios como forraje. Los frutos también pueden ser empleados en la obtención de colorantes vegetales. Es un cultivar de maduración temprana y productividad media a baja. Los frutos son grandes, lobulados y poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha, por lo que se cosechan aún sin estar completamente maduros. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran un contenido de azúcares de 11.0°Brix.

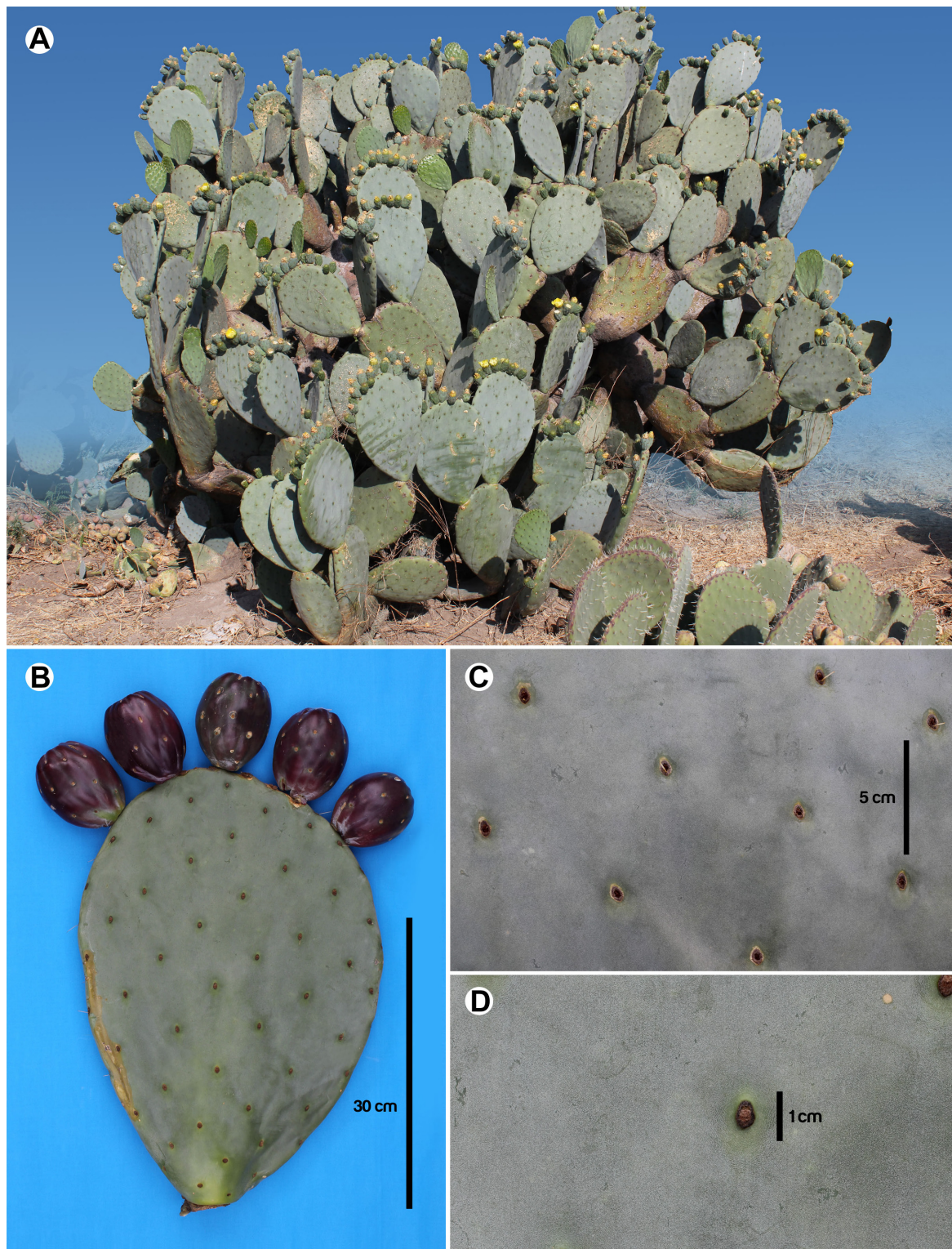


Figura 39. *Opuntia larreyi* 'Turquesa'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Aréola sin espinas. ©Mendoza-Madrigal 2012.

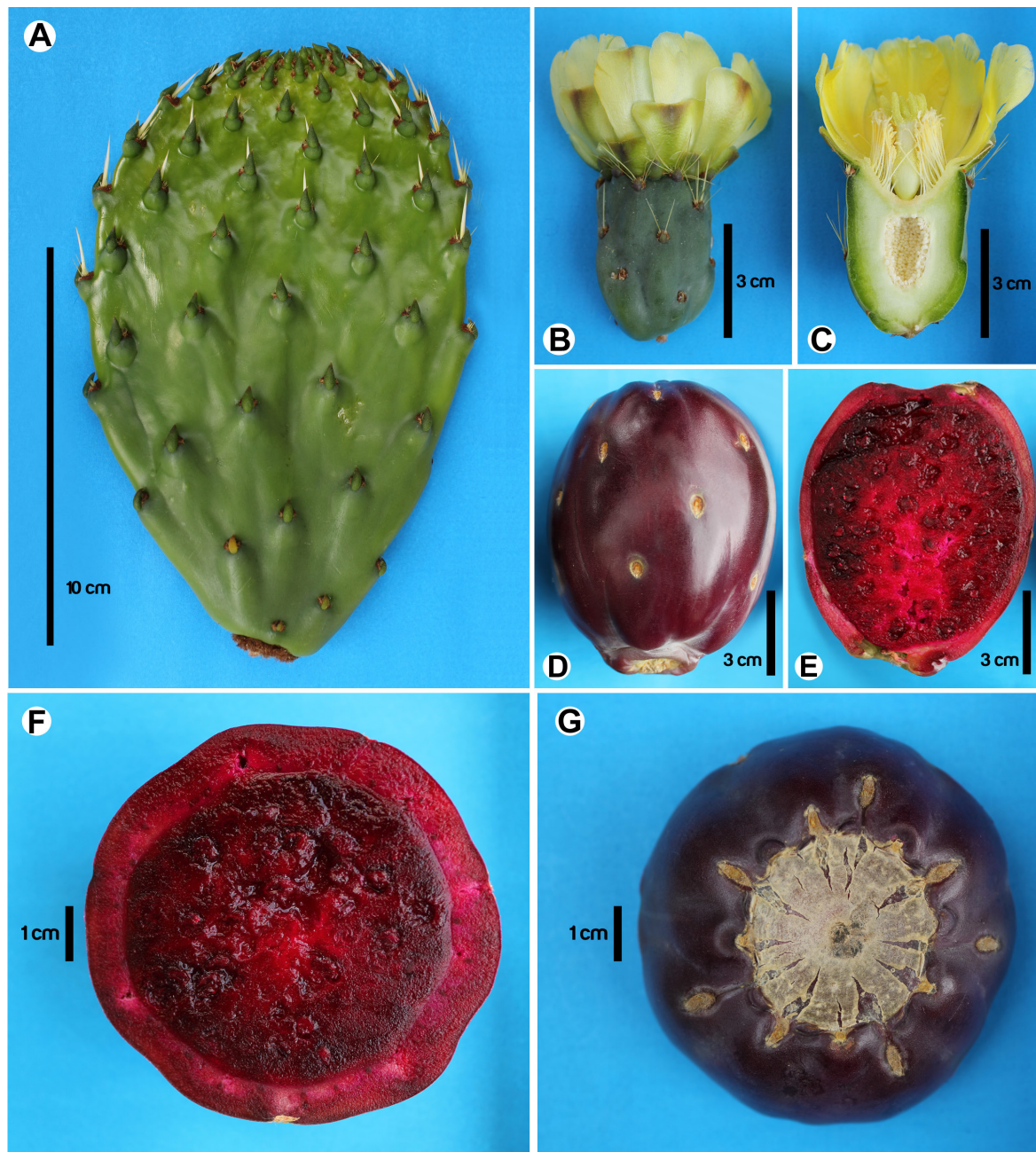


Figura 40. *Opuntia larreyi* 'Turquesa'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2012.

Grupo 4. Xoconostles: Cultivares de frutos ácidos*Opuntia joconostle* F.A.C. Weber 'Atl' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 41 y 42

Nombres comunes en la región de estudio: xoconostle colorado, coloradito, rojo y rojito.

Nombres comunes en otras zonas del país: xoconostle manzano.

Arbusto extendido de porte medio; 1.40 a 1.60 m de alto, 1.50 a 1.60 m de diámetro; corteza castaña; ramas predominantemente extendidas y difusas, algunas erectas. **Cladodios** ampliamente obovados, 25 a 30 cm de largo, 15 a 20 cm de ancho; pubescentes; verde oscuro a grisáceo (2.5GY 7/2 a 5GY 7/4, 5 GY 6/4), comúnmente sin manchas purpúreas alrededor de las aréolas. Aréolas circulares y en ocasiones elípticas, 0.23 a 0.38 cm de largo, 0.21 a 0.36 cm de ancho, marrón, 60 a 65 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 8 a 10 aréolas, con una separación de 2.5 a 3.0 cm. Espinas aciculares a cilíndricas, pequeñas, escasas, 0.75 a 0.85 cm de largo, 1 a 5 por aréola, distribuidas principalmente en los márgenes de la mitad superior del cladodio, amarillas a marrón, ápice y base ambarinos; flexibles, erectas a semierectas, lisas y en ocasiones con estrías longitudinales; forma circular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados a anchamente obovados, verde claro ligeramente amarillentos (2.5GY 6/6, 2.5GY 7/6 a 5GY 7/6), podarios poco prominentes a planos; hojas cónicas, de 0.35 a 0.45 cm de largo, rojizas a purpúreas y ápice ligeramente curvo; aréolas con indumento color marrón amarillento; espinas 1 a 2 por aréola, la mayoría se concentra en la mitad superior. **Flores** 6.0 a 8.0 cm de largo; pericarpelo elíptico a obovoide, 2.5 a 4.5 cm de largo, 2.0 a 3.0 cm de diámetro; aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón amarillento; perianto abierto amarillo pálido (2.5Y 8/8 a 5Y 7/6); segmentos exteriores obovados, ápice mucronado purpúreo, 0.5 a 1.5 cm de largo, 0.5 a 1.5 cm de ancho, amarillo pálido ligeramente verdoso; segmentos interiores anchamente obovados, ápice emarginado a entero, 2.0 a 3.5 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de ancho; estambres amarillos; estilo rosa claro; estigma con 8 a 9 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a elípticos, 4.5 a 7 cm de largo, 3.8 a 5.0 cm de diámetro, rosa claro a púrpura pálido (2.5R 7/6, 2.5R 6/6, 2.5R 5/6), superficie ligeramente cerosa, 30 a 36 aréolas, 40 a 50 g de peso; cicatriz floral ligeramente deprimida, 0.2 a 0.5 cm de profundidad y 2.0 a 2.5 cm de diámetro, estriada; pared interior 0.50 a 1.0 cm de grosor, 30 a 40 g de peso, rosa a naranja (5R 7/4 a 2.5 YR 7/6), ácida; cavidad del fruto esférica, 2.0 a 2.8 cm de largo, 2.2 a 2.6 de diámetro; pulpa rojo a púrpura pálido (2.5R 4/6 a 2.5 R 4/8); 9 a 11 g de peso, consistencia firme. Los frutos una vez maduros se desprenden de la planta. **Semillas** lenticulares globosas a ligeramente esféricas, 3.5 a 4.0 mm de largo, 3.0 a 3.5 mm de ancho; naranja amarillentas con tonos purpúreos, superficie rugosa; arilo lateral estrecho; 80 a 140 semillas normales y 5 a 15 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de abril a junio y se cosecha de noviembre a febrero. Los frutos maduros no permanecen en la planta por lo que su temporada de cosecha es muy reducida; no es común observar flores y frutos maduros en la misma planta. La coloración de los frutos al madurar inicia a partir de la base del fruto y sigue hacia la porción apical.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, cabecera municipal; N—19° 42' 34.3" O—98° 49' 14.7", altitud 2307 msnm; *G. Mendoza Madrigal 29* (cladodio), 52 (cladodio joven), 75 (flor), 98 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, carretera México—Tulancingo, camino a San Pablo; N—19° 42' 07.3" O—98° 48' 53.3", altitud 2312 msnm; *G. Mendoza Madrigal 30* (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, San Juan Teotihuacán, Axapusco (San Felipe, Santo Domingo) y Otumba en la región de las Pirámides. De acuerdo a Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), se distribuye también en algunas zonas del estado de Hidalgo.

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte medio; cladodios ampliamente obovados, verde oscuro a grisáceo; aréolas circulares, marrón; 1 a 5 espinas por aréola, semierectas; flores amarillo-verdosas; frutos pequeños, obovoides a elípticos, deciduos cuando están maduros, rosa claro a púrpura pálido; pared interior 0.50 a 1.00 cm de grosor, ácida; pulpa rojiza a púrpura, consistencia firme.

Etimología. 'Atl', palabra náhuatl que significa agua. Uno de los cuatro elementos de la naturaleza.

Observaciones. Se usa principalmente como condimento en la elaboración de diversos platillos, como frutos cristalizados y/o deshidratados y en la producción de mermeladas. Se caracteriza por tener una temporada de cosecha muy corta; el fruto maduro cae pronto de la planta, razón por la que debe cosecharse rápidamente. El período de maduración y cosecha (noviembre a enero), es distinto al de los xoconostles blanco y cuaresmeño, razón por la que alcanza buenos precios en el mercado. Los frutos tienen una tolerancia media a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), reportan que la cáscara (pared interior) presenta un pH de 3.53, mientras que sus funículos secos alcanzan 4.4°Brix.

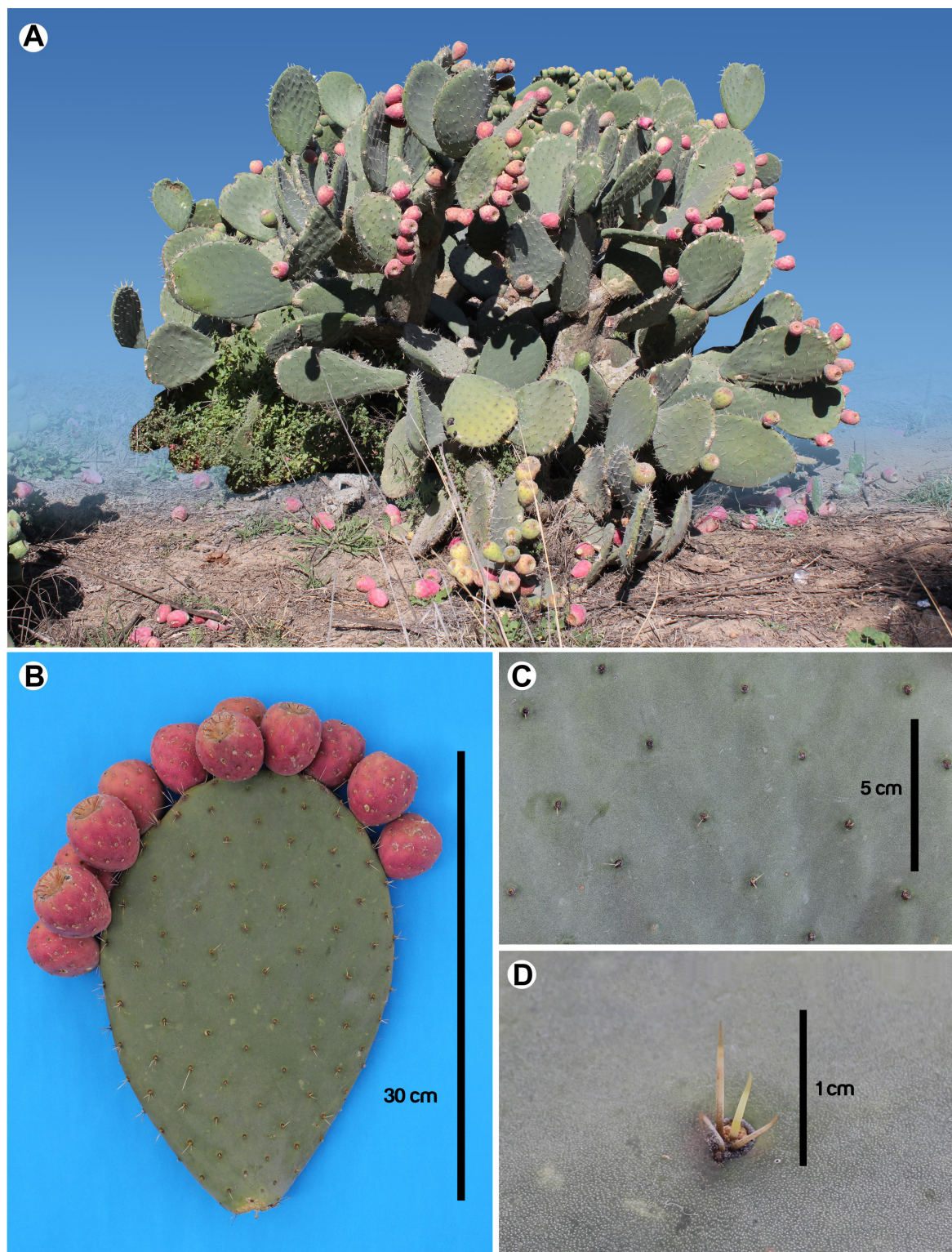


Figura 41. *Opuntia joconostle* 'Atl'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2012.

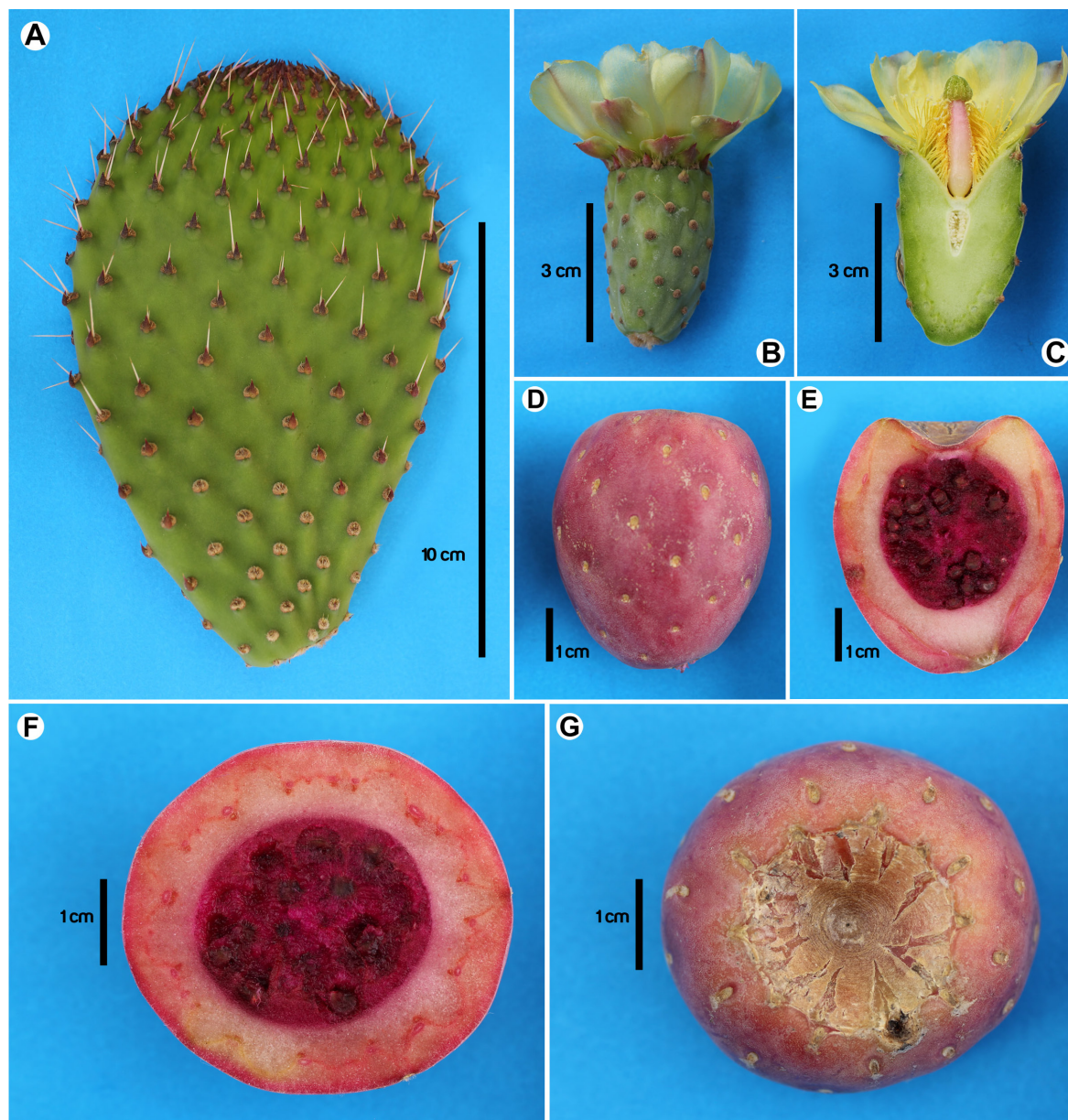


Figura 42. *Opuntia joconostle* 'Atl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madriral 2012.

Opuntia oligacantha C.F. Först. '**Ehecatl**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Leucotrichae

Figuras 43 y 44

Nombres comunes en la región de estudio: borrego, del borrego.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto erguido, porte alto y ramificación abierta; 1.70 a 1.90 m de alto, 1.60 a 1.70 m de diámetro; corteza castaña; ramas principalmente erectas, algunas difusas o extendidas. **Cladodios** ampliamente obovados a obovados, 25 a 35 cm de largo, 15 a 25 cm de ancho; pubescentes; verde pálido a grisáceos (2.5GY 7/2, 2.5GY 7/4, 5GY 7/4). Aréolas circulares, 0.20 a 0.35 cm de largo, 0.2 a 0.3 cm de ancho, marrón amarillento, 77 a 95 por cara del cladodio, dispuestas en 11 a 12 series, la serie de aréolas en la porción más ancha del cladodio con 10 a 13 aréolas, con una separación de 2.5 a 3.0 cm. Espinas aciculares a cilíndricas, 0.9 a 1.5 cm y ocasionalmente hasta 2.0 cm de largo, 4 a 6 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas, delgadas, flexibles, semierectas, lisas; forma circular a elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** ampliamente obovados a circulares, verde claro ligeramente amarillento (2.5GY 7/8, 2.5GY 7/6), podarios planos a poco prominentes; hojas cónicas, 0.20 a 0.30 cm de largo, rojizas a purpúreas, ápice ligeramente curvo; aréolas con indumento marrón amarillento; espinas 1 a 4 por aréola, distribuidas de forma irregular. **Flores** 5.0 a 8.0 cm de largo; pericarpelo obcónico a obovoide, 3.0 a 4.0 cm de largo, 2.0 a 3.0 cm de diámetro; aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón; perianto abierto amarillo pálido a ligeramente brillante (2.5Y 8/10, 2.5Y 8/8, 5Y 8/8); segmentos exteriores obovados, ápice mucronado purpúreo, 1.0 a 2.0 cm de largo, 0.5 a 1.0 cm de ancho, amarillo pálido, estría media verdosa; segmentos interiores oblanceolados a cordados, ápice entero a ligeramente emarginado, 2.0 a 3.5 cm de largo, 1.0 a 1.5 cm de ancho, amarillo claro ligeramente brillante; estambres y estilo blancos; estigma con 7 a 9 lóbulos, verde intenso. **Frutos** obovoides a elípticos, 5.0 a 7.0 cm de largo, 4.0 a 5.0 cm de diámetro, rosa claro a púrpura pálido (2.5R 5/10, 2.5R 5/8, 2.5R 5/6), superficie fuertemente pubescente, 35 a 44 aréolas, 45 a 55 g de peso, espinas gruesas; cicatriz floral fuertemente deprimida, 0.8 a 1.5 cm de profundidad y 2.0 a 2.5 cm de diámetro, estriada; pared interior 0.8 a 1.0 cm de grosor y 35 a 45 g de peso, rosa claro a rojo opaco (2.5R 6/10, 2.5R 6/8, 2.5R 5/8), ácida; cavidad del fruto esférica a elíptica, 2.5 a 3.0 cm de largo, 1.5 a 2.0 de diámetro; pulpa purpúrea brillante (2.5R 6/6, 2.5R 6/4, 2.5R 7/4, 2.5R 8/4), 10 a 15 g de peso, consistencia firme. **Semillas** obovoides globosas a ligeramente esféricas, 3.5 a 4.0 mm de largo, 3.5 a 4.0 de ancho; marrón amarillentas con tonos verdosos y purpúreos, superficie lisa; arilo lateral estrecho; 80 a 150 semillas normales y 5 a 20 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a octubre. La coloración de los frutos al madurar es paulatina y uniforme en toda su superficie. Los frutos maduros permanecen sobre el cladodio durante algún tiempo, pero poco después se desprenden y caen.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Municipios de San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán, Zona arqueológica de Teotihuacán; N—19° 41' 21.8" O—98° 50' 36.7", altitud 2302 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 31 (cladodio), 54 (cladodio joven), 77 (flor), 100 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, oriente-centro de la cabecera municipal; N—19° 42' 01.2" O—98° 49' 45.2", altitud 2314 msnm; *G. Mendoza Madrigal* (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides y San Juan Teotihuacán.

Reconocimiento. Arbusto erguido, porte alto y ramificación abierta; cladodios ampliamente obovados a obovados, verde pálido a grisáceos, pubescentes; 4 a 6 espinas por aréola, semierectas; flores amarillas; frutos pequeños, obovoides a elípticos, rosa claro a púrpura pálido, espinas gruesas; cicatriz floral fuertemente deprimida 0.8 a 1.5 cm; pared interior 0.8 a 1.0 cm de grosor, ácida; pulpa purpúrea brillante.

Etimología. 'Ehecatl', palabra náhuatl que significa aire o viento. Uno de los cuatro elementos de la naturaleza.

Observaciones. Se consume como fruto dulce y también (fruto completo) como condimento en diversos platillos. La pulpa de los frutos es ligeramente dulce y sus paredes internas gruesas y ácidas. La temporada de floración, maduración y cosecha es igual al cultivar de tuna dulce 'Cihuatl'. Es poco cultivado. Los frutos son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

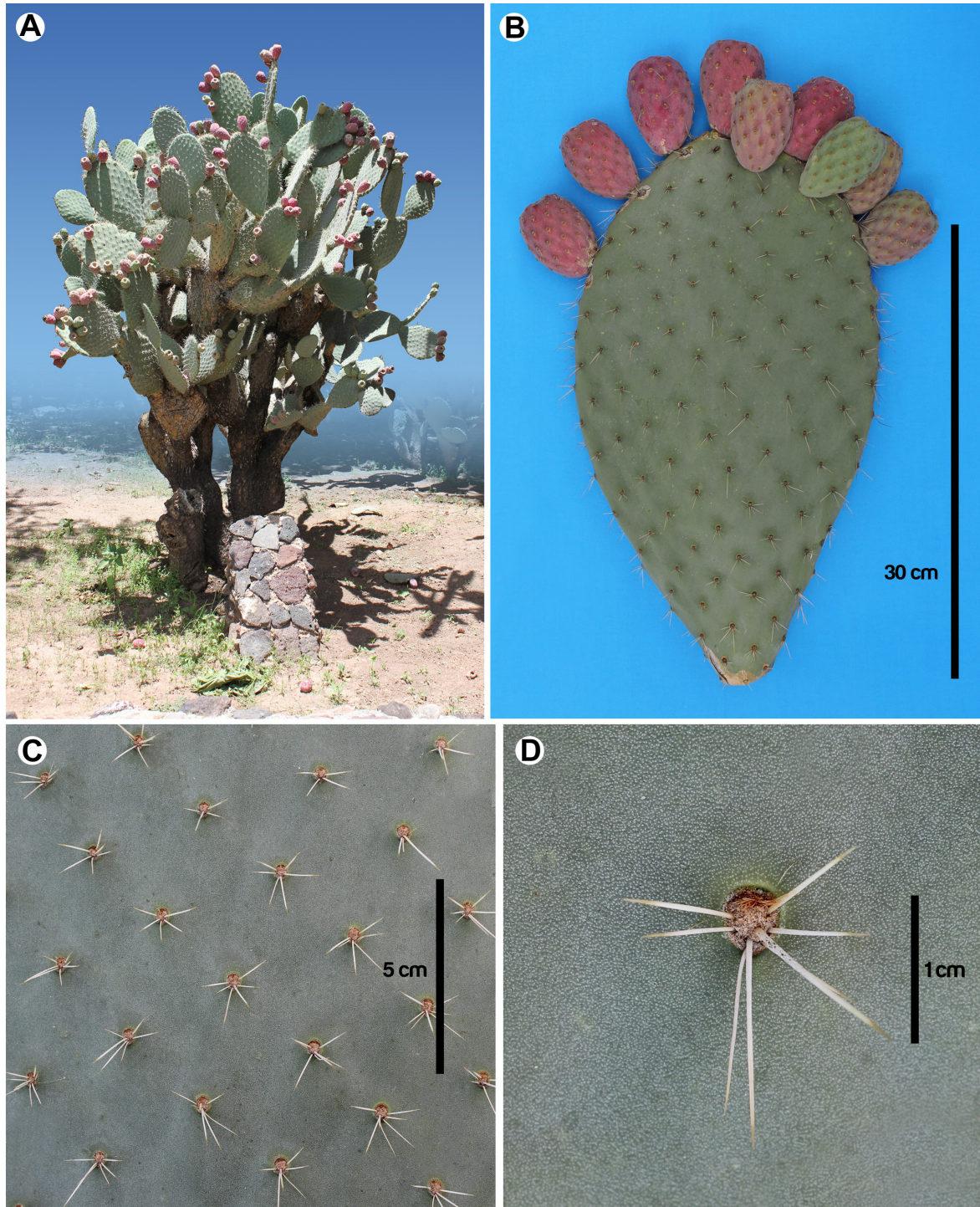


Figura 43. *Opuntia oligacantha* 'Ehecatl'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2012.

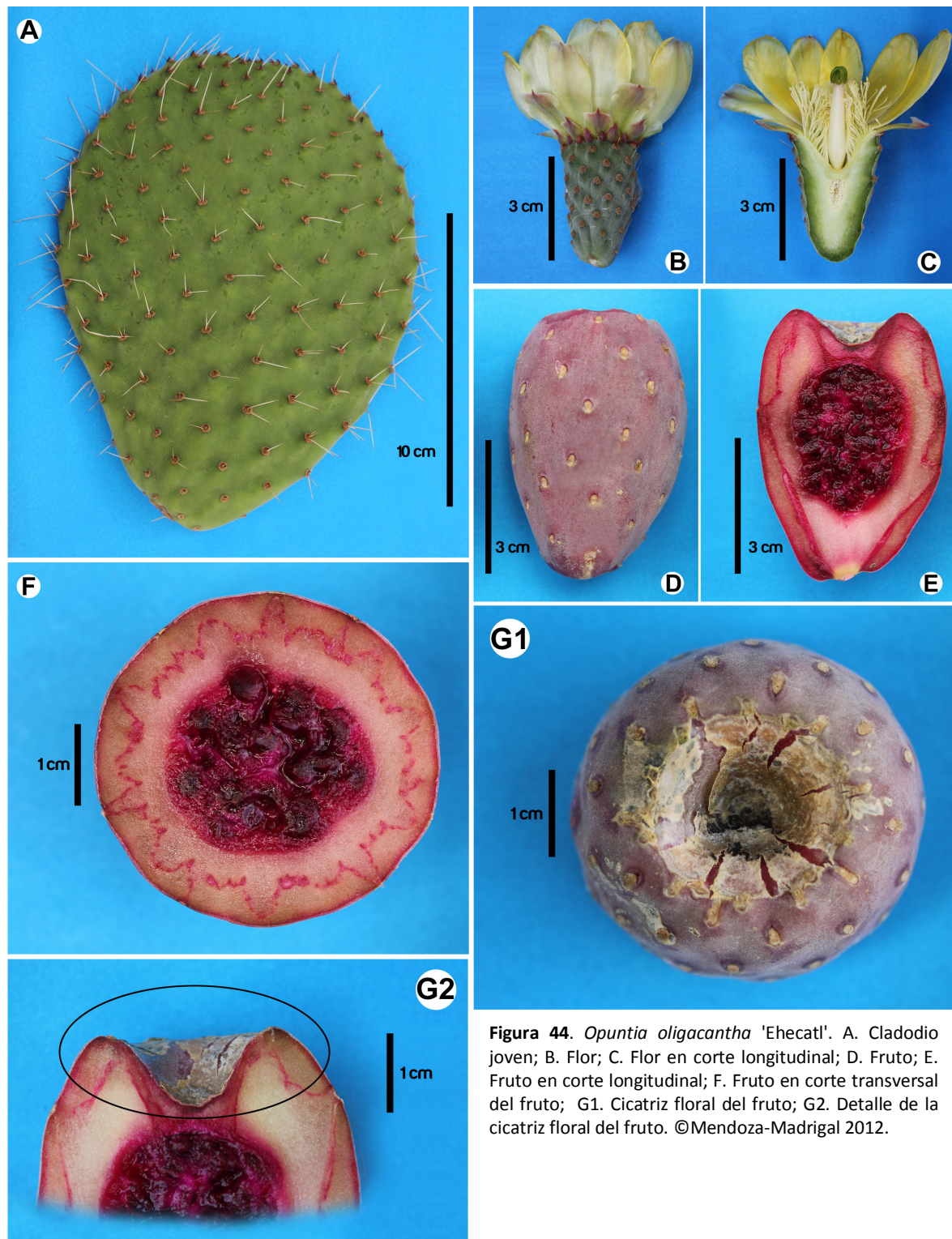


Figura 44. *Opuntia oligacantha* 'Ehecatl'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal del fruto; G1. Cicatriz floral del fruto; G2. Detalle de la cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2012.

Opuntia oligacantha C.F. Först. '**Jaguar**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Leucotrichae

Figuras 45 y 46

Nombres comunes en la región de estudio: xoconostle chivo, borrego, burro, corriente.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto erguido de porte alto; 1.40 a 1.80 m de alto, 1.30 a 1.60 m de diámetro; corteza grisácea; ramas predominantemente erectas, algunas difusas o extendidas. **Cladodios** ampliamente obovados, base estrecha, 25 a 30 cm de largo, 15 a 20 cm de ancho; pubescentes; verde claro, pálido a grisáceos (2.5GY 7/2 a 2.5GY 7/4), recubiertos de una capa cerosa grisácea. Aréolas circulares y en ocasiones elípticas, 0.25 a 0.40 cm de largo, 0.20 a 0.40 cm de ancho, marrón amarillento, 100 a 110 por cara del cladodio, dispuestas en 11 a 12 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 12 a 13 aréolas, con una separación de 2.0 a 2.5 cm. Espinas aciculares largas, 1.0 a 2.0 cm de largo, generalmente una más larga, hasta de 3 cm, 3 a 5 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas a amarillas, ápice y base ambarinos; delgadas, flexibles, semierectas, lisas; forma circular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente obovados, verde amarillentos (2.5GY 7/8 a 2.5GY 7/6), podarios planos a poco prominentes; hojas cónicas, 0.20 a 0.40 cm de largo, verdes con ápice rosado a rojizo; aréolas con abundante indumento marrón claro amarillento; espinas 1 a 4 por aréola, muy delgadas, la mayoría se concentra en los márgenes de los dos tercios superiores. **Flores** 5.5 a 6.5 cm de largo; pericarpelo oblongo a obovoide, 3.0 a 3.5 cm de largo, 2.5 a 3.0 cm de diámetro; aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón amarillento; perianto abierto amarillo moderadamente brillante (2.5Y 8/10, 2.5Y 8/8); segmentos exteriores anchamente obovados, ápice mucronado purpúreo, 0.80 a 1.5 cm de largo, 0.7 a 1.3 cm de ancho, amarillo brillante, estría media verdosa; segmentos interiores cordados, ápice emarginado, 1.5 a 3.0 cm de largo y 1.0 a 2.0 cm de ancho; estambres y estilo blancos; estigma con 6 a 8 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides; 5.0 a 7.0 cm de largo, 4.5 a 5.5 cm de diámetro, rosa-rojo a púrpura pálido (2.5R 4/4 a 5R 4/4), superficie ligeramente cerosa, 42 a 48 aréolas, 64 a 95 g de peso; cicatriz floral ligeramente deprimida, 0.15 a 0.30 cm de profundidad y 2.5 a 3.0 cm de diámetro, estriada; pared interior 0.8 a 1.0 cm de grosor, 47 a 69 g de peso, rosa opaco a rojo claro (2.5R 6/6 a 2.5R 5/6), ácida; cavidad del fruto elíptica a esférica, 2.8 a 3.5 cm de largo, 2.0 a 3.0 cm de diámetro; pulpa rojiza a púrpura brillante (2.5R 4/10 a 5R 3/10); 17 a 27 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares globosas a esféricas, 3.5 a 4.0 mm de largo, 3.5 a 4 mm de ancho; castaño oscuras a marrón, superficie rugosa; arilo lateral estrecho; 160 a 230 semillas normales y 5 a 20 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de abril a junio y se cosecha de noviembre a febrero. Los frutos maduros no permanecen mucho tiempo sobre los cladodios. La coloración de los frutos al madurar inicia en el ápice y sigue hacia la base.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, carretera México-Tuxpan, puente camino a Sn. Pablo; N—19° 42' 05.3" O—98° 48' 25.6", altitud 2309 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 28 (cladodio), 51 (cladodio joven), 74 (flor), 97 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado. MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO, Municipio San Martín de las Pirámides. Carretera México–Tulancingo. N—19° 48' 25.0" O—98° 43' 14.4"; altitud 2400 m; cultivado; A. *Hernández Pérez* y M. *González Ledesma* (HGOM).

Distribución geográfica. MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides (Cabecera municipal y Santa María Palapa), Otumba (Santiago Tolman) y Axapusco.

Reconocimiento. Arbusto erguido de porte alto; cladodios ampliamente obovados, base estrecha, verde pálido a grisáceos; aréolas 100 a 110 por cara del cladodio; 3 a 5 espinas por aréola, largas, semierectas; flores amarillas; frutos medianos, obovoides, rojizos a purpúreos, pared interior 0.80 a 1.00 cm de grosor, ácida; pulpa rojiza a púrpura brillante.

Etimología. 'Jaguar'. El jaguar fue un animal muy importante en la mitología teotihuacana; se encuentra representado en diversos objetos y murales.

Observaciones. El fruto se usa como condimento en la elaboración de diversos platillos. En la región de Las Pirámides, es común encontrarlo como parte de otros cultivos de *Opuntia* de frutos dulces. Los frutos de éste cultivar son los de mayor tamaño entre los cultivares de frutos ácidos. La temporada de cosecha es hacia finales de año e inicios del siguiente. Los frutos maduros no permanecen mucho tiempo en la planta y son poco tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

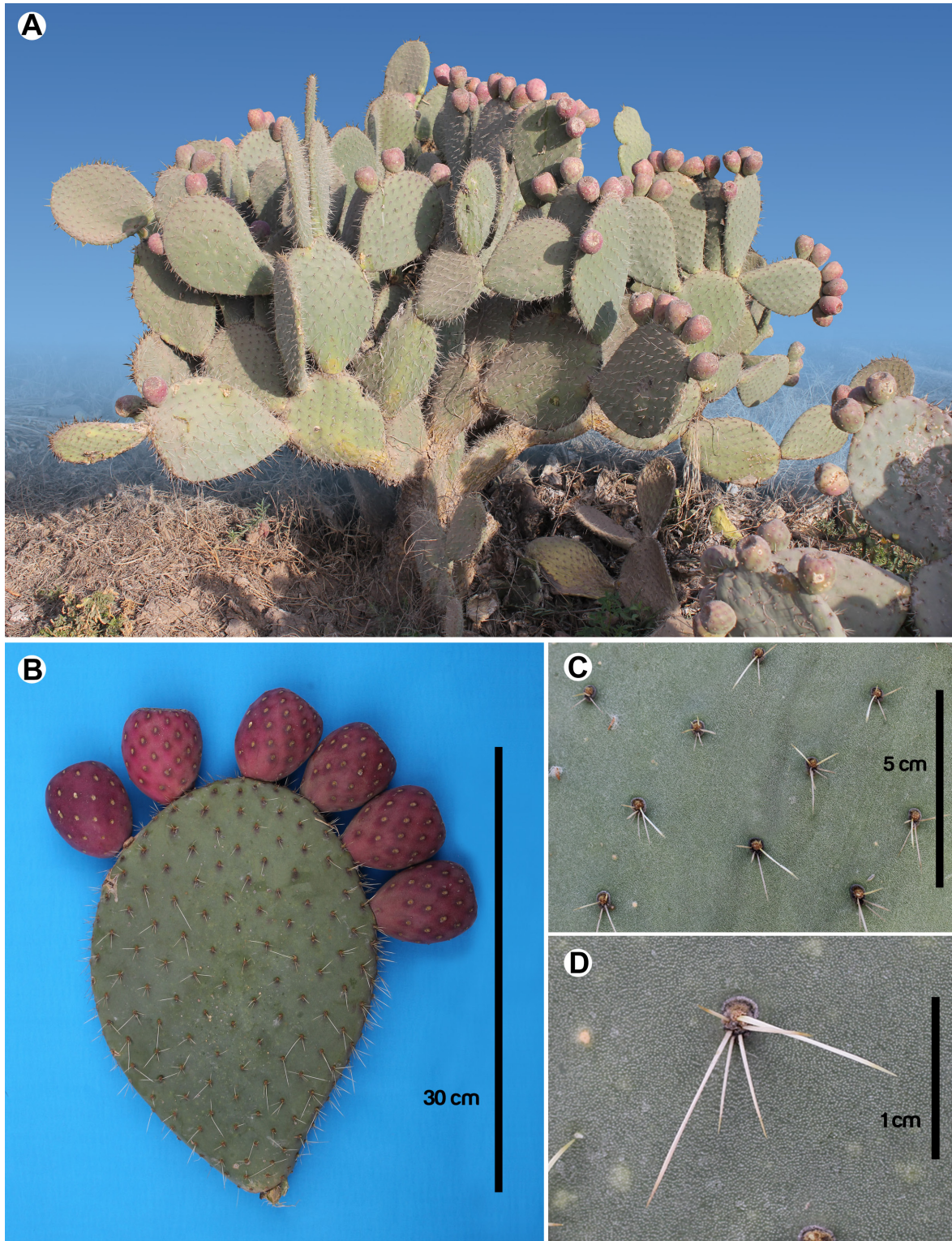


Figura 45. *Opuntia oligacantha* 'Jaguar'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2010.

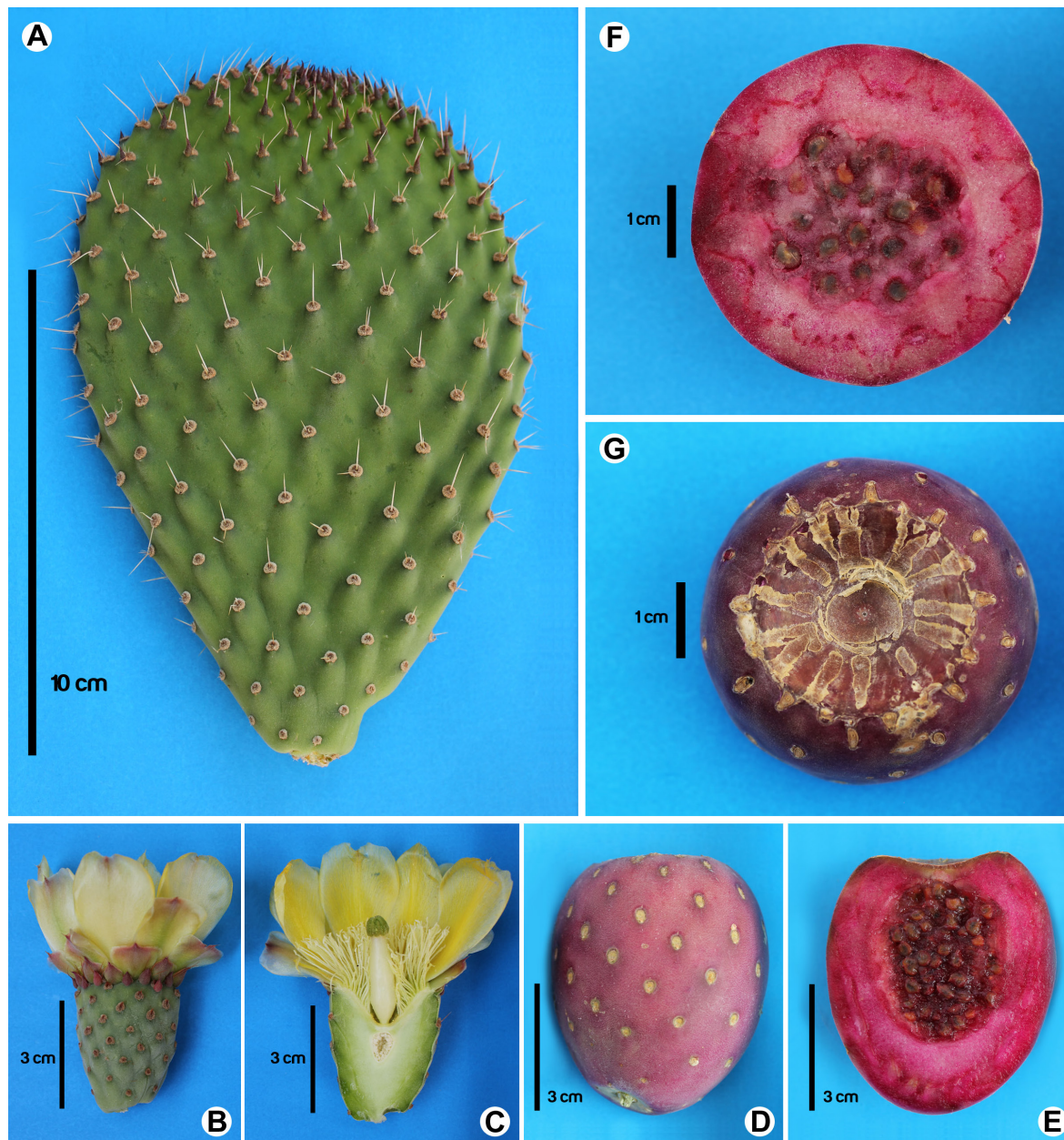


Figura 46. *Opuntia oligacantha* 'Jaguar'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madriral 2010.

Opuntia matudae Scheinvar '**Tlalli**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 47 y 48

Nombres comunes en la región de estudio: xoconostle cuaresmeño.

Nombres comunes en otras zonas del país: xoconostle cuaresmero, chapeadito.

Arbusto extendido de porte medio; 1.30 a 1.60 m de alto, 1.60 a 1.70 m de diámetro; corteza castaña; ramas predominantemente extendidas y difusas, algunas reclinadas o erectas. **Cladodios** ampliamente obovados, 25 a 30 cm de largo, 15 a 20 cm de ancho; glabros; verde-amarillentos (2.5GY 7/4 y 5GY 7/4), con manchas purpúreas (2.5R 5/6 y 2.5R 5/4) alrededor de las aréolas, principalmente en la cara expuesta al sol. Aréolas circulares y en ocasiones elípticas, 0.27 a 0.43 cm de largo, 0.25 a 0.36 cm de ancho, marrón a grisáceas, 59 a 69 por cara del cladodio, dispuestas en 9 a 10 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 9 a 10 aréolas, con una separación de 3.0 a 3.5 cm. Espinas aciculares cortas a cónicas, 0.5 a 1.0 cm de largo, 2 a 4 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, amarillas a blancas, ápice y base ambarinos; delgadas, flexibles, semierectas a erectas, lisas y en ocasiones con estrías longitudinales; forma circular en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** ampliamente obovados, verde opacos ligeramente amarillentos (2.5GY 7/6 y 2.5GY 7/8), podarios planos a poco prominentes; hojas cónicas, 0.30 a 0.42 cm de largo rosadas a rojizas; aréolas con indumento marrón claro; espinas 1 a 3 por aréola, la mayoría se concentra en los márgenes de los dos tercios superiores. **Flores** 5.5 a 7.5 cm de largo; pericarpelo obovoide, oblongo a elíptico, 3.0 a 4.0 cm de largo y 2.5 a 3.0 cm de diámetro; aréolas semicirculares con indumento y glóquidas marrón amarillento; perianto abierto amarillo verdoso ligeramente pálido (5Y 8/8 y 5Y 8/6 a 2.5Y 8/8); segmentos exteriores rómbicos a obovados, ápice mucronado purpúreo a rojizo, de 0.60 a 2.0 cm de largo, 0.70 a 1.5 cm de ancho, amarillo ligeramente verdosos, estría media purpúrea; segmentos interiores oblongos, obovados a cordados, ápice ligeramente mucronado, entero a emarginado, 2.0 a 3.5 cm de largo y 1.0 a 2.5 cm de ancho; estambres amarillos; estilo rosa; estigma con 9 a 11 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a esféricos, 4.5 a 6 cm de largo y 4.5 a 5.5 cm de diámetro, rosa claro a rosa pálido (5R 7/4, 2.5R 7/4), superficie moderadamente cerosa, 30 a 36 aréolas, 55 a 85 g de peso; cicatriz floral moderadamente deprimida, 0.50 a 0.90 cm de profundidad y 2.7 a 3.0 cm de diámetro, estriada; pared interior 1.0 a 1.5 cm de grosor y 45 a 70 g de peso, blanco a verde claro (5Y 8/4), ácida; cavidad del fruto esférica a elíptica, 2.0 a 3.0 cm de largo, 1.7 a 2.0 de diámetro; pulpa rosa-púrpura brillante (2.5R 6/6, 2.5R 5/6 y 2.5R 6/8), 15 a 20 g de peso, consistencia firme. Los frutos maduros permanecen en la planta por varios meses. **Semillas** obovoides globosas a ligeramente esféricas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.5 a 4.0 mm de ancho; castaño claras con tonos rosados, superficie rugosa; arilo lateral ancho a moderadamente ancho; 160 a 230 semillas normales y 20 a 50 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de mayo a septiembre y se cosecha de noviembre a febrero. Los frutos maduros pueden permanecer sobre los cladodios durante varios meses, por lo que es común observar flores y frutos maduros en la misma planta. La pigmentación de los frutos al madurar es irregular pero generalmente inicia a partir de las aréolas del ápice.

Estándar nomenclatural MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio San Martín de las Pirámides, carretera México—Tulancingo, camino a San Pablo; N—19° 42' 07.3" O—98° 48' 53.3", altitud 2312 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 27 (cladodio), 50 (cladodio joven), 73 (flor), 96 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, camino a Cuautlancingo, Otumba; N—19° 41' 24.8" O—98° 48' 28.4", altitud 2318 msnm; *G. Mendoza Madrigal* 42 (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides, San Juan Teotihuacán, Temascalapa, Axapusco (San Felipe, Santo Domingo) y Otumba (Santiago Tolman) en la región de las Pirámides. De acuerdo a Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), se localiza también en algunas zonas del estado de Hidalgo (Villa de Tezontepec).

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte medio; cladodios ampliamente obovados, verde-amarillentos, con manchas purpúreas alrededor de las aréolas; 2 a 4 espinas por aréola, semierectas; flores amarillo-verdosas; frutos pequeños, obovados a esféricos, persistentes cuando maduran, rosa claro a pálido; pared interior 1.0 a 1.5 cm de grosor, ácida; pulpa rosa-púrpura brillante.

Etimología. 'Tlalli', palabra náhuatl que significa tierra. Uno de los cuatro elementos de la naturaleza.

Observaciones. Se usa principalmente como condimento en la elaboración de diversos platillos (salsas, guisos); y como frutos cristalizados y/o deshidratados. Representa el cultivar de xoconostle más ampliamente cultivado en México y en la región de Las Pirámides. El área plantada con éste cultivar se estima superior a las 650 hectáreas (Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo, 2011). Presenta alta productividad y temporada de maduración tardía. Los frutos permanecen en la planta durante varios meses y son muy tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), registran para la cáscara (pared interior) un pH de 3.07.

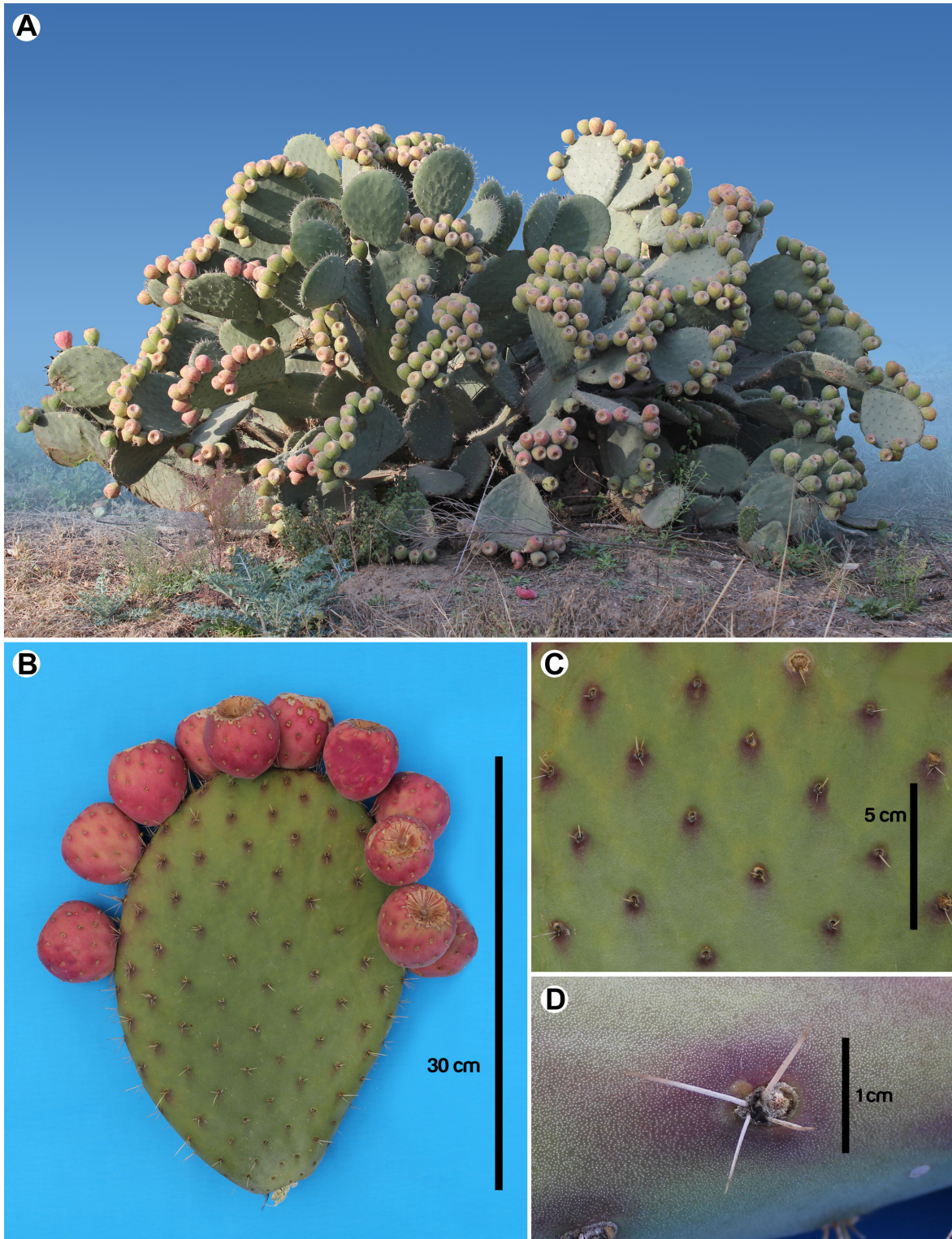


Figura 47. *Opuntia matudae* 'Tlalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréola; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2010.

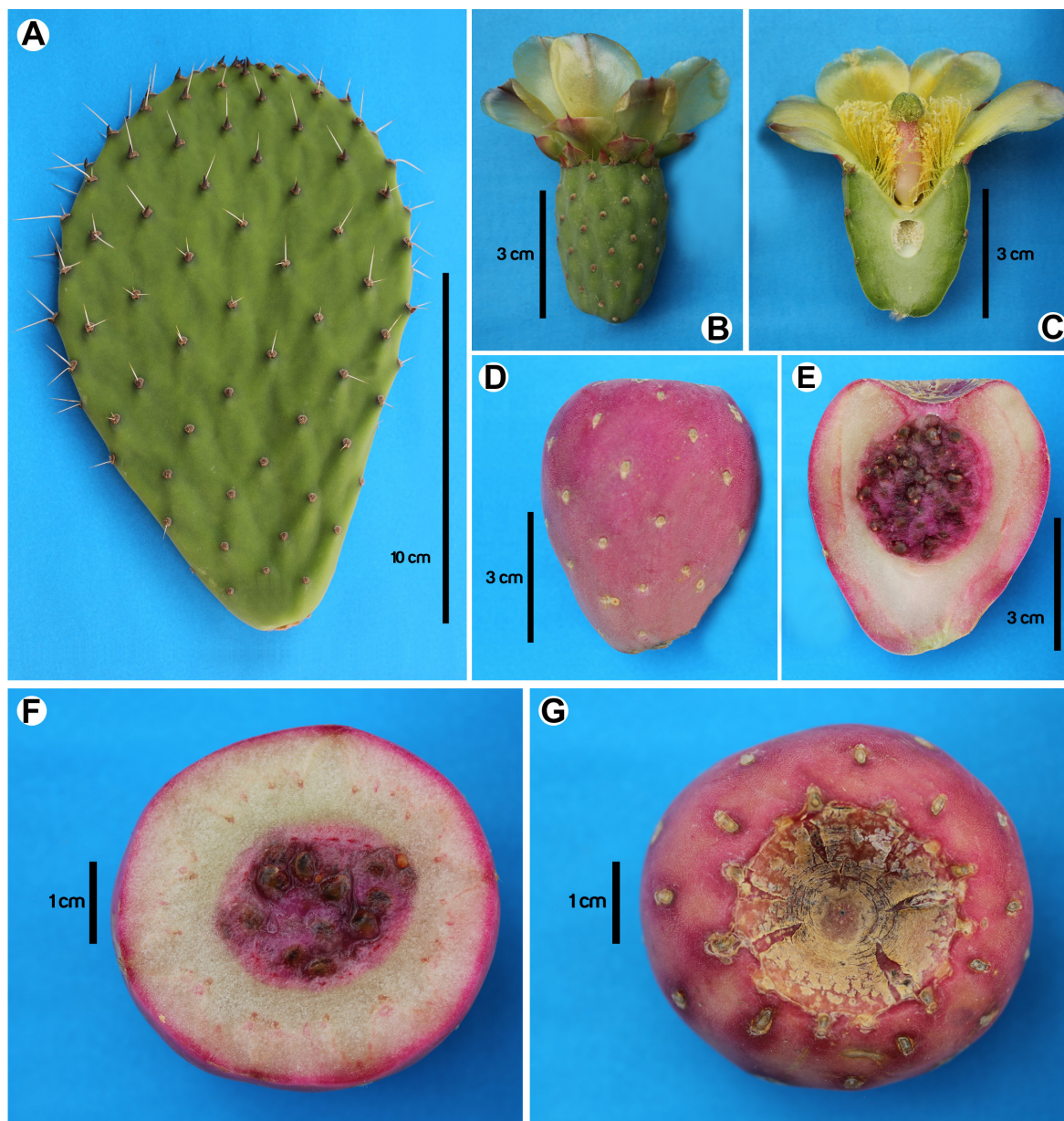


Figura 48. *Opuntia matudae* 'Tlalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madriral 2010.

Opuntia joconostle F.A.C. Weber '**Tonalli**' nombre nuevo de cultivar

Serie: Streptacanthae

Figuras 49 y 50

Nombres comunes en la región de estudio: xoconostle blanco.

Nombres comunes en otras zonas del país: xoconostle blanco, cenizo, burro.

Arbusto extendido de porte medio; 1.60 a 1.90 m de alto, 2.0 a 2.50 m de diámetro; corteza grisácea; ramas en su mayoría extendidas y difusas, algunas reclinadas y erectas. **Cladodios** ampliamente obovados, 25 a 30 cm de largo, 15 a 20 cm de ancho; glabros; verde pálido, recubiertos de una capa cerosa grisácea, ligeras manchas purpúreas (2.5R 7/4, 2.5R 6/4) alrededor de las aréolas, principalmente en la cara expuesta a la sol (7.5GY 6/4, 7.5GY 6/2, 7.5GY 7/2). Aréolas circulares, 0.23 a 0.34 cm de largo, 0.2 a 0.3 cm de ancho, negras, 45 a 60 por cara del cladodio, dispuestas en 8 a 9 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 8 a 10 aréolas, con una separación de 2.5 a 3.0 cm. Espinas aciculares a cilíndricas cortas, 0.8 a 1.2 cm de largo, 2 a 4 por aréola, distribuidas principalmente en los márgenes del cladodio, blancas, ápice ambarino; delgadas, quebradizas, semierectas, dirigidas hacia la base del cladodio, lisas; forma circular a elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** obovados, verde claro ligeramente amarillentos (2.5GY 7/8 a 2.5GY 7/6), podario plano a poco prominente; hojas cónicas, 0.3 a 0.4 cm de largo, purpúreas; aréolas con indumento marrón; espinas 1 a 2 por aréola, delgadas, la mayoría se concentra en los dos tercios superiores. Flores 6.5 a 8.0 cm de largo; pericarpelo obovoide a obcónico, 3.5 a 4.5 cm de largo, 2.0 a 3.0 cm de diámetro, aréolas circulares con indumento y glóquidas marrón amarillento; segmentos exteriores del perianto obovados a rómbicos, ápice mucronado, purpúreo, 0.5 a 1.0 cm de largo, 0.5 a 1.0 cm de ancho, amarillo pálido ligeramente verdoso (2.5Y 8/10, 5Y 7/10, 5Y 7/8), estría media purpúrea; segmentos interiores del perianto obovados, ápice entero a emarginado, 2.5 a 3.5 cm de largo, 1.5 a 2.0 cm de ancho, amarillo brillante (2.5Y 8/10, 5Y 8/10); estambres amarillos; estilo rosado; estigma con 7 a 9 lóbulos, verde claro. **Frutos** obovoides a esféricos, 4.5 a 6.5 cm de largo, 4 a 5 cm de diámetro, verde pálido (2.5GY 8/6 y 2.5GY 8/4), superficie ligeramente cerosa, 24 a 30 aréolas, 45 a 75 g de peso; cicatriz floral ligera a moderadamente deprimida, 0.15 a 0.30 cm de profundidad y 2.5 a 2.75 cm de diámetro, estriada; pared interior 1.0 a 1.25 cm de grosor y 48 a 58 g de peso, verde claro (2.5GY 8/4, 2.5GY 8/2), ácida; cavidad del fruto elíptica a obovoide, 3 a 3.5 cm de largo, 2.0 a 2.3 de diámetro; pulpa rosada a verde claro (2.5R 8/2, 2.5R 7/4, 2.5GY 8/2), 9 a 15 g de peso, consistencia firme. Los frutos maduros permanecen en la planta por varios meses. **Semillas** obovoides, lenticulares globosas a esféricas, 3.5 a 4.0 mm de largo, 3.0 a 3.5 mm de ancho; marrón amarillentas a naranja amarillentas, superficie lisa; arilo lateral estrecho; 110 a 170 semillas normales y 10 a 30 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de mayo a agosto y se cosecha de noviembre a febrero. Los frutos maduros pueden permanecer sobre los cladodios durante varios meses, por lo que es común observar flores y frutos maduros en la misma planta. La pigmentación de los frutos al madurar es progresiva y uniforme.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio. San Martín de las Pirámides, carretera a Otumba; N—19° 42' 26.7" O—98° 46' 30.4", altitud 2340 msnm; G. *Mendoza Madrigal 30* (cladodio), 53 (cladodio joven), 76 (flor), 99 (semillas) (HGOM).

Material adicional examinado: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Límite entre los municipios de San Martín de las Pirámides y Otumba. Carretera México – Tulancingo; N—19° 48' 25.0" O—98° 43' 14.4", altitud 2400 m; A. *Hernández Pérez* y M. *González Ledesma* (HGOM).

Distribución geográfica. MÉXICO. Estado de México. Región de las Pirámides: San Martín de las Pirámides y Otumba. De acuerdo a Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), se localiza también en algunas zonas del estado de Hidalgo.

Reconocimiento. Arbusto extendido de porte medio; cladodios ampliamente obovados, verde pálido, recubiertos de una capa cerosa grisácea; aréolas negras, con ligeras manchas purpúreas a su alrededor, 45 a 60 por cara del cladodio; 2 a 4 espinas por aréola, semierectas; frutos pequeños, obovados a esféricos, persistentes cuando maduran, verde pálido; pulpa rosada a verde claro.

Etimología. 'Tonalli', palabra náhuatl; se interpreta como verano o calor del sol.

Observaciones. Se usa principalmente como condimento en la elaboración de diversos platillos, como frutos cristalizados y deshidratados. En la región de Las Pirámides su cultivo es menos común que el de los cultivares cuaresmeño y colorado. Las principales áreas de cultivo se ubican en los límites de los municipios de San Martín de las Pirámides y Otumba. Las características más apreciadas en éste cultivar son su alta productividad y una extensa temporada de cosecha. Los frutos pueden permanecer en la planta durante varios meses y son muy tolerantes a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha. Gallegos-Vázquez y Mondragón-Jacobo (2011), reportan que la cáscara (pared interior) presenta un pH de 3.07, mientras que en sus funículos el contenido de sólidos solubles (contenido de azúcares) alcanza 3.29 °Brix.

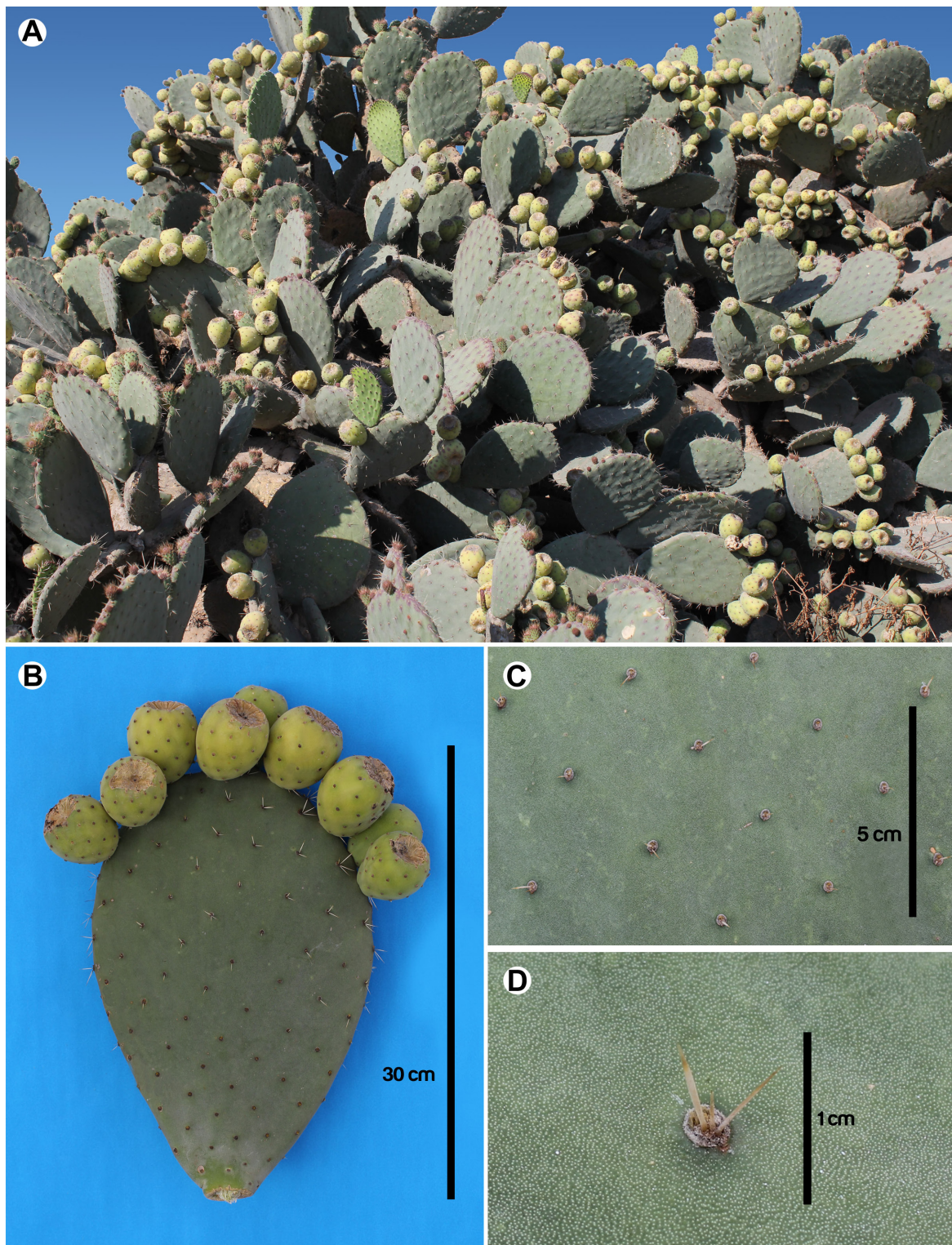


Figura 49. *Opuntia joconostle* 'Tonalli'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madrigal 2011.

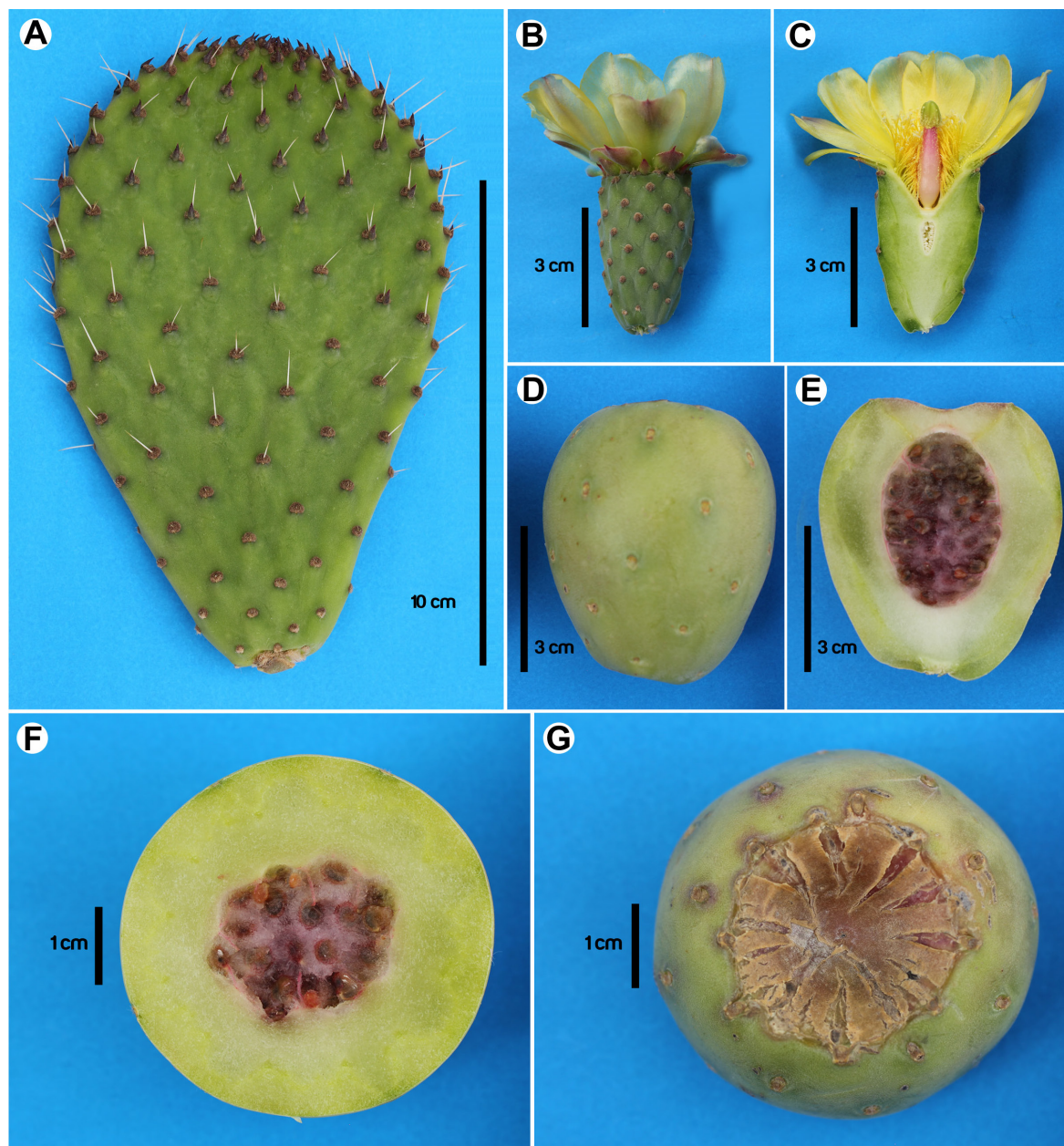


Figura 50. *Opuntia joconostle* 'Tonalli'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2011.

Grupo 5. Xocotunas: Cultivares de frutos agridulces***Opuntia* 'Venus' nombre nuevo de cultivar**Serie: *Streptacanthae*

Figuras 51 y 52

Nombres comunes en la región de estudio: xocotuna.

Nombres comunes en otras zonas del país: no se conocen.

Arbusto extendido de porte medio; 1.65 a 1.75 m de alto, 1.50 a 1.65 m de diámetro; corteza castaña; ramas en su mayoría difusas y erectas, algunas extendidas. **Cladodios** ampliamente obovados, 35 a 45 cm de largo, 20 a 25 cm de ancho; glabros; verde amarillentos a grisáceos, cubiertos de una capa transparente moderadamente cerosa (2.5GY 7/6, 2.5GY 7/4, 5GY 7/4). Aréolas elípticas a ligeramente obovadas, 0.43 a 0.55 cm de largo, 0.27 a 0.36 cm de ancho, grisáceas, 38 a 44 por cara del cladodio, hundidas, dispuestas en 8 a 9 series, la serie en la porción más ancha del cladodio con 8 a 9 aréolas, con una separación de 4.0 a 4.5 cm. Espinas cilíndricas a aciculares, 0.9 a 1.3 cm de largo, 2 a 5 por aréola, distribuidas de forma uniforme en todo el cladodio, blancas a grisáceas, delgadas, flexibles, erectas, lisas; forma circular a elíptica en sección transversal en la parte media. **Cladodios jóvenes o nopalitos** anchamente elípticos, verde claro ligeramente amarillento (2.5GY 7/6, 5GY 7/6, 2.5GY 7/8), podarios poco prominentes; hojas cónicas, 0.35 a 0.50 cm de largo, verdosas, ápice purpúreo; aréolas con indumento marrón amarillento; espinas 1 a 3 por aréola, dirigidas hacia el ápice del cladodio, distribuidas de forma uniforme. **Flores** 5.0 a 6.0 cm de largo; pericarpelo obovoide, oblongo a elíptico, 3.0 a 4.0 cm de largo, 2.3 a 2.7 cm de diámetro; aréolas elípticas a semicirculares, glóquidas amarillo-verdosas, indumento marrón amarillento; perianto abierto amarillo brillante a ligeramente verdoso (2.5Y 8/10, 5Y 8/10, 5Y 7/10, 5Y 7/8); segmentos exteriores obovados a rómbicos, ápice mucronado rojizo a purpúreo, 0.7 a 1.5 cm de largo, 0.6 a 1.6 cm de ancho, amarillo verdosos; segmentos interiores obovados a cordados, ápice emarginado a entero, 2.0 a 3.0 cm de largo, 1.0 a 2.4 cm de ancho, amarillo brillantes; estambres amarillos; estilo rosado; estigma con 10 a 12 lóbulos, verde claro. **Frutos** esféricos a obovoides, 5 a 7.0 cm de largo, 4.0 a 5.0 cm de diámetro, rojo brillantes (2.5R 5/10, 2.5R 4/10, 5R 3/10), superficie ligeramente cerosa, 20 a 24 aréolas, 58 a 99 g de peso; cicatriz floral ligeramente deprimida, 0.2 a 0.4 cm de profundidad, 2.5 a 3.0 cm de diámetro, estriada; pared interior 0.50 a 1.00 cm de grosor, 40 a 78 g de peso, rosa pálido a rojo claro (5R 7/6, 5R 8/4), ligeramente ácida (agridulce), jugosidad media; cavidad del fruto esférica, 3.5 a 4.0 cm de largo, 3.0 a 3.5 de diámetro; pulpa rojiza ligeramente brillante (2.5R 4/8, 2.5R 4/6, 2.5R 4/10, 5R 3/10), dulce, 20 a 28 g de peso, consistencia firme. **Semillas** lenticulares globosas a ligeramente esféricas, 4.0 a 4.5 mm de largo, 3.0 a 3.5 mm de ancho; castaño claras a marrón amarillentas, superficie ligeramente rugosa; arilo lateral ligeramente ancho; 130 a 190 semillas normales y 10 a 35 abortivas por fruto.

Fenología. Florece de marzo a junio y se cosecha de julio a octubre. Los frutos al madurar pueden permanecer sobre el cladodio durante algún tiempo, pero poco después se desprenden y caen. El proceso de coloración de los frutos al madurar es gradual y uniforme en toda su superficie.

Estándar nomenclatural: MÉXICO. ESTADO DE MÉXICO: Mpio San Martín de las Pirámides, cabecera municipal; N—19° 41' 40.8", O—98° 49' 13.1", altitud 2297 msnm; *G. Mendoza Madrigal 32* (cladodio), 55 (cladodio joven), 78 (flor), 101 (semillas) (HGOM).

Distribución geográfica: MÉXICO. Estado de México: San Martín de las Pirámides.

Reconocimiento: Arbusto extendido de porte medio; cladodios ampliamente obovados, verde-amarillentos a grisáceos; aréolas hundidas, grisáceas; 2 a 5 espinas por aréola, erectas; flores amarillo-verdosas; frutos medianos, esféricos a obovoides, rojo brillantes; pared interior 0.50 a 1.00 cm de grosor, ligeramente ácida (agridulce); pulpa dulce, rojiza, ligeramente brillante.

Etimología. 'Venus', Diosa romana relacionada con el amor, la belleza y la fertilidad; desempeñaba un papel crucial en celebraciones y mitos religiosos. En la mitología mesoamericana suele encontrarse representada en Xolotl.

Observaciones. Se consume como fruto dulce (por su pulpa), sin embargo también puede emplearse como condimento, ya que las paredes internas del fruto son gruesas y ácidas. Es poco cultivado; se le encuentra como un cultivo accesorio entre cultivos de tuna y xoconostle. Los frutos son de tolerancia media a la manipulación, transporte y el manejo post-cosecha.

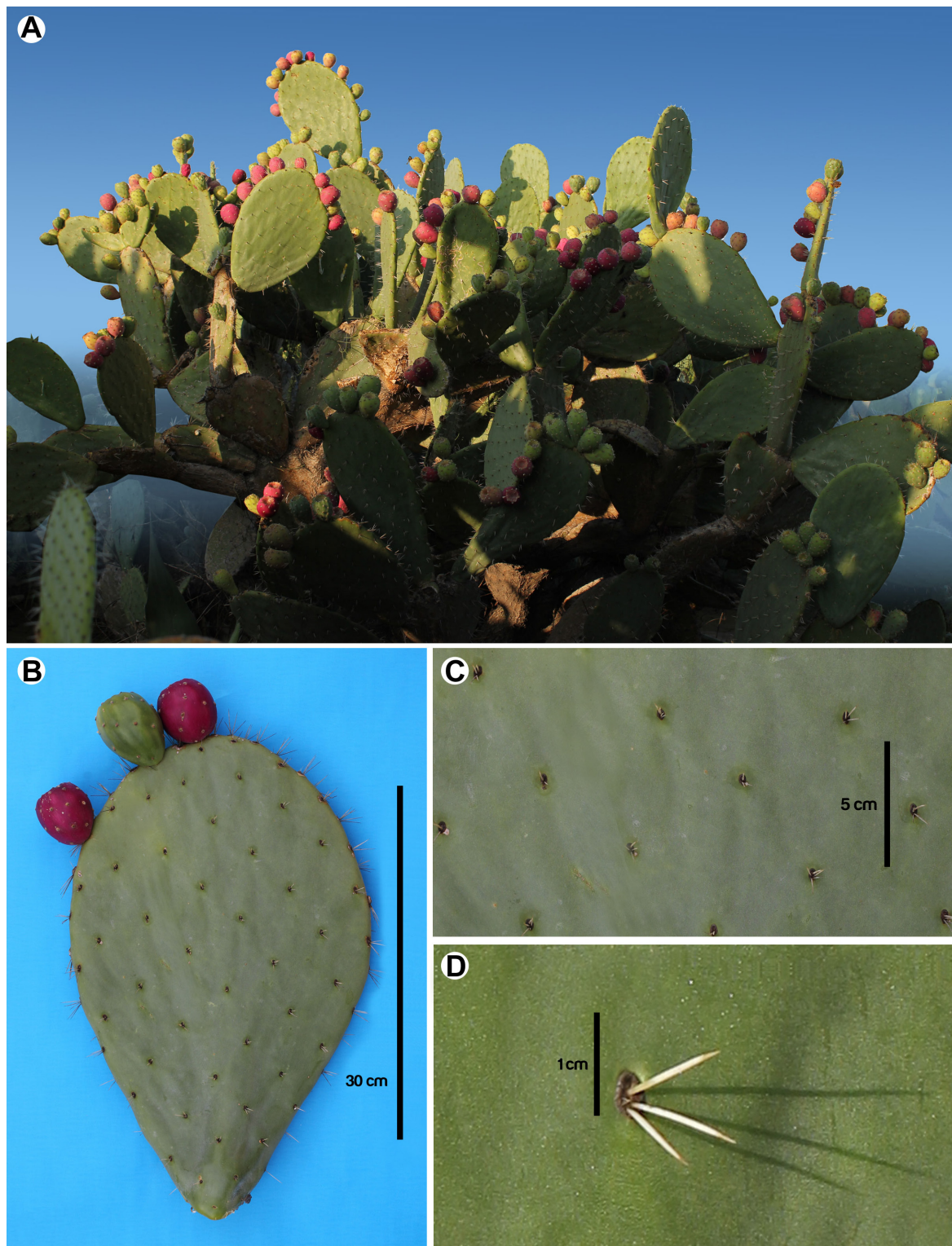


Figura 51. *Opuntia* 'Venus'. A. Hábito; B. Cladodio con frutos maduros; C. Aréolas; D. Disposición de las espinas en la aréola. ©Mendoza-Madriral 2011.

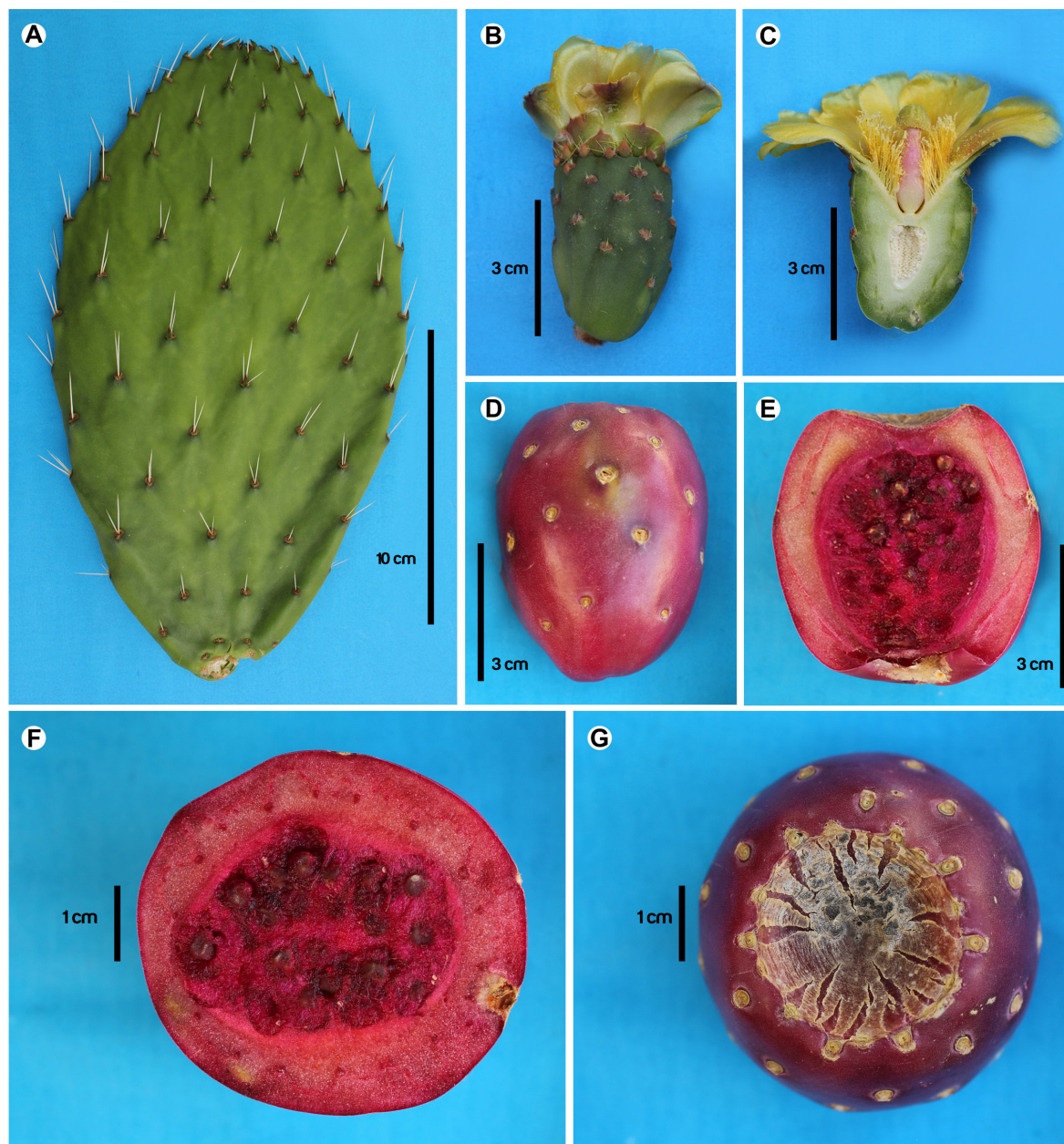


Figura 52. *Opuntia* 'Venus'. A. Cladodio joven; B. Flor; C. Flor en corte longitudinal; D. Fruto; E. Fruto en corte longitudinal; F. Fruto en corte transversal del fruto; G. Cicatriz floral del fruto. ©Mendoza-Madrigal 2010.

VIII. CONCLUSIONES

Se reconocieron y caracterizaron 23 cultivares de *Opuntia* en la región de Las Pirámides. Por su propagación vegetativa y sus caracteres distintivos, los cuales permanecen cuando se reproducen, quedan claramente delimitados como cultivares de acuerdo a la definición y opciones presentadas por el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC).

Los cultivares encontrados pertenecen a cuatro series: *Streptacanthae* (16), *Ficus-indicae* (4), *Leucotrichae* (2) y *Robustae* (1). Solo 12 cultivares se identifican o son afines a alguna especie; como lo recomienda el CINPC los cultivares no necesariamente deben ser asignados a alguna especie, considerando que en su origen pueden estar involucrados otros cultivares mediante hibridación.

Los cultivares de *Opuntia* se definieron y describieron mediante una combinación de caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos. Entre ellos sobresalen la forma, el tamaño, el color y la profundidad de la cicatriz floral en el fruto; la forma, tamaño, color, número de aréolas, y número y posición de espinas en el cladodio. Se elaboró una clave dicotómica para permitir su identificación.

Se reconocieron caracteres que permitieron formar los siguientes grupos de cultivares: 1) Tunas con cáscara verde a amarilla, a veces con tintes rosados y pulpa verde claro a blanca; 2) Tunas de cáscara y pulpa naranja; 3) Tunas de cáscara y pulpa roja a rojo púrpura; 4) Xoconostles; y 5) Xocotunas.

Se asignaron nombres nuevos a los cultivares de acuerdo a las normas del CINPC, descartándose los nombres comunes locales y de otras regiones, algunos de los cuales han sido aplicados en estudios recientes generando confusión. El uso de estos nombres evita la posibilidad de recuperar información de estudios pasados y en general impiden una adecuada comunicación científica.

Se elaboraron estándares nomenclaturales, equivalentes a los tipos en plantas silvestres, para fijar nombres y conceptos de acuerdo al CINPC. El estándar ideal en *Opuntia* debe incluir ejemplares herborizados (cladodio, flor y fruto) e imágenes del hábito de la planta, el cladodio, las aréolas, la flor en vista externa y en sección longitudinal, el fruto en vista externa y en secciones longitudinal y transversal.

Los cultivares descritos se usan por su fruto dulce (17), ácido (5) o agri dulce (1); cuatro de los que producen tunas también son utilizados para nopalitos y dos para forraje. El más ampliamente cultivado por sus frutos dulces es 'Cihuatl', y por sus frutos ácidos es 'Tlalli'.

La notable diversidad de cultivares de *Opuntia* seguirá causando dificultades en la sistemática de taxones silvestres si su tratamiento no se delimita. Un cultivar, dado el proceso de domesticación involucrado y la posibilidad alta de hibridación con otros cultivares, no puede ser el tipo de una especie. Y el tratamiento de cultivares debe ser crítico, formal, solo posible mediante normas, como las establecidas por el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas.

LITERATURA CITADA

- Adriano-Morán, CC.** 2000. Estudio del Carbón Arqueológico como indicador de los cambios en la vegetación, en el Valle de Teotihuacán, estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología Vegetal). Facultad de Ciencias—Universidad Nacional Autónoma de México. México. 136 p.
- Adriano-Morán, CC y Martínez-Yrizar, D.** 2008. Un sustento que viene del pasado. Cienciorama, una imagen del universo. www.cienciorama.ccadet.unam.mx/articulos./173_extenso.pdf. Fecha de consulta: 11 octubre 2012.
- Adriano-Morán, CC y McClung de Tapia, E.** 2008. Trees and shrubs: The use of wood in prehispanic Teotihuacan. *Journal of Archaeological Science* 35: 2927–2936.
- Anderson, EF.** 2001. The cactus family. Timber Press. Portland, Oregon. USA. 776 p.
- Baker, MA; Mohlenbrock, MW y Pinkava, DJ.** 1985. A comparison of two new methods of preparing cacti and other stem succulents for standard herbarium mounting. *Taxon* 34: 118–120.
- Barrientos-Priego, AF.** 1992. Variedades mejoradas de nopal (*Opuntia* spp.) actuales y potenciales. En Memorias del V Congreso Nacional y III Congreso Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Chapingo, Edo. de México del 11–15 de agosto de 1992.
- Barthlott, W y Hunt, DR.** 1993. Cactaceae. En Kubitzki, K; Rohwer, JG y Bittrich, V. (Eds.). The families and genera of vascular plants, vol. II, Springer–Verlag, Berlin Heidelberg, Alemania. pp 161–197.
- Benson, L y Walkington, DL.** 1965. The southern Californian prickly pear invasion, adulteration and trial by fire. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52: 262–273.
- Bianchi, MB; Gibbs, PE; Prado, DE y Vesprini, JL.** 2000. Studies on the breeding systems of understory species of a Chaco woodland in the NE Argentina. *Journal Flora (Jena)* 195: 339–348.
- Borbolla-Pérez, E.** 1999. Caracterización de 28 variedades de nopal (*Opuntia* sp). Tesis de Ingeniero Fitotecnista. Departamento de Fitotecnia—Universidad Autónoma Chapingo. 55 p.
- Bravo-Hollis, H y Sánchez-Mejorada, H.** 1991. Las cactáceas de México. Vol. II. UNAM. México. 643 p.
- Bravo-Hollis, H y Scheinvar, L.** 1999. El Interesante Mundo de las Cactáceas. 2ª. Ed. CONACYT—FCE. México. 233 p.
- Bravo-Hollis, H.** 1978. Las cactáceas de México. Vol. I 2ª edición. UNAM. México. 643 p.

- Brickell, CD; Baum, BR; Hetterscheid, AC; Leslie, AC; McNeill, J; Trehane, P; Vrugtman, F y Wiersema.** 2009. (Eds.). International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. International Society for Horticultural Science—ISHS. *Acta Horticulturae* 647. Leuven, Belgium. 184 p.
- Britton, NL y Rose, JN.** 1919. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of the plants of the cactus family. Vols. I y II. Carnegie Institution of Washington. New York Botanical Garden. Dover Pub. Inc. 236 p.
- Britton, NL y Rose, JN.** 1963. The Cactaceae. Descriptions and Illustrations of the Plants of the Cactus Family. Vols. I y IV. Carnegie Institution of Washington. New York Botanical Garden. Dover Pub. Inc. 322 p.
- Buxbaum, F.** 1950. Morphology of Cacti. Section I. Roots and Stems. Abbey Garden Press, Pasadena, California. 87 p.
- Buxbaum, F.** 1953. Morphology of Cacti. Section II. The Flower. Abbey Garden Press, Pasadena, California. 90 p.
- Caballero, J; Casas, A; Cortés, L y Mapes, C.** 1998. Patrones en el conocimiento, uso y manejo de plantas en pueblos indígenas de México. *Revista de Estudios Atacameños* 16: 181–196.
- Carter, R; Bryson, CT y Darbyshire, SJ.** 2007. Preparation and use of voucher specimens for documenting research in weed science. *Weed Technology* 21: 1101–1108.
- Casas, A; Viveros, JL; Caballero, J.** 1994. Etnobotánica mixteca: sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero. México: Instituto Nacional Indigenista-Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Casas, A; Caballero, J; Valiente-Banuet, A; Soriano, JA y Dávila, P.** 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in central México. *American Journal of Botany* 86: 522–533.
- Casas, A; Otero-Arnaiz A; Pérez-Negrón, E y Valiente-Banuet A.** 2007. *In situ* Management and Domestication of Plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 10: 1–15.
- Cervantes-Herrera, J; Gallegos-Vázquez, C; Reyes-Agüero, JA; Fernández-Montes, R; Mondragón-Jacobo, C; Martínez, JC y Luna-Vázquez, J.** 2006. Mexican cultivars of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. with economic importance. ISHS—V International Congress on Cactus Pear and Cochineal. *Acta horticulturae* 728: 29–36.

- Challenger, A.** 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología—UNAM. México. 848 p.
- CINPC, 2009.** The International Code of Nomenclature for Cultivated Plants. 8th edition. Prepared and edited by: Brickell, CD (Commission Chairman); Alexander, C; David, JC; Hetterscheid, WLA; Leslie, AC; Malecot, V; Jin Xiaobai (Editorial Committee) y Cubey, JJ (Editorial Committee Secretary). The International Society for Horticultural Science (ISHS) in the series *Scripta Horticulturae* 10: 204 p.
- Colunga, P; Hernández, E y Castillo, A.** 1986. Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia* spp. en el Bajío guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7–49.
- Cowgill, GL.** 2003. Teotihuacán: Ciudad de Misterios. Editorial Raíces—Instituto Nacional de Antropología e Historia. *Arqueología Mexicana* 9: 64.
- COMENTUNA, Red Nopal y CONABIO.** 2009. Nopales, tunas y xoconostles. Consejo mexicano del Nopal y Tuna, A.C., Red Nopal y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Cartel. 2^a edición. México.
- Cota, JH y Wallace, RS.** 1996. La citología y la sistemática molecular en la familia Cactaceae. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 41: 27–45.
- De la Fuente, B.** (Coord.). 1996. La Pintura Mural Prehispánica en México. I. Teotihuacán, tomo II. Estudios, Instituto de Investigaciones Estéticas. UNAM. México. 44 p.
- Del Castillo, RF.** 1986. La selección natural de los sistemas de cruzamiento en *Opuntia robusta*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 133 p.
- Del Castillo, RF.** 1999. Exploración preliminar sobre los sistemas de cruzamiento en *Opuntia*. En: Aguirre-Rivera, JR; Reyes-Agüero, JA. (Eds.). Memoria del VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. 360–389 p.
- Díaz, L y Cocucci, AA.** 2003. Functional gynodioecy in *Opuntia quimilo* (Cactaceae) a tree cactus pollinated by bees and hummingbirds. *Plant Biology* 5: 531–539.
- Elizondo, E y López, JG.** 1990. Nopales silvestres poco conocidos del norte de México. En: Memorias. III Reunión Nacional y I Reunión Internacional. El nopal. 10-14 Octubre Saltillo, Coah. México. 104–110 p.
- Esparza-Sandoval, S.** 2010. Distribución geográfica del género *Opuntia* (Cactaceae) en México. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 91 p.

- Estrada-Lugo, EIJ.** 1989. El Códice Florentino su información etnobotánica. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México. México. 399 p.
- Flores, M.** 2011. Relatos de la historia de México. Una recopilación de temas de gran interés. *Revista Historia y Relatos de México: El Nopal*. número 33, Mayo 2011. <http://marianoflores.wordpress.com/2011/08/05/el-nopal>. Fecha de consulta: 11 octubre 2012.
- Flores-Hernández, A; Borrego-Escalante, F; Gómez-Contreras, H y López-Benítez, A.** 1988. Variabilidad y estudio cromosómico del nopal (*Opuntia* spp). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 33: 91–99.
- Flores-Olvera, MH.** 2010. Versión electrónica de la *Historia de las Plantas de la Nueva España* de Francisco Hernández, edición 1942-1946. Instituto de Biología—UNAM. <http://www.ibiologia.unam.mx> y Unidad de Informática para la biodiversidad—UNIBIO. Unidad de Informática para la Biodiversidad <http://www.unibio.unam.mx>.
- Flores-Valdez, CA y Gallegos-Vázquez, C.** 1993. Situación y perspectivas de la producción de tuna en la región Centro-Norte de México. CIESTAAM-CRUCEN, Universidad Autónoma Chapingo, México. 44 p.
- Flores-Valdez, CA.** 2002. Producción y comercialización de la tuna. Serie: *Reportes de Investigación*. 67. CIESTAAM—Universidad Autónoma Chapingo. 86 p.
- Flores-Valdez, CA; Hernández, VH; Roque, IM y Corrales-García, J.** 2007. Producción, comercialización e industrialización del xoconostle en la región de Las Pirámides, Estado de México. Serie: *Reportes de Investigación* 78. CIESTAAM—Universidad Autónoma Chapingo. 42 p.
- Gallegos-Vázquez, C y Méndez-Gallegos, SJ.** 2000. La tuna. Criterios y técnicas para su producción comercial. Fundación Produce Zacatecas, A.C, Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgraduados, Dirección de Centros Regionales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 164 p.
- Gallegos-Vázquez, C; Cervantes-Herrera, J y Barrientos-Priego, AF.** 2005. Manual gráfico para la descripción varietal del nopal tunero y xoconostle (*Opuntia* spp.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas—Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS-SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, México. 116 p.

- Gallegos-Vázquez, C; Cervantes-Herrera, J; Reyes-Agüero, JA; Rodríguez, SE; Fernández-Montes, C; Mondragón-Jacobo, C; Luna, JV y Martínez-González, JC.** 2006. Inventory of the main commercial cactus pear (*Opuntia* spp.) cultivars in México. V International Congress on Cactus pear and cochineal. *Acta horticulturae* 728: 17–27.
- Gallegos-Vázquez, C; Scheinvar, L; Mondragón-Jacobo, C y Nuñez-Colín, CA.** 2010. Morphological variability of Xoconostles or acidic cactus pears (*Opuntia* spp.) from north central México. *En: Memories. The VII International Congress on Cactus Pear and Cochineal and The VII General Meeting of the FAO—ICARDA. International Technical Cooperation Network on Cactus Pear and Cochineal.* 17-22 Octubre Agadir, Marruecos.
- Gallegos-Vázquez, C y Mondragón-Jacobo, C.** 2011. Cultivares selectos de tuna, de México al mundo. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas—Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS-SAGARPA) y Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, México. 159 p.
- Gallegos-Vázquez C; Barrietos-Priego, AF; Reyes-Agüero, JA; Nuñez-Colín, CA y Mondragón-Jacobo, C.** 2011. Clusters of comercial cultivars of cactus pear and xoconostle using UPOV traits. *Journal of the Professional Association for Cactus Development* 13: 10–23.
- Gallegos-Vázquez, C; Scheinvar, L; Nuñez-Colín, CA; Mondragón-Jacobo, C.** 2012. Morphological diversity of xoconostles (*Opuntia* spp.) or acidic cactus pears: a Mexican contribution to functional foods. *Fruits* 67: 109–120.
- Galluzzi, G; Eyzaguirre, P y Negri V.** 2010. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. *Biodiversity and Conservation* 19: 3635–3654.
- García, E.** 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 5ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 p.
- García-Pedraza, LG; Reyes-Agüero, JA; Aguirre-Rivera, JR; Pinos-Rodríguez, JM.** 2005. Preliminary nutritional and organoleptic assessment of xoconostle fruit (*Opuntia* spp.) as a condiment or appetizer. *Italian Journal of Food Science* 17: 333-340.
- Godínez-Alvarez, H y Ortega-Baes, P.** 2007. Mexican cactus diversity: environmental correlates and conservation priorities. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 81: 81–87.
- González, QL.** 1978. Origen de la domesticación de los vegetales en México. *En* Lorenzo, JL (Coord.) Historia de México. Tomo 1. Medio ambiente y primeras etapas. Salvat. México. 77–92 p.

- González, VJ.** 1986. Identificación de semillas carbonizadas de cactáceas procedentes del sitio arqueológico Tetitla, Teotihuacán, Estado de México. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias—Universidad Nacional Autónoma de México. México. 46 p.
- González-Durán, A; Reyes-Agüero, JA; Carlín-Castelán, F y Aguirre-Rivera, JR.** 2006. Identidad taxonómica de algunos de los principales cultivares de nopal. *En: Memorias. X Congreso Nacional y VII Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal.* Chapingo, México. 4–21 p.
- González-Durán, A; Riojas-López, ME y Arreola-Nava, HJ.** 2001. El género *Opuntia* en Jalisco. Guía de campo. Universidad de Guadalajara—CONABIO. Jalisco, México. 135 p.
- Grant, BR y Grant, PR.** 1981. Exploitation of *Opuntia* cactus by birds on the Galápagos. *Oecologia* 49: 179–187.
- Griffith, MP y Porter, JM.** 2009. Phylogeny of Opuntioideae (Cactaceae). *International Journal Plant Science* 170: 107–116.
- Griffith, MP.** 2004. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): New molecular evidence. *American Journal of Botany* 91: 1915–1921.
- Guzmán, U; Arias, S y Dávila, P.** 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. UNAM-CONABIO. México. 315 p.
- Helbig, AJ; Knox, AG; Parkin, DT; Sangster, G; Collinson, M.** 2002. Guidelines for assigning species rank. *British ornithologists Union* 144: 518–525.
- Hernández, HM y Godínez, HA.** 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* 26: 33-52.
- Hernández, HM; Gómez-Hinostrosa, C y Goettsch, CA.** 2004. Cactáceas. *En: García-Mendoza, AJ; Ordoñez, MJ y Briones-Salas, M. (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca.* Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found. México. 199–207 p.
- Hernández-Pérez, A.** 2008. Taxonomía de cultivares de *Opuntia* Mill. (Cactaceae) del noreste del Valle de México. Tesis de Licenciatura (Biología). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. UAEH, México. 64 p.
- Hunt, D.** 2006. The new cactus lexicon. Remous, Milborne Port, UK.

- Jankalski, S.** 2002. The resurrection of opuntoid genera. December 2002 issue of The Baltimore Areole, newsletter of The Cactus & Succulent Society of Maryland. http://www.opuntia.net/downloads/Resurrection_Opuntia/new_class_Opuntioideae.htm. Fecha de consulta: 20 de Septiembre de 2012.
- Kiesling, R.** 1998. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. *Journal of the Professional Association for Cactus Development (JPACD)* 3: 50–59.
- Kiesling, R y Ferrari, O.** 2005. 100 Cactus Argentinos. 1^{ra} edición. Albatros, Buenos Aires, Argentina. 128 p.
- Leuenberger, BE.** 1982. Microwaves: a modern aid in preparing herbarium specimens of succulents. *Cactus and Succulent Journal of Great Britain* 44: 42–43.
- Leuenberger, BE.** 1987. A preliminary list of Cactaceae from the Guianas and recommendations for the future collecting and preparation of specimens. *Willdenowia* 16: 497–510.
- Leuenberger, BE.** 1997. Maihuenia. Monograph of a Patagonian genus of Cactaceae. *Botanische Jahrbücher für Systematik* 119: 1–92.
- Luna, AS.** 1996. La flora Representada en la Iconografía Pictórica. *En: Staines-Cicero, L (Ed.) Boletín Informativo La Pintura Mural Prehispánica en México: Teotihuacán; año II, número 5, Diciembre 1996. Universidad Nacional Autónoma de México—Instituto de Investigaciones Estéticas (UNAM–IIE).*
- Majure, LC; Puente, R; Griffith, MP; Judd, WS; Soltis, PS y Soltis, DE.** 2012. Phylogeny of *Opuntia* s.s. (Cactaceae): Clade delineation, geographic origins, and reticulate evolution. *American Journal of Botany* 99: 847–864.
- Mauseth, JD.** 2004. Cacti and other succulents: stem anatomy of "other succulents" has little in common with that of cacti. *Bradleya* 22: 131–140.
- Mauseth, JD.** 2005. Anatomical features, other than wood, in subfamily Opuntioideae (Cactaceae). *Haseltonia* 11: 113–125.
- Mendoza-Madrigal, G.** 2007. Propagación *in vitro* de *Astrophytum ornatum* (De Candolle) Weber (Cactaceae), especie amenazada de extinción. Tesis de Licenciatura (Biología). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 87 p.
- Mondragón-Jacobo, C.** 2002. Caracterización genética de una colección de nopal (*Opuntia* spp.) de la región centro de México. *Agricultura técnica en México* 28: 3–14.

- Mondragón-Jacobo, C y Pérez-González, S.** 1996. Native cultivars of cactus pear in México. *En: Janick J. (Eds.). Progress in New Crops* ASHS Press. Arlinton, V.A. USA. 446–450 p.
- Mondragón-Jacobo, C y Pérez-González, S.** 2001. Germplasm resources and breeding *Opuntia* for fodder production. *En: Mondragón-Jacobo, C y Pérez-González, S. (Eds.). Cactus (Opuntia spp.) as forage.* FAO. *Plant Production and Protection* 169: 21–28.
- Mondragón-Jacobo, C y Pérez-González, S. (Eds.)**. 2003. El nopal (*Opuntia* spp.) Como Forraje. Estudio FAO producción y protección vegetal 169. Roma, Italia. 183 p.
- Mooser, F.** 1975. Historia geológica de la cuenca de México. *En: Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal: México, Departamento del Distrito Federal.* 1: 7–38.
- Munsell.** 1977. Munsell Color Charts for Plant Tissues. Munsell Color. New York, MD. USA.
- Ortega-Baes P y Godínez-Alvarez, H.** 2006. Global biodiversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiversity and Conservation* 15: 817–827.
- Ortega-Baes, P; Sührling, S; Sajama, J; Sotola, E; Alonso-Pedano, M; Bravo, S y Godínez-Alvarez, H.** 2010. Diversity and conservation in the cactus family. *En: Ramawat KG. (Ed.). Desert Plants.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-642-02550.
- Palomino, G y Heras, HM.** 2001. Karyotypic studies in *Opuntia cochineria*, *O. hyptiacantha*, and *O. streptacantha* (Cactaceae). *Caryologia* 54: 147–154.
- Parfitt, BD y Gibson, C.** 2003. Cactaceae. *En: Flora of north America.* Editorial Committee (Eds.). Flora of North America north of México. Vol 4. New York y Oxford.
- Patel, S.** 2012. Reviewing the prospects of *Opuntia* pears as low cost functional foods. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* Springer DOI: 10.1007/s11157-012-9295-6.
- Pickersgill, B.** 2007. Domestication of Plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Annals of Botany* 100: 925–940.
- Pimienta-Barríos, E.** 1990. El nopal tunero. Departamento de Investigación Científica y Superación Académica—Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México. 246 p.
- Pimienta-Barríos, E.** 1997. El nopal en México y en el mundo. *En: CONABIO, SEMARNAP, UNAM y CUCC. Suculentas mexicanas. Cactáceas.* CVS Publicaciones. México. 87–95 p.
- Pimienta-Barríos, E; Méndez-Morán, L; Ramírez-Hernández, BC; García de Alba-García, JE y Domínguez-Arias, RM.** 2008. Efecto de la ingestión del fruto de xonocostle (*Opuntia joconostle* Web.) sobre la glucosa y lípidos séricos. *Agrociencia* 42: 645–653.

- Pinkava, DJ.** 2002. On the evolution of continental North American Opuntioideae. *Succulent Plant Research* 6: 59–98.
- Pinkava, DJ; McLeod, MG; McGill, LA y Brown, RC.** 1973. Chromosome numbers in some cacti of western North America—II. *Brittonia* 25: 2–9.
- Raya-Pérez, JC; Aguirre-Mancilla, CL; Gil-Vega, K; Simpson, J.** 2010. La domesticación de plantas en México: Comparación de la forma cultivada y silvestre de *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). *Polibotánica* 30: 239–256.
- Rebman, JP y Pinkava, DJ.** 2001. *Opuntia* cacti of north America—An overview. *Florida Entomologist* 84: 474–483.
- Rendón, B y Núñez, FJ.** 2001. Procesos de evolución de las plantas bajo domesticación en Mesoamérica. XV Congreso Mexicano de Botánica. Octubre 14-19, 2001. Querétaro, México.
- Reyes-Agüero, JA; Aguirre-Rivera, JR y Flores-Flores, JL.** 2005a. Variación morfológica de *Opuntia* (Cactaceae) en relación con su domesticación en la Altiplanicie Meridional de México. *Interciencia* 30: 476–484.
- Reyes-Agüero, JA; Aguirre-Rivera, JR y Hernández, HM.** 2005b. Systematic notes and detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae). *Agrociencia* 39: 395–408.
- Reyes-Agüero, JA y Aguirre-Rivera, JR.** 2006a. Indicios sobre la domesticación de *Opuntia* en México, En: Casas, A y Rendón, B. (Eds). Procesos de evolución de plantas bajo domesticación en Mesoamérica. Fondo de Cultura Económica.
- Reyes-Agüero, JA y Aguirre-Rivera, JR.** 2006b. Geographical distribution of *Opuntia* in Mexico. Proceedings of the 2006 International Cactus Pear Conference. University of the Free State, Bloemfontein, South Africa. 18 p.
- Reyes-Agüero, JA; Aguirre-Rivera, JR y Flores-Flores, JL.** 2006a. Morphological variation of *Opuntia* in connection with its domestication in the meridional higlands plateau of Mexico. Proceedings of the International Cactus Pear Conference. University of the Free State, Bloemfontein, South Africa. 17 p.
- Reyes-Agüero, JA; Aguirre-Rivera, JR y Valiente-Banuet, A.** 2006b. Reproductive Biology of *Opuntia*: A Review. *Journal of Arid Environments* 64: 549–585.
- Reyes-Agüero, JA; Carlín-Castelán, F; Aguirre-Rivera, JR y Hernández, HM.** 2007. Preparation of *Opuntia* herbarium specimens. *Haseltonia* 13: 76–82.

- Reyes-Agüero, JA, Aguirre-Rivera, JR, Carlín-Castelán, F y González-Durán, A.** 2009. Catálogo de las principales variantes silvestres y cultivadas de *Opuntia* en la Altiplanicie Meridional de México. UASLP-SAGARPA-CONACYT. San Luis Potosí, México. 350 p.
- Reyes-Agüero, JA y Aguirre-Rivera, JR.** 2011. Agrobiodiversity of cactus pear (*Opuntia*, Cactaceae) in the Meridional Highlands plateau of México. *Journal of Natural Resources and Development* 1: 1–9.
- Rodríguez, SE y Nava, CA.** 1998. Nopal, riqueza agroecológica de México. Secretaría de Educación Pública. México. 160 p.
- Rosas, CP y Pimienta, BE.** 1986. Polinización y fase progámica en nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller tunero. *Fitotecnia* 8: 164–176.
- SAGARPA, 2009.** Catálogo nacional de Variedades Vegetales (CNVV). Publicación anual No. 2, Año 3. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/scinc/publicaciones/CNVV-2009>. Fecha de consulta: 30 de Octubre 2012.
- SAGARPA, 2011.** *Opuntia*. Revista especializada en nopal, tuna y xoconostle-Nopal y Tuna un cultivo con alto potencial. Comité Nacional Sistema Producto Nopal y Tuna 1: 1–30 p.
- Scheinvar, L.** 1999. Biosistemática de los xoconostles mexicanos y su potencial económico. *En:* Aguirre-Rivera, JR; Reyes-Agüero, JA. (Eds.). VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. 6-19 de septiembre de 1999. Editorial Universitaria Potosina. San Luis Potosí. México. 255–274 p.
- Scheinvar, L.** 2004. Flora Cactológica del Estado de Querétaro: diversidad y riqueza. Fondo de Cultura Económica. México. 392 p.
- Scheinvar, L.** 2005. Cactaceae. *En:* Rzedowski, GC. de y Rzedowski, J (Eds.). Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª ed., 1ª reimp; Instituto de Ecología, A.C y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro, Michoacán, México. 432–470 p.
- Scheinvar, L y González, GJ.** 1985. Identificación de semillas carbonizadas de cactáceas procedentes del sitio arqueológico Tlajinga, Teotihuacán, Estado de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas–IPN* 29: 71–92.

- Scheinvar, L; Filardo-Kerstupp, S; Olalde-Parra, G y Zavaleta-Beckler, P.** 2009. Diez especies mexicanas productoras de xoconostle: *Opuntia* spp. y *Cylindropuntia imbricata* (Cactaceae). UNAM-UAEH-UAM-X. México. 179 p.
- Scheinvar, L y Gallegos-Vázquez, C.** 2011. Estado del conocimiento de las especies silvestres y cultivadas de nopal (*Opuntia* spp.) productoras de xoconostles. UNAM–Instituto de Biología y CRUCEN–UACH Informe final. México. 36 p.
- Scheinvar, L; Olalde, G y Sule, D.** 2011. Especies Silvestres de Nopales Mexicanos. Laboratorio de Cactología–Instituto de Biología–Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. GE005. México D.F. 35 p.
- Siméon, R.** 1977. Diccionario de la Lengua Náhuatl o Mexicana. Edit. Siglo XXI-Colección América Nuestra. América antigua. 782 p.
- Spooner, DM; Van Den Berg, RG; Hetterscheid, WLA y Brandenburg, WA.** 2003. Plant Nomenclature and Taxonomy. An horticultural and agronomic perspective. Janick, J. (Ed.). *Horticultural reviews* 28: 1–60.
- Torres-Soria, P.** 2001. Flora Fanerogámica de la Zona Arqueológica de Teotihuacán, Estado de México. *Polibotánica* 12: 57–83.
- Toumey, JW.** 1895. Vegetal dissemination of the genus *Opuntia*. *Botanical Gazette* 20: 356–361.
- Valdés, J y Flores, H.** 1985. Comentario a la Historia de las plantas de nueva España, en obras completas de Francisco Hernández, VII, UNAM, México. 222 p.
- Velázquez, E.** 1998. El nopal y su historia. México: Clío Libros y Videos. 96 p.

GLOSARIO

Glosario de términos botánicos utilizados en la descripción de cultivares de *Opuntia* (Scheinvar, 2004; 2005)

- Acicular.** De forma larga, muy angosta, puntiaguda, a manera de aguja; con forma de aguja.
- Adpreso.** Aplicado contra el plano o eje de referencia, pero sin llegar a fusionarse. *Aplicado.*
- Ahusado.** En forma de huso. *Fusiforme.*
- Aleznado.** Acabado en punta muy fina, a modo de lezna.
- Alogamia.** Tipo de reproducción sexual consistente en la polinización cruzada y fecundación entre individuos genéticamente diferentes.
- Antesis.** Lapso que transcurre desde la apertura del capullo de la flor hasta la marchitez de la misma.
Floración. Apertura de las flores.
- Ápice.** Punta o extremo distal.
- Arbóreo.** Referente a los árboles; con aspecto de árbol.
- Arbusto.** Planta leñosa por lo general de menos de 4 m de alto y carente de tronco evidente.
- Aréola.** Estructura de tamaño limitado, característica de la superficie del cuerpo de numerosas Cactaceae; corresponde a una yema y se distribuye siguiendo patrones regulares, frecuentemente produce espinas, glóquidas, pelos y lana.
- Artículo.** Cada uno de los segmentos que en serie lineal, están claramente limitados y en ocasiones se separan en forma natural, como las pencas del nopal. *Artejo.*
- Aplicado.** Referente a hojas u otras porciones foliáceas, así como a pelos, muy aproximados a un plano o eje, pero sin llegar a fusionarse con él. *Adpreso.*
- Aserrado.** Referente al borde de los órganos laminares provisto dienteillos agudos y próximos, dirigidos hacia el ápice. *Serrado.*
- Autogamia.** Autopolinización. Polinización de una flor con su propio polen. En las flores hermafroditas se produce con facilidad la autopolinización directa dentro de la misma flor. Se opone a alogamia.
- Barbado.** Con pelos u otros apéndices dispuestos a manera de barba.
- Barbelado.** Con pelos u otros apéndices dispuestos a manera de barba fina.
- Baya.** Fruto simple, carnoso, indehiscente, con varias o muchas semillas.
- Bicolor, bicolora.** De dos colores diferentes.

- Bisexual.** Referente a la planta o flor que tiene los dos sexos. *Hermafodita*.
- Borde.** Límite externo de los órganos laminares. *Margen*.
- Caduco, caedizo.** Referente a los órganos poco durables en la planta. *Deciduo, efímero*.
- Carnoso.** Referente a aquella planta o porción de la planta que se encuentra engrosada por la presencia de jugos. *Craso, suculento*.
- Casmógamo.** Referente a las plantas y específicamente a las flores, cuya polinización se realiza estando éstas abiertas.
- Cerda.** Pelo más bien rígido y largo.
- Ceroso.** Que tiene el aspecto o la consistencia de cera.
- Cespitoso.** Referente a la planta que se ramifica profusamente en la base.
- Cicatriz floral.** Señal que deja un órgano (flor) en el punto en el que se ha desprendido de otra porción de la planta.
- Cleistogamia.** Debido a que la flor no se abre, la cleistogamia es una forma de autogamia obligada.
- Cleistógamo.** Referente a las flores, cuya polinización se realiza estando éstas cerradas. (Se opone a casmógamo).
- Cónico.** En forma de cono.
- Cordado.** Referente a órganos laminares de contorno ovado con dos lóbulos basales, bilobada (forma de corazón).
- Corteza.** Porción externa del tallo que a menudo se separa con cierta facilidad de la porción interna más dura.
- Cuneado, cuneiforme.** Referente a los órganos que son estrechamente triangulares hacia la parte inferior, con su porción más angosta hacia el punto de inserción.
- Cupuliforme.** Que tiene forma de cúpula o de copa pequeña.
- Deciduo.** Referente a los órganos poco durables en la planta. *Caduco, caedizo*.
- Decumbente.** Referente principalmente al tallo postrado sobre el suelo, pero con su extremo distal tendiendo a erguirse. Dicho de una planta, postrada, que tiene los tallos rastreros y tendidos sobre el suelo, pero sin que arraiguen en él. Se aplica también al tallo que presenta dicho hábito de crecimiento.
- Dentado.** Referente al borde de los órganos laminares provistos de dientes, es decir de salientes menudas agudas y extendidas perpendicularmente al margen.

- Deprimido.** Referente al órgano aplanado en la dirección de su eje (de arriba hacia abajo).
Comprimido, aplanado, hundido.
- Dialitépalo.** Con varios o muchos tépalos que no están soldados entre sí. (Se opone a sintépalos).
- Difuso.** De ramas (u otras estructuras) dispersas, esparcidas.
- Discoide.** De forma parecida o semejante a la de un disco o propio del disco.
- Elíptico.** Que tiene forma de elipse, con el contorno con forma de elipse.
- Emarginado.** Referente principalmente a órganos laminares, cuyo ápice presenta una ligera muesca o hendidura poco profunda. *Ligeramente escotado.*
- Entero.** Referente al borde de un órgano laminar desprovisto de accidentes, como dientes, picos, ondulaciones, etc.
- Epidermis.** Tejido que envuelve y protege el cuerpo de la planta.
- Escotado.** Referente principalmente a los órganos laminares, cuyo ápice presenta una muesca o hendidura al centro. *Profundamente emarginado.*
- Esférico.** En forma de esfera.
- Espinas aciculares.** Con forma de aguja u aguijón fino no punzante.
- Espinas subuladas.** Estrechadas hacia el ápice y acabado en punta fina
- Estigma.** Porción apical del pistilo que recibe el polen.
- Estilo.** Parte cilíndrica del pistilo que sostiene a los estigmas.
- Estriado.** Provisto de estrías o líneas acanaladas.
- Flor.** Elemento de reproducción sexual de las angiospermas, formado comúnmente por gineceo, androceo y las envolturas florales.
- Floración.** Lapso que transcurre desde la apertura del capullo de la flor hasta la marchitez de la misma. *Antesis.*
- Funículo.** Porción filamentososa, presente en muchas plantas, que une al óvulo (y después a la semilla) con la placenta.
- Fusiforme.** En forma de huso, es decir referente a estructuras tridimensionales un poco alargadas con la parte media ancha que se va angostando hacia ambos extremos y termina en punta. *Ahusado.*
- Gamotépalos.** De tépalos unidos en la base a mayor o menor altura, formando un perianto de una sola pieza. *Sintépalos.* (Se opone a politépalos).

Gineceo. Conjunto de los órganos femeninos de la flor; típicamente consta de ovario, estilo y estigma.

Pistilo.

Glabro. Desprovisto totalmente de pelos. Que no tiene pelos, sin indumento. Lampiño, desprovisto de pelo o vello.

Glauco. De color verde claro azulado. De color verde claro, con matices azulados o grisáceos (azul-grisáceo).

Globoso. Con forma esférica o de globo.

Glóquida. Pelo rígido, unicelular, con pequeñas púas apicales retrorsas; de este tipo son los ahuates de los nopales.

Hábito. Porte de una planta. Porte, aspecto de una planta.

Indumento. Cobertura (pelos, glándulas, escamas, etc.) de las superficies de la planta. Conjunto de pelos, glándulas, escamas, etc. que recubren los órganos de una planta.

Infundibuliforme. Dicho de una flor, con forma de embudo.

Lanceolado. Angostamente elíptico y aguzado en ambos extremos; también se usa con frecuencia para formas un poco más anchas hacia la base.

Lenticular. Con forma de lente o lenteja, *biconvexo*.

Lobulado. Provisto o dividido en lóbulos.

Lóbulo. Cualquier parte o división de un órgano, preferentemente una división de contorno redondeado.

Margen. Orilla o borde.

Mucrón. Punta abrupta, corta y más o menos aguda en el extremo de un órgano foliar.

Mucronado. Provisto de mucrón.

Obcónico. Que tiene forma de cono invertido. Con la base en la parte superior.

Ob lanceolado. Que tiene una forma inversamente lanceolada.

Oblato. 1. Relativo a un órgano, más ancho que largo. 2. Subesférico, pero achatado en los polos.

Oblicuo. 1. Que no es perpendicular ni paralelo a un plano o línea dada, sesgado, inclinado al través o desviado de la horizontal. 2. Dicho de la base de una hoja, asimétrica.

Oblongo. Dicho de un órgano, alargado, más largo que ancho, con los márgenes paralelos.

Obovado. 1. De forma inversamente ovada, con la parte ancha en el ápice. 2. Estructura que tiene forma semejante a la de un huevo, siendo su extremo distal el más ancho.

Obovoide. De forma inversamente ovoide, con la parte más ancha en el ápice.

Obtriangular. En forma de triángulo invertido.

Obtuso. Que no acaba en punta.

Orbicular. Circular, redondeado, redondo.

Ovado. De forma que asemeja la silueta de un huevo, con la parte más ancha en posición basal.

Aovado.

Oval. Que tiene forma de óvalo, de elipse poco excéntrica.

Ovoide. En forma de huevo, se aplica a cuerpos tridimensionales.

Óvulo. Cada uno de los órganos, generalmente pequeños y de forma ovoide, contenidos dentro del ovario en las angiospermas y que al madurar se convierten en las semillas. *Rudimento seminal.* Gameto femenino.

Pedunculado. Provisto de pedúnculo.

Pedúnculo. Caballo de una flor solitaria o común de varias flores en una inflorescencia. Se aplica también al caballo que sostiene el fruto.

Perianto. Conjunto de envolturas florales; típicamente compuesto de cáliz y corola.

Pericarpelo. En las Cactaceae se llama de esta manera al hipantio, o sea al tejido que reviste por fuera las paredes del ovario y está soldado con él.

Pericarpio, pericarpo. Cubierta del fruto.

Persistentes. Referente a los órganos que permanecen unidas a la planta todo el año.

Piriforme. En forma de pera.

Podario. Porción más o menos dilatada del cuerpo de las Cactaceae, ubicada debajo de cada aréola; en muchas especies es conspicua y cada una corresponde a un tubérculo.

Poliploide. Referente a organismos con tres o más series completas de cromosomas (corpúsculos que en número definido se localizan dentro de los núcleos de las células y contienen elementos responsables de la herencia de los organismos).

Porrecto. Extendido horizontalmente.

Postrado. Dicho de una planta, que tiene un hábito de crecimiento horizontal, con los tallos rastreros, tendidos sobre el suelo. Se aplica también al tallo que presenta dicho hábito de crecimiento. Que se arrastra por el suelo. *Rastrero.*

Procumbente. Dicho de una planta postrada, que tiene tallos rastreros cuyos ápices son ascendentes y casi erectos. Se aplica también al tallo que presenta dicho hábito de crecimiento.

Pruinoso. Provisto de cubierta cerosa delgada.

Pubescente. Provisto o cubierto de pelos finos y suaves; pueden cubrir un órgano.

Rastrero. Que se arrastra sobre el suelo. *Postrado*.

Receptáculo. 1. Parte basal de las inflorescencias del tipo de la cabezuela, que constituye el asiento de las flores individuales. 2. Parte basal de la flor, sobre la cual suele descansar el ovario y de la que muchas veces arrancan también los otros componentes de la flor.

Reniforme. Que tiene forma o figura de riñón.

Retrobarbelado. Referente a pelos o estructuras similares provistas de salientes o apéndices rígidos dirigidos hacia atrás.

Retuso. Dicho de un órgano laminar, que tiene el ápice truncado y ligeramente escotado, a veces con un apículo en el centro. Referente al ápice truncado y ligeramente escotado.

Serrado. Referente al borde de los órganos laminares, provistos de dientecillos agudos y próximos, dirigidos hacia el ápice. *Aserrado*.

Serie. Categoría taxonómica de jerarquía inferior a sección o subsección y superior a la especie.

Seta. Pelo más bien largo y rígido. *Cerda*.

Setoso. De apariencia de setas o provisto de setas, pelos tiesos como cerdas. *Setáceo*.

Sintépalo. De tépalos unidos en la base a mayor o menor altura, formando un perianto de una sola pieza. *Gamotépalo*.

Subulado. Estrechado hacia el ápice y acabado en punta fina. Muy angostamente triangular. *Alesnado*.

Suculento. Referente a aquella planta o porción de la planta que se encuentra engrosada por la presencia de jugos. *Carnoso, craso*.

Tépalo. Cada una de las piezas que forman una envoltura floral en la cual no están diferenciados cáliz y corola.

Terminal. Propio del extremo apical de una estructura.

Testa. Capa externa de la semilla.

Tomento. Conjunto de pelos más bien cortos y entrecruzados que cubren totalmente una superficie.

Tomentoso. Provisto de tomento.

Truncado. Referente a hojas o estructuras semejantes cuyo ápice y/o base terminan abruptamente en un borde horizontal, como si hubiera sido cortado. Con el extremo aplanado.

Tuberculado. Provisto de tubérculos.

Tubérculo. 1. Prominencia más o menos redondeada, a menudo con aspecto de nudo o verruga que se presenta en algunas superficies. 2. En las cactáceas el término se aplica a prominencias a menudo muy voluminosas y conspicuas que conforman el tallo.

Turbinado. En forma de cono invertido, es decir, estrecho en la base y ancho en el ápice. *Obcónico*.

Uncinado. Provisto de gancho en la punta.

Uncinulado. Provisto de gancho pequeño en la punta.

Unisexual. Referente a la planta o a la flor provista (morfológica y/o funcionalmente) de un solo sexo (Se opone a bisexual).

Xerófilo. Calificativo ecológico de las plantas y comunidades vegetales adaptadas vivir en los medios secos.

APÉNDICE. Formato para la descripción morfológica de cultivares de *Opuntia* sp.

Cultivar: _____ No. de Ejemplar: _____.

Fechas de recolecta _____ Número de recolecta: _____.

Cladodio: _____.

Nopalito: _____.

Flor: _____.

Fruto: _____.

NC: (Taxón) _____ Nombre (s) común (es) _____

Subgénero _____ Serie _____

Estado _____ Municipio _____ Localidad _____

Latitud N _____ Longitud O _____ Altitud _____ Clima _____

Tipo de vegetación _____ Hábitat _____

Formas de Uso _____

Parte (s) usada (s) _____

Recolector _____

Observaciones _____

PLANTA

Hábito de crecimiento: _____ . 1 Arbustivo, 2 Arborescente.

Altura (m): _____ . Ancho (m): _____.

Tallo principal: _____ . 1 Definido, 2 Indefinido.

Color principal de la corteza: _____ . 1 Amarillo, 2 Castaño, 3 Castaño oscuro, 4 Negro, 5 Verde, 6 Gris, 7 Otro (especificar) _____.

Ramificación:

Ramas erectas (75-90°) _____.

Ramas inclinadas (difusas, 21-74°) _____.

Ramas horizontales (extendidas, 0-20°) _____.

Ramas caídas (reclinadas) _____.

CLADODIO (Material vegetal de 1-2 años de edad que tenga o haya tenido brotes)

Forma: _____ . 1 Circular, 2 Rómbico, 3 Lanceolado, 4 Oblongo, 5 Obovado, 6 Ovalado, 7 Oblanceolado, 8 Ovado.

Margen: _____ . 1 Entero, 2 Ondulado.

Color (clave Munsell): _____.

Longitud (cm): _____.

Ancho máximo (cm): _____.

Apical (cm): _____ Medio (cm): _____ Base (cm): _____.

Epidermis (textura): _____ 1 Cerosa, 2 Glabra, 3 Pubescente.

Glóquidas

Densidad: _____ 1 Baja, 2 Media, 3 Alta.

Color: _____ 1 Amarillas, 2 Blancas, 3 Marrón, 4 Rojizas.

Aréolas

Forma: _____ 1 Circulares, 2 Lanceoladas, 3 Oblongas, 4 Obovadas, 5 Ovadas, 6 Elípticas, 7 Rómbicas.

Núm. de aréolas en la línea central: _____.

Distancia entre líneas de aréolas (cm): _____.

Color de las aréolas: _____ 1 Gris, 2 Negra, 3 Amarilla, 4 Marrón, 5 Blanca.

Indumento: _____ 1 Glóquidas, 2 Cerdas, 3 Lana.

Núm. de líneas de aréolas en una cara: _____.

Núm. de aréolas en una cara: _____.

Espinas

Núm. de espinas por aréola: _____ Adpresas (0-20°): _____ Semierectas (21-74°): _____ Erectas (75-90°): _____.

Forma: _____ 1 Aciculares, 2 Cilíndricas, 3 Curvadas, 4 Rectas, 5 Torcidas, 6 Aplanadas.

Textura: _____ 1 Lisa, 2 Estriada.

Color: _____ 1 Amarillo, 2 Blanco, 3 Castaño, 4 Castaño oscuro, 5 Negro, 6 Marrón, 7 Gris.

Consistencia: _____ 1 Flexible, 2 Firme, 3 Quebradiza.

Forma en sección transversal media: _____ 1 Elíptica, 2 Circular, 3 Triangular, 4 Aplanada, 5 Semicircular, 6 Ovada.

Distribución en el cladodio: _____ 1 Mitad superior, 2 Mitad inferior, 3 Homogénea, 4 Dos tercios superiores, 5 Márgenes, 6 Irregular.

Espina central:

Posición: _____ 1 Erecta (75-90°), 2 Semierecta (21-74°), 3 Adpresa (0-20°).

Forma: _____ 1 Acicular, 2 Cilíndrica, 3 Curvada, 4 Recta, 5 Torcida, 6 Aplanada.

Longitud (cm): _____.

Consistencia: _____ 1 Flexible, 2 Firme, 3 Quebradiza.

Forma en sección transversal media: _____ 1 Elíptica, 2 Circular, 3 Triangular, 4 Aplanada, 5 Semicircular, 6 Ovada.

NOPALITO (Con la mayor parte de sus hojas verdaderas)

Color (clave Munsell): _____.

Podario: _____ 1 Plano, 2 Prominente, 3 Muy prominente.

Longitud de la hoja (cm): _____ Forma de la hoja: _____ 1 Cilíndrica, 2 Cónica.

Número de espinas por aréola: _____.

FLOR (Pico del tiempo de floración, primer día de apertura)

Longitud total (cm): _____.

Pericarpelo

Longitud (cm): _____.

Diámetro (parte media del pericarpelo) (cm): _____.

Forma: _____. 1 Oblongo, 2 Oblanceolado, 3 Obovoide, 4 Ovoide, 5 Esférico, 6 Obcónico.

Perianto

Color del perianto abierto: _____. 1 Amarillo, 2 Naranja, 3 Blanco, 4 Rojo, 5 Rosa, 6 Rosa púrpura.

Color del perianto cerrado: _____. 1 Amarillo, 2 Naranja, 3 Blanco, 4 Rojo, 5 Rosa, 6 Rosa púrpura.

Tépalos

Segmentos exteriores

Longitud (cm): _____.

Ancho (cm): _____.

Forma: _____. 1 Oblongos, 2 Obovados, 3 Rómbicos, 4 Lanceolados, 5 Oblanceolados, 6 Cordados.

Color (clave Munsell): _____.

Forma del ápice: _____. 1 Entero, 2 Mucronado, 3 Emarginado, 4 Retuso, 5 Otro (especificar): _____.

Segmentos interiores

Longitud (cm): _____.

Ancho (cm): _____.

Forma: _____. 1 Oblongos, 2 Obovados, 3 Rómbicos, 4 Lanceolados, 5 Oblanceolados, 6 Cordados.

Color (clave Munsell): _____.

Forma del ápice: _____. 1 Entero, 2 Mucronado, 3 Emarginado, 4 Retuso, 5 Otro (especificar): _____.

Gineceo

Color del estilo: _____. 1 Verde, 2 Blanco, 3 Amarillo, 4 Rosa, 5 Rojo.

Núm. de lóbulos del estigma: _____. Color lóbulos del estigma: _____. 1 Verde, 2 Amarillo, 3 Otro (especificar): _____.

FENOLOGÍA

Floración: _____. 1 Temprana, 2 Media, 3 Tardía.

Cosecha: _____. 1 Temprana, 2 Media, 3 Tardía.

Floración	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cosecha	Ene	Feb	Mzo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

FRUTO (Frutos intactos y completamente maduros para su consumo)

Forma: _____. 1 Oblongo, 2 Esférico, 3 Pedunculado, 4 Elíptico, 5 Obovoide, 6 Ovoide.

Diámetro (parte media del fruto) (cm): _____.

Longitud (cm): _____.

Color (clave Munsell): _____.

Peso fresco (g): _____.

Cicatriz floral

Profundidad (cm): _____.

Diámetro (cm): _____.

Forma 1: _____ . 1 Circular, 2 Elíptica.

Forma 2: _____ . 1 Cóncava, 2 Plana, 3 Convexa.

Longitud del pedúnculo (cm): _____.

Número de aréolas: _____.

Glóquidas

Densidad: _____ . 1 Baja, 2 Media, 3 Alta.

Color: _____ . 1 Amarillo, 2 Marrón, 3 Otro (especificar): _____.

Exocarpo (cáscara)

Color (clave Munsell): _____.

Grosor (parte media del fruto) (cm): _____.

Peso fresco (g): _____.

Mesocarpo (pulpa)

Color (clave Munsell): _____.

Longitud (cm): _____.

Diámetro (parte media del fruto) (cm): _____.

Consistencia pulpa: _____ . 1 Firme, 2 Media, 3 Suave.

Peso fresco (g): _____.

SEMILLAS (Frutos completamente maduros)

Forma: _____.

Color: _____ . 1 Amarilla, 2 Verdosa, 3 Gris, 4 Amarillo oscuro, 5 Otro (especificar): _____.

Longitud (mm): _____ . Ancho (mm): _____.

Núm. de semillas normales: _____.

Núm. de semillas abortivas: _____.

Núm. total de semillas: _____.