



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Organografía comparada de plántulas de las especies del género Pachycereus (Berger) Britton & Rose (Cactaceae)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

ROSARIO DEL PILAR CAMARENA GONZALEZ



DIRECTOR DE TESIS:

BIÓL. PANUNCIO JERÓNIMO REYES SANTIAGO

2 0 0 5



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

17346356



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA 11  
MEXICO

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Organografía comparada de plántulas de las especies del género Pachycereus (Berger) Britton & Rose (Cactaceae)"

realizado por CAMARENA GONZALEZ ROSARIO DEL PILAR

con número de cuenta 09236629-9 , quien cubrió los créditos de la carrera de: BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

Biól. Panuncio Jerónimo Reyes Santiago

Propietario

Dr. Carlos Martorell Delgado

Propietario

M. en C. Aurora Zlotnik Espinosa

*Aurora Zlotnik*

Suplente

Dr. Angel Salvador Arias Montes

*Angel Montes*

Suplente

M. en A. Aldi de Oyarzabal Salcedo

*Aldi de Oyarzabal*

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA  
DE BIOLOGIA

Dedicada...

...a mi alma gemela...

María del Pilar González Vargas,

...a los responsables de mi existencia...

María Luisa González González,

Javier Camarena González,

...a mis compañeras y aliadas...

Mariana Camarena González,

María Luisa Camarena González,

...a los pequeños retoños...

Daniela Camarena González,

Emanuel Rojas Camarena,

...a mis invaluable tesoros...

Neyda Arredondo Rufino,

Panuncio Jerónimo Reyes Santiago,

Angelina Galicia Juárez y

...a quien por un momento hizo posible,

lo que parecía imposible ...

Angel Mota Romero,

...por su amor, confianza, respeto y comprensión...

¡mil gracias, los amo!

Mi especial agradecimiento a...

Dios,

Biól. Panuncio Jerónimo Reyes Santiago,

Dr. Carlos Martorell Delgado,  
M. en A. Aldi de Oyarzabal Salcedo,  
Dr. Angel Salvador Arias Montes,  
M. en C. Aurora Zlotnik Espinosa,

Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Ciencias de la UNAM,  
Jardín Botánico del IB-UNAM,  
Instituto de Biología de la UNAM,  
Sociedad Mexicana de Cactología, A. C.,  
Comisión Federal de Electricidad,

Biól. Flor de María Portillo García,  
M. en C. Tzutzuy Ramírez Hernández,  
Biól. Joel Pérez Crisanto,  
Biól. Araceli Gutiérrez de la Rosa,  
Ecól. Daniel Morales Romero,  
Biól. Luis Martín Baños Van Dyck,  
Biól. Edgar Jaime Hernández Calvillo,

Sr. Christian Brachet Ize,  
Sr. Clemente Reyes Flores,  
Lic. Omar González Zorzano,  
Lic. Raymundo García Alcántara,  
Lic. Gabriel Pérez Crisanto,  
Biól. Samantha Mendoza Moreno y  
Biól. César Guillermo Rocha Huerta,

...por el apoyo brindado en la elaboración de esta tesis.



La cosa más bella que podemos  
experimentar es lo misterioso.  
Es la fuente de toda verdad y ciencia.  
Aquel para quien esa emoción es ajena,  
aquel que ya no puede maravillarse  
y extasiarse ante el miedo,  
vale tanto como un muerto:  
sus ojos están cerrados.

Albert Einstein

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>ANTECEDENTES</b> .....	2
LA FAMILIA CACTACEAE Y EL GÉNERO <i>PACHYCEREUS</i> .....	2
CONCEPCIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO <i>PACHYCEREUS</i> .....	3
MORFOLOGÍA.....	8
ORGANIZACIÓN EXTERNA DE LA PLÁNTULA.....	9
ESTUDIOS ORGANOGRAFÍCOS PREVIOS.....	10
<b>OBJETIVOS</b> .....	13
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	14
OBTENCIÓN DE SEMILLAS.....	14
PROCESO DE GERMINACIÓN.....	15
OBSERVACIÓN Y REGISTRO DE CARACTERES.....	15
ELABORACIÓN DE DESCRIPCIONES Y DIBUJOS DE PLÁNTULAS.....	18
ANÁLISIS DE DATOS.....	18
<b>RESULTADOS</b> .....	20
GERMINACIÓN.....	20
CARACTERES.....	21
ORGANOGRAFÍA DE PLÁNTULAS DEL GÉNERO <i>PACHYCEREUS</i> .....	28
ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.....	34
ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS.....	42
<b>DISCUSIÓN</b> .....	49
<b>CONCLUSIONES</b> .....	54
<b>GLOSARIO</b> .....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	58
<b>ANEXO I</b>	
<b>ANEXO II</b>	

## INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de una enorme cantidad de nombres específicos y sinonimias nomenclaturales es muy frecuente dentro de la familia Cactaceae, debido principalmente a variaciones morfológicas que provocan problemas taxonómicos. Sin embargo, la mayoría de las veces dicha proliferación nomenclatural se genera a partir de material insuficiente y sin la adecuada justificación (Gama, 1994), por lo que se vuelve indispensable la investigación en las diversas ramas de la biología de las cactáceas destacando en especial lo que a su morfología se refiere.

En particular, la morfología de plántulas puede servir de herramienta a la Sistemática; los caracteres vegetativos, a menudo ignorados, pueden ser útiles y la porción aérea de las plántulas puede proporcionarlos (Tomlinson, 1984). El conocimiento existe, pero incompleto (De Vogel, 1980) y la investigación detallada en plántulas aún está poco explorada.

Los trabajos organográficos con plántulas de cactáceas son escasos, en especial aquellos que abordan grupos taxonómicos relacionados. Por un lado, este tipo de estudios proveen a la Sistemática de caracteres que le permiten resolver en parte la problemática taxonómica, contribuyendo al establecimiento de relaciones filogenéticas al ser comparados. Por otro lado, el estadio de plántula proporciona caracteres morfológicos únicos en cada especie que son evidentes sólo en este lapso de la existencia de los individuos. Todo lo anterior ha llevado a la elaboración de este trabajo, el cual incluye a las especies del género *Pachycereus*, que como miembro de la familia de las cactáceas comparte los mismos problemas de clasificación. Este grupo fue elegido por ser un género endémico de México (Arias, 2002; Guzmán *et al.*, 2003), así como por la necesidad de conocer sus caracteres morfológicos externos en estadio de plántula, puesto que a la fecha no existen investigaciones al respecto.

## ANTECEDENTES

### LA FAMILIA CACTACEAE Y EL GÉNERO *PACHYCREUS*

Originarias del continente americano y distribuidas desde el sur de Canadá hasta el sur de Argentina (Bravo-Hollis, 1978), las cactáceas son plantas crasas cuya característica diagnóstica es la presencia de aréolas en sus tallos, de las cuales emergen estructuras tales como hojas (en *Pereskia*, *Quiabentia*, *Pereskiopsis* y algunas opuntias), espinas, flores y frutos, entre otras.

La mayoría de las especies que conforman a la familia Cactaceae poseen gran afinidad con las regiones áridas y semiáridas (Bravo-Hollis, 1978), convirtiéndose éstas en los sitios de mayor diversidad. Tal es el caso de México, cuya extensión territorial está cubierta en un 45% por zonas desérticas y semidesérticas (Velasco-Molina, 1991), de modo que cuenta con 51 géneros y 850 especies aproximadamente, siendo endémicas cerca del 80% de ellas, lo cual lo hace un país de enorme variedad florística (Arias *et al.*, 1997).

La familia Cactaceae se divide en tres subfamilias: Pereskioideae, Opuntioideae y Cactoideae. La subfamilia Cactoideae es la más grande ya que está integrada por el mayor número de especies y de nueve tribus que la conforman seis se encuentran en México: Rhipsalideae, Cacteeae, Hylocereeae, Echinocereeeae, Pachycereeeae y Cereeae (Guzmán, 1997). Las especies de la familia Cactaceae se distribuyen principalmente en dos centros de diversidad; uno se encuentra en las zonas áridas, semiáridas y subtropicales del centro y norte del país, en donde están bien representadas las tribus Cacteeae, Pachycereeeae y parte de Echinocereeeae; el otro se localiza en las zonas tropicales y subtropicales del país, albergando en ellas la mayor diversidad dentro de la tribu Hylocereeae (Arias, 1997).

La tribu Pachycereeae está constituida de 70 especies aproximadamente, representadas en su mayoría por los grandes cactus columnares distribuidos en México, Guatemala, Estados Unidos de América, las Antillas Mayores, las Indias Occidentales, Colombia y Venezuela. Esta tribu la conforman dos subtribus: Pachycereinae y Stenocereinae. La subtribu Pachycereinae se integra a su vez por nueve géneros: *Pterocereus*, *Anisocereus*, *Cephalocereus*, *Neobuxbaumia*, *Carnegiea*, *Pachycereus*, *Backebergia*, *Mitrocereus* y *Lophocereus* (Gibson y Nobel, 1986; Gibson y Horak, 1978).

En particular, el género *Pachycereus*, en el que se centró este trabajo, es nativo de México (Gibson y Horak, 1978), distribuyéndose en las porciones centro, noreste, sureste y suroeste del país, incluyendo específicamente los estados de Puebla, Morelos, México, Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit, Aguascalientes, Zacatecas, Sinaloa, Durango, Chihuahua, Sonora, Baja California Norte y Baja California Sur (Guzmán *et al.*, 2003). Las especies que integran a este género son *Pachycereus grandis*, *P. hollianus*, *P. marginatus*, *P. pecten-aboriginum*, *P. pringlei*, *P. weberi* (Gibson y Horak, 1978) y *P. tepamo* (Gama y Arias, 1998).

#### CONCEPCIÓN TAXONÓMICA DEL GÉNERO *PACHYCEREUS*

El género *Pachycereus* fue establecido como subgénero de *Cereus* por Berger (1905), quien agrupa a cinco especies distinguidas por la posesión de flores pequeñas, actinomorfas y tubulares que surgen individualmente en las aréolas; ovario y tubo con lana y cerdas; ovario densamente lanoso con pétalos espatulados pequeños y el fruto muy lanoso y espinoso (Cuadro 1).

Britton y Rose (1909) hacen reconocimiento de la labor realizada por Berger en este grupo taxonómico; sin embargo, consideran que además de los caracteres de flor y fruto deben tomarse en cuenta el hábito y la estructura del tallo, los cuales están bien definidos en cada especie, por lo que lo caracterizan adicionalmente como plantas generalmente muy grandes, mas o menos ramificadas y tronco bien definido; flores diurnas (¿?) [sic] con tubo bastante corto y estambres incluidos; fruto grande, semejante a una escobilla, seco, densamente cubierto con agrupaciones de espinas deciduas, cerdas y grandes semillas negras; con ello, elevan a nivel genérico a *Pachycereus* asignándole diez especies (Cuadro 1).

Backeberg (1958) considera siete especies para este género (Cuadro 1), las cuales reconoce como plantas sin formaciones cefaloides, con tallos erectos y robustos cuyas flores son grandes, infundibuliformes, campanuladas, sin escamas aterciopeladas, con tubo amplio respecto a la forma de la flor y densamente tomentoso, ovario muy tomentoso, mas o menos cerdoso y fruto espinoso con cerdas mas o menos largas.

Dentro de este género Buxbaum (1961) establece seis especies (Cuadro 1), siendo más minucioso en la diagnosis referente a flor y fruto que los autores ya citados y haciendo mención adicional de semillas y plántulas; así, el género lo conforman gigantescas plantas con tronco definido ramificado en forma de candelabro y numerosas costillas con aréolas confluentes; flores muy grandes que surgen de aréolas apicales o laterales, pericarpelo succulento continuado con receptáculo cilíndrico y también craso, ambos provistos de escamas de pequeñas a muy grandes que se unen al perianto, cuyas axilas tienen grandes aréolas lanosas con pelos y largas cerdas retorcidas, cámara nectarial bastante grande pero relativamente angosta, cerrada abajo por la gruesa base del pistilo y abierta arriba, estambres inferiores sin succulencia que surgen al mismo nivel y otros que van surgiendo

hacia la garganta receptacular, siendo más cortos cada vez, estigma con lóbulos lineales mas o menos numerosos que surgen desordenadamente, perianto bastante corto en comparación con el receptáculo; fruto grande con muchas aréolas, numerosas cerdas largas y rígidas, dehiscencia irregular que seca pronto la pulpa, jugoso y comestible; semillas lisas muy grandes de color negro brillante que tienen forma de casco, con amplio hilo basal rodeado del margen de la testa y poco profundo; embrión ganchudo suculento con cotiledones muy grandes y plántula con hipocótilo corto y cotiledones muy grandes, suculentos y triangulares.

Cuatro especies agrupadas en dos subgéneros son las que Bravo-Hollis (1978) incluye dentro del género (Cuadro 1), considerándolas como plantas gigantescas, candelabriformes, de tronco bien definido y ramas gruesas cuyo fruto posee pericarpo seco, pulpa jugosa y aréolas persistentes.

En el mismo año, Gibson y Horak (1978) proponen la inclusión de seis especies para el género (Cuadro 1); ésta es la propuesta de mayor aceptación en la actualidad ya que sus criterios se basaron en estudios de la morfología vegetativa y reproductiva de la tribu Pachycereeae, tomando en cuenta además, la bioquímica del tallo; específicamente caracterizan a este género por la presencia de alcaloides en el tallo, puestos en evidencia como pigmentos negros luego de ser lesionado, la ausencia de cristales en la epidermis y la producción de brillantes semillas negras. Basados en la clasificación de Gibson y Horak (1978), Gama y Arias (1998) describen una nueva especie, *Pachycereus tepamo*. Estos autores fundamentaron la inclusión de esta especie dentro del género, después de que Gama (1994) realizara un análisis morfológico, cariológico, micromorfológico y del desarrollo de las plántulas en poblaciones de *P. weberi* y *P. aff. weberi* y teniendo como antecedente el reconocimiento de una variedad o forma geográfica en poblaciones de *Stenocereus weberi* ubicada en Michoacán por parte de Bravo-Hollis (1978); además,

consideraron la apreciación de Blanco *et al.* (1979, 1980) como una especie diferente no descrita (*Pachycereus* aff. *P. weberi*) después de obtener un conjunto de diferencias morfológicas, fenológicas y geográficas.

Posteriormente, Hunt (1992) establece doce especies para *Pachycereus* (Cuadro 1). No obstante, la lista en la que incluye a las especies “aceptadas” de *Pachycereus* es arbitraria, puesto que es el resultado de una conjunción nomenclatural basada en todos aquellos nombres encontrados en cualquiera de las fuentes consultadas por el compilador, adicionando los reportados para el comercio, por lo que no consideró su validez en un sentido taxonómico estricto.

En tiempos recientes, mediante la realización de un análisis de las relaciones filogenéticas y un tratamiento taxonómico del género, Arias (2002) delimita a cinco el número de especies contenidas en él (Cuadro 1), a las que define como cactáceas arborescentes que presentan un surco interareolar parcial o completo y flores con una zona estrecha entre el pericarpelo y el tubo (tipo G).

En este estudio es considerado el sistema de Gibson y Horak (1978), tomando en cuenta además la especie descrita por Gama y Arias (1998).



BERGER 1905	BRITTON Y ROSE 1909	BACKEBERG 1958	BUXBAUM 1961	BRAVO-HOLLIS 1978	GIBSON Y HORAK 1978	HUNT 1992	ARIAS 2002
CEREUS				PACHYCEREUS			
PACHYCEREUS				PACHYCEREUS		LEMAIROCEREUS	
	<i>P. calvus</i>	<i>P. calvus</i>					
	<i>P. chrysomellus</i>						
	<i>P. columna-trajani</i>						
<i>P. fulviceps</i>						<i>P. fulviceps</i>	
						<i>P. gatesii</i>	
						<i>P. gaumeri</i>	
		<i>P. gigas</i>					
	<i>P. grandis</i>	<i>P. grandis</i>	<i>P. grandis</i>	<i>P. grandis</i>	<i>P. grandis</i>	<i>P. grandis</i>	<i>P. grandis</i>
			<i>P. holianus</i>		<i>P. holianus</i>	<i>P. holianus</i>	
						<i>P. lepidanthus</i>	
	<i>P. marginatus</i>				<i>P. marginatus</i>	<i>P. marginatus</i>	
						<i>P. militaris</i>	
<i>P. orcuttii</i>	<i>P. orcuttii</i>	<i>P. orcuttii</i>	<i>P. orcuttii</i>				
<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>	<i>P. pecten-aboriginum</i>
<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>	<i>P. pringlei</i>
	<i>P. queretlarensis</i>						
			<i>P. tehuntepecensis</i>				
							<i>P. tepamo</i>
<i>P. thurberi</i>							
	<i>P. titan</i>						
		<i>P. weberi</i>			<i>P. weberi</i>	<i>P. weberi</i>	<i>P. weberi</i>

Cuadro 1. Variación en el tiempo de la concepción taxonómica del género *Pachycereus* de acuerdo con diversos autores.



## MORFOLOGÍA

La Morfología es la rama de la Botánica que se encarga del estudio de la forma y constitución de los órganos vegetales. A su vez, la Morfología se divide en dos partes, la Anatomía Vegetal, que es el estudio de la estructura interna, y la Organografía, que describe el aspecto externo (Valla, 1979).

En particular, la Organografía se basa en el uso de caracteres morfológicos que permiten la descripción del cuerpo vegetal. Un carácter morfológico es cualquier característica, rasgo o atributo morfológico de un organismo que pueda ser observado o cuantificado y seleccionado para ser usado en su clasificación o identificación. Los caracteres pueden tener además, dos o más formas, expresiones o valores alternativos posibles mutuamente excluyentes a los que se les denomina estados de carácter. Por ejemplo, si el carácter es el color de la flor, sus estados de carácter pueden ser blanco o rojo. El estudio comparativo de los caracteres y los estados de los caracteres entre especies es importante en los análisis fenéticos para establecer las relaciones de similitud respectivas (Crisci y López, 1983; Villaseñor y Dávila, 1992; Egli, 1993).

En cactáceas existen caracteres que pueden ser potencialmente válidos para su uso en análisis fenéticos. Algunos de ellos merecen especial atención, porque proveen de valiosa información para evaluar las historias evolutivas de los linajes de las cactáceas (Gibson y Nobel, 1986). En concreto, las diferencias en la morfología de plántulas algunas veces han sido la base para el rearrreglo de clasificaciones (De Vogel, 1980), ya que en este estadio es posible encontrar caracteres o estados de caracteres de gran valor taxonómico y que no son evidentes en los estadios posteriores del desarrollo de los individuos.

## ORGANIZACIÓN EXTERNA DE LA PLÁNTULA

De Vogel (1980) considera una plántula como el estado más joven de la planta posterior a la germinación, pero Pelton (Macías, 1989) es mucho más puntual al definir a la plántula como el corto período de la vida de la planta iniciado a partir del surgimiento de la radícula a través de la testa seminal, hasta el agotamiento de las reservas contenidas en los cotiledones. En este trabajo se ha tomado en cuenta esta última definición.

Una plántula está constituida principalmente por cuatro estructuras: raíz primaria, hipocótilo, cotiledones y epicótilo, aquí se han considerado todas excepto la raíz primaria. Tomando como referencia el nivel del suelo y ascendiendo por el eje vertical de la plántula, se encuentra el hipocótilo, que es la porción localizada por debajo del punto de inserción de los cotiledones; posee cierto número de caracteres que conviene mencionar: tamaño, color, pilosidad y forma. Luego tienen lugar los cotiledones, considerados como las primeras hojas de la plántula; pueden variar en forma, tamaño, coloración, arreglo, base, ápice y margen. El epicótilo es considerado como el primer entrenudo que se forma por encima de los cotiledones, cuya forma, tamaño y color también pueden ser variables (Valla, 1979; De Vogel, 1980; Moreno, 1984; Macías, 1989; Eggli, 1993); sin embargo, no se registraron los datos acerca del epicótilo, debido a su imperceptible caracterización en las plántulas de las especies estudiadas. Además de estas estructuras, en este estudio se ha contemplado al tallo, que es el eje principal de una planta generalmente ascendente del cual se originan, en el caso de las cactáceas, hojas, flores, brotes, espinas y tricomas (Eggli, 1993; Bravo-Hollis, 1978), ubicándose por encima del epicótilo. En la figura 1, se aprecian las estructuras básicas y los caracteres cuantitativos considerados en el presente trabajo de plántulas del género *Pachycereus*.

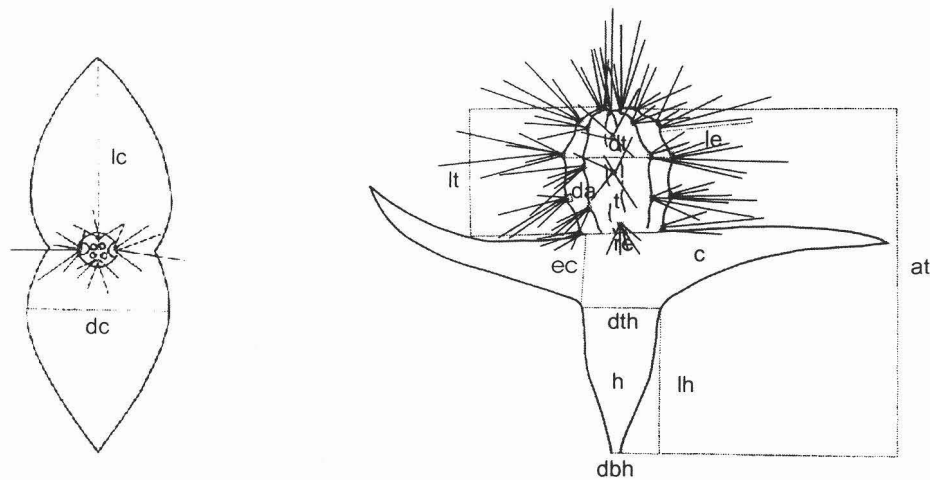


Figura 1. Esquemas de plántulas del género *Pachycereus* que representan las estructuras básicas y los caracteres cuantitativos considerados en este estudio. A. Vista apical de una plántula con 1 mes de edad; lc: longitud del cotiledón; dc: diámetro del cotiledón. B. Plántula completa con 2 meses de edad; at: altura total, h: hipocótilo, lh: longitud del hipocótilo, dbh: diámetro basal del hipocótilo, dth: diámetro terminal del hipocótilo, c: cotiledón, ec: espesor del cotiledón, re: región del epicótilo, t: tallo, lt: longitud del tallo, dt: diámetro del tallo, da: diámetro de la aréola, le: longitud de la espina.

## ESTUDIOS ORGANOGRAFICOS PREVIOS

Los estudios organográficos de plántulas de cactáceas realizados y publicados son escasos. Una de las primeras revisiones es la elaborada por Buxbaum (1951), quien aporta para algunas especies datos cuantitativos sobre tubérculos y costillas. Otras especies las describe cualitativamente e ilustra, destacando que *Cephalocereus sartorianus* y *Marginatocereus marginatus* presentan hipocótilo de forma cónica.

Meyrán (1956) describe sus observaciones realizadas en algunos géneros (*Mammillaria* y *Melocactus*) y especies de esta familia; en él aporta datos cualitativos de la morfología externa de las plántulas y del proceso de crecimiento, así como algunos datos cuantitativos sobre cotiledones, espinas y costillas, describiendo a cada especie y representando todo esto en esquemas. *Pachycereus grandis* y *Pachycereus weberi* son incluidos en este trabajo, centrándose en cotiledones, aréolas, podarios y costillas.

Cota (1982) publica un artículo acerca de plántulas de *Cereus* sp., en el que da a conocer las características morfológicas más relevantes del género, describiendo y esquematizando su desarrollo en un período de 20 días posteriores a su germinación, aportando además, tanto en la descripción como en los esquemas, datos cualitativos y cuantitativos en diferentes etapas de dicho período, referidos principalmente a altura de la plántula, radícula, hipocótilo, cotiledones, podarios, tallo, espinas y aréolas.

Por otro lado, Leuenberger (1992) describe las plántulas de siete especies de *Pereskia*; él encontró diferencias acentuadas en forma y tamaño de los cotiledones entre algunas especies, lo que le permitió dividir las en tres categorías: pequeñas, medianas y grandes.

Posteriormente, Gama (1994) realiza descripciones de plántulas de *Pachycereus weberi* y *Pachycereus* aff. *weberi*; ella basó sus observaciones en radícula, hipocótilo, cotiledones, epicótilo, costillas, aréolas y espinas, mencionando que el crecimiento y desarrollo son similares en ambas especies, pero luego de cierto tiempo, encontró diferencias marcadas en *P.* aff. *weberi* respecto a filogenia de indicios que permitan una mejor comprensión de la evolución de las mismas (Campbell *et al.*, 1999).

Finalmente, Gutiérrez *et al.* (1999) abordan el campo de la morfología de plántulas de cuatro especies del género *Mammillaria*; en este trabajo incluyen observaciones de las mismas en distintas etapas, así como el registro de caracteres cualitativos y cuantitativos de tallo, raíz, aréolas y espinas, realizando con estos datos un análisis morfológico comparativo de las especies en estudio.

A excepción de Gama (1994), todos los autores citados carecen de minuciosidad en la elaboración de sus descripciones, por lo que aparecen incompletas y ambiguas. Algunos hacen generalizaciones para géneros sin dar evidencia detallada al respecto, otros ni siquiera identificaron a la(s) especie(s) bajo estudio. Por otra parte, ninguno empleó su información para realizar análisis fenéticos en búsqueda de estructuras taxonómicas que apoyen o refuten alguna propuesta previa. No obstante, Leuenberger (1992), Gama (1994) y Gutiérrez *et al.* (1999) enfocan sus trabajos en especies de un sólo género, hecho benéfico que permite la comparación entre taxa.

Resulta interesante resaltar el estudio de Gama (1994), puesto que es el prelude del reconocimiento de una especie nueva, *Pachycereus tepamo*, en cuya descripción hacen alusión de la organografía de las plántulas de esta especie, acción que realza y complementa a la misma (Gama y Arias, 1998).

El estadio de plántula es el período inicial del desarrollo de un individuo vegetal en el que tienen lugar procesos de crecimiento y diferenciación de órganos (Segura, 2000), dándose gran variedad de cambios morfofisiológicos que pueden ser únicos y evidentes sólo en este lapso del ciclo de vida. Así, al observarse la fase inicial de la ontogenia de las especies es posible proveer a la filogenia de indicios que permitan una mejor comprensión de la evolución de las mismas (Campbell *et al.*, 1999).

## OBJETIVO GENERAL

- ❖ Efectuar un estudio organográfico con plántulas de las especies del género *Pachycereus*.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Conocer las principales similitudes y diferencias organográficas entre las plántulas de las especies del género *Pachycereus*.
- ❖ Dibujar a las plántulas de las especies del género *Pachycereus* en diferentes etapas del estadio.
- ❖ Describir de manera individual y comparativa las plántulas de las especies del género *Pachycereus* en distintas etapas del estadio.

## MATERIAL Y MÉTODO

Este trabajo se realizó en los laboratorios e invernaderos de cactáceas del Área de Colecciones del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IB-UNAM). Para cumplir con los objetivos planteados, se desarrolló la metodología que a continuación se presenta.

### OBTENCIÓN DE SEMILLAS

Las semillas fueron obtenidas en el Banco de Almacenamiento de Semillas de Cactáceas del Área de Colecciones del Jardín Botánico del IB-UNAM. Las especies estudiadas se enlistan a continuación (Cuadro 2).

ESPECIE	ESTADO	COLECTÓ	# COLECTA	DETERMINÓ
<i>Backebergia militaris</i>	Michoacán	J. Reyes S.	JE-4534	J. Reyes S.
<i>Mitrocereus fulviceps</i>	Puebla	J. Reyes S.	s/n	J. Reyes S.
<i>Pachycereus grandis</i>	Puebla	J. Reyes S.	JE-3833a	J. Reyes S.
<i>Pachycereus hollianus</i>	Puebla	C. Reyes F.	s/n	J. Reyes S.
<i>Pachycereus marginatus</i>	México	J. Reyes S.	s/n	J. Reyes S.
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i>	Sonora	D. Morales R.	s/n	D. Morales R.
<i>Pachycereus pringlei</i>	Sonora	D. Morales R.	s/n	D. Morales R.
<i>Pachycereus tepamo</i>	Michoacán	J. Reyes S.	s/n	J. Reyes S.
<i>Pachycereus weberi</i>	Oaxaca	J. Reyes S.	JE-3942a	J. Reyes S.

Cuadro 2. Lista de las especies utilizadas en el presente trabajo con algunos datos de procedencia de las semillas.

*Backebergia militaris* y *Mitrocereus fulviceps* fueron incluidos en este estudio porque Gibson y Horak (1978) sugieren en su modelo evolutivo de la tribu Pachycereeae que ambos taxa tienen cercanía inmediata al género *Pachycereus*, además de que Berger (1905) y Hunt (1992) consideraron a uno o a dos de estos géneros como parte del mismo en sus propuestas taxonómicas (Cuadro 1).



## PROCESO DE GERMINACIÓN

Se germinaron semillas de cada una de las especies, procediendo de la siguiente manera: en un frasco estéril, se colocaron 15 semillas, adicionándole agua esterilizada y tapándolo; se dejó imbibir a las semillas durante 24 horas. Una vez transcurrido el tiempo y utilizando un cernidor limpio, se filtró el contenido del frasco para captar las semillas, se sumergieron en una solución de cloro al 30% durante 1 minuto, se enjuagaron inmediatamente con agua esterilizada y se colocaron en una caja Petri. Se vertió sobre las semillas fungicida en solución (Captan: 2 g/l) y pasado un lapso de 2 minutos, se procedió a sembrar. Se colocó equidistantemente cada una de las semillas con ayuda de un pincel y una aguja de disección, en un contenedor de plástico o vidrio con tapa, el cual contenía un sustrato estéril fino de tierra de hoja cernida y tepojal en proporción 1:1 y al terminar, se tapó y etiquetó. Se dejó cada uno de los contenedores en un sitio con una temperatura de 20-25°C y 30% de luz solar.

## OBSERVACIÓN Y REGISTRO DE CARACTERES

Se examinó la porción aérea de las plántulas durante un año. Las observaciones se realizaron a partir de los primeros días posteriores a la germinación, luego a uno, tres, seis, diez y doce meses de edad. Dichas observaciones se centraron en los caracteres y sus estados de carácter, los que figuran a continuación (Cuadro 3).

	ÓRGANO/ESTRUCTURA	CARÁCTER	ESTADO DE CARÁCTER
1	Plántula completa	Altura total	(mm)
2	Hipocótilo	Longitud	(mm)
3		Diámetro	(mm)
4		Forma	Toneliforme
			Obcónico
			Caliciforme
5	Cotiledones	Longitud	(mm)
6		Diámetro	(mm)
7		Espesor	(mm)
8		Ápice	Acuminado
			Agudo
			Obtuso
9		Márgenes	Rectos
			Convexos
10	Epicótilo	Longitud	(mm)
11		Diámetro	(mm)
12		Forma	Variable
13	Tallo	Longitud	(mm)
14		Diámetro	(mm)
15		Forma	Semigloboso
			Globoso
			Cilíndrico
16		Crecimiento	Unicaule
			Ramificado
17	Aréolas	Diámetro	(mm)
18		Número	Variable
19		Forma	Circulares
			Elípticas
20		Distribución	Individual
			Confluente
21	Fieltro	Color	Variable
22	Tubérculos	Número	Variable
23		Disposición	Ciclos alternados de cuatro unidades
			Ciclos alternados de tres unidades
			Ciclos alternados de dos unidades
24	Costillas	Número	Variable
25	Espinas	Número	Variable
26		Longitud	(mm)
27		Tipo	Subuladas
			Subuladas y subuladas con punta doblada
28		Color	Variable
29		Disposición	Radial
			Central
			Desordenada
30		Indumento	Ausente
			Muy estrigoso
			Estrigoso
			Estriguloso
			Poco estriguloso

Cuadro 3. Caracteres y estados de carácter considerados en el presente estudio.

La elección de los caracteres y la terminología utilizada en este trabajo se basó en las consideraciones acatadas por distintos autores respecto a estructuras específicas y a la constitución organográfica de plántulas de dicotiledóneas en general y cactáceas en particular, tales como Bravo-Hollis (1978), Gibson y Horak (1978), Valla (1979), De Vogel (1980), Moreno (1984), Font-Quer (1985), Macías (1989), Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991), Egli (1993) y Quesada y Valpuesta (2000).

Todas las plántulas obtenidas en la germinación de semillas de las especies en estudio fueron observadas ocularmente en el período establecido y solamente un individuo de cada especie se sometió a medición mediante el uso de un microscopio estereoscópico y un vernier. Las plántulas de 2-5 días de edad fueron extraídas de su frasco cuidadosamente para ser estudiadas, trasplantándolas a continuación en un contenedor de mayor tamaño y manteniéndolas en las mismas condiciones de germinación. Al cumplir un mes de edad, las plántulas fueron manipuladas para su observación de la misma manera que en la primera etapa, plantándose los ejemplares en el mismo recipiente e internándose después en un invernadero para plántulas, con temperatura de 15-35°C, 60-70% de sombra y aireación constante. Con las plántulas de 3 meses de edad se actuó de manera similar a la primera etapa, a excepción del trasplante, que fue efectuado en macetas forestales de 3×3×4¼", dándose entonces un cambio de invernadero, con temperatura de 10-45°C, 90% de luz solar y ventilación constante; de esta etapa en adelante las plántulas se regaron una o dos veces por semana. A partir de la etapa de 6 meses, fue omitido el trasplante y la observación al microscopio de la plántula completa fue sustituida por una observación ocular debido al aumento en tamaño de los individuos, si bien, las aréolas continuaron estudiándose con tal aparato.

## ELABORACIÓN DE DESCRIPCIONES Y DIBUJOS DE PLÁNTULAS

Mediante el auxilio de las tablas construidas en el registro de datos, los bosquejos y las anotaciones adicionales hechas durante la observación directa de los ejemplares, se describieron de manera individual y comparativa las plántulas de cada especie en las diferentes etapas del estadio, realizándose a su vez las fichas correspondientes.

Durante las observaciones periódicas, se realizaron bosquejos con lápiz de arcilla grafito (B) en papel bond de la plántula completa en todas las etapas, vista apical en plántulas de 1 mes de edad y de una aréola en los casos en que fue posible. Posteriormente, se elaboraron los dibujos con rapidógrafos (0.13, 0.1, 0.2 y 0.3) y tinta china negra sobre papel albanene de 90/95 g/m<sup>2</sup> o couché mate de 70×95 cm y 135 g, tomando en cuenta las características más sobresalientes relativas a hipocótilo, cotiledones, tallo, costillas, aréolas y espinas. Se utilizó la línea y el punteado para darle a los dibujos la estructura y la definición necesarias que permiten expresar claramente la morfología externa de las plántulas, evidenciándose así los detalles de sus órganos y estructuras. Por un lado, la línea es descriptiva de la forma y la geometría de los elementos constitutivos de la plántula y por el otro, el punteado proporciona a los mismos mayor volumen, creando un efecto de tridimensionalidad, construyéndose así con ambas herramientas plásticas una representación cabal de la realidad significada.

## ANÁLISIS DE DATOS

La información fue capturada en hojas de cálculo de Microsoft Office Excel 2003, se obtuvo la media de los datos cuantitativos y los cualitativos se expresaron numéricamente como 1 (presencia) o 0 (ausencia) (Cuadros 4-9); posteriormente, se estandarizaron y sometieron a un análisis de

agrupamientos (AA), utilizando la técnica de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA, unweighted pair-group method using arithmetic averages), con la finalidad de construir un fenograma por cada etapa del estadio de plántula y otro incluyendo todos los casos, en los cuales se muestren las especies y/o grupos de especies que presentan mayor similitud entre sí mediante valores expresados en distancia euclidiana. Complementariamente, se les aplicó un análisis de componentes principales (ACP), con el que se pretendió encontrar los caracteres responsables de la agrupación o disgregación de especies y por los cuales éstas se asemejan o diferencian.

## RESULTADOS

### GERMINACIÓN

En términos generales, puede considerarse que las especies del género *Pachycereus* no presentan problemas de germinación, puesto que superan el 50%; esto también fue observado en *Mitrocereus fulviceps*. Los resultados expresados en la figura 2 indican los porcentajes para cada especie, resaltando el de *Backebergia militaris*, que no germinó y los de *Pachycereus grandis*, *P. hollianus* y *P. marginatus*, que obtuvieron la máxima germinación. Las semillas de *B. militaris* estaban infectadas por hongos, lo cual impidió la germinación; la obtención de semillas sanas de esta especie para repetir el procedimiento no fue posible, por lo que se le excluyó de este estudio. Este proceso permitió dar inicio a la etapa de observación de caracteres sobre la mayoría de las especies.

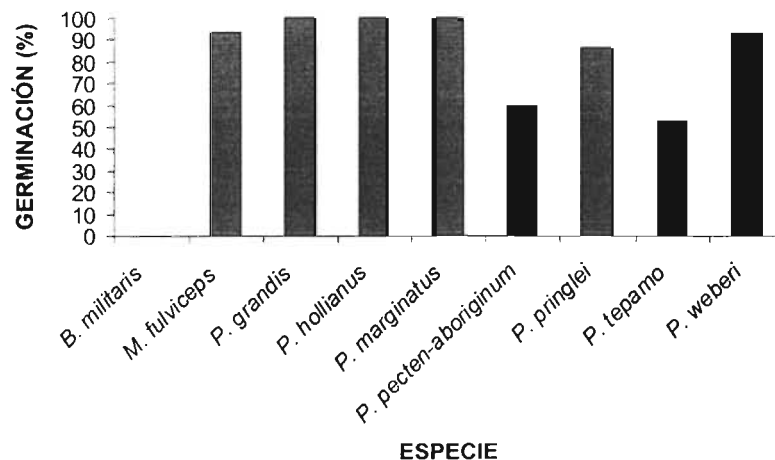


Figura 2. Germinación máxima obtenida en las especies del género *Pachycereus*, *Mitrocereus fulviceps* y *Backebergia militaris*.

## CARACTERES

Los cuadros 4-9 contienen la información sobre los caracteres y sus estados por cada especie, además de la matriz básica utilizada en el análisis de datos; cada cuadro corresponde a una etapa del estadio de plántula. No se registraron los datos acerca del epicótilo debido a que es imperceptible en las plántulas de las especies estudiadas.

Algunos estados de carácter presentes en los primeros cuadros no aparecen en los subsecuentes debido a que no tuvieron variación en el tiempo. Así mismo, tamaño y forma de las aréolas se mantuvieron sin cambios hasta los 6 meses de edad, registrándose los datos en el cuadro correspondiente a la siguiente etapa. Tipo de ápice en cotiledones, color del fieltro, número y disposición de tubérculos y color y disposición de las espinas no fueron sujetos a los análisis aplicados, puesto que tampoco variaron o lo hicieron a causa de factores no controlados diversos en el transcurso de 1 año, como intensidad luminosa, humedad, ataques por organismos patógenos, pH del sustrato, riego y fertilización, entre otros. Sin embargo, para continuar con la descripción de cada especie, se consideró la totalidad de caracteres en cada etapa.

CARACTERES	ALTURA TOTAL	HIPOCÓTILO		COTILEDONES		
		LONGITUD	DIÁMETRO*	MÁRGENES	LONGITUD*	DIÁMETRO*
CLAVES	2-5d.alto	2-5d h.lon	2-5d h.día	2-5d c.mrc	2-5d.c.lon	2-5d.c.día
<i>M. fulviceps</i>	4 [4]	4 [4]	2, 1 [1.5]	Rectos [1]	1 [1]	2, 1 [1.5]
<i>P. grandis</i>	2 [2]	2 [2]	2, 1, 5 [1.75]	Convexos [0]	6, 5 [5.5]	3 [3]
<i>P. hollianus</i>	3 [3]	3 [3]	2, 1, 5 [1.75]	Rectos [1]	3, 2, 5 [2.75]	2 [2]
<i>P. marginatus</i>	7 [7]	7 [7]	2, 5, 1, 5 [2]	Convexos [0]	4, 5, 3, 5 [4]	3, 5 [3.5]
<i>P. pecten-aboriginum</i>	5 [5]	5 [5]	3, 5, 2 [2.75]	Convexos [0]	8, 6, 5 [7.25]	5 [5]
<i>P. pringlei</i>	4 [4]	4 [4]	2, 1, 5 [1.75]	Rectos [1]	5, 3 [4]	3 [3]
<i>P. tepamo</i>	5 [5]	5 [5]	2, 1, 5 [1.75]	Rectos [1]	3, 2 [2.5]	2, 5 [2.5]
<i>P. weberi</i>	4 [4]	4 [4]	3, 2 [2.5]	Rectos [1]	4, 5, 4 [4.25]	4 [4]

Cuadro 4. Resultados obtenidos para 6 caracteres en plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a los 2-5 días de edad, los datos cuantitativos están expresados en milímetros. Los datos en corchetes [ ] representan la matriz básica de datos con los promedios de los caracteres cuantitativos y la expresión numérica de los caracteres cualitativos.

\* Caracteres que presentan dos datos en sus estados; la primera y la segunda cifras (separadas por una , ) representan, para el caso del hipocótilo el diámetro terminal y el diámetro basal respectivamente; para el caso de los cotiledones, la primera cifra corresponde al cotiledón de mayor dimensión y la segunda cifra al de menor dimensión.





CARACTERES	ALTURA TOTAL	HIPOCÓTILO					TALLO		COTILEDONES			ARÉOLAS	TIPO	INDUMENTO				NÚ M	CENTRALES		RADIALES	
		FORMA			LONGITUD	DIÁMETRO*	LONGITUD	DIÁMETRO	LONGITUD*	DIÁMETRO*	ESPESOR	NÚ M		MUY ESTRIBOSO	ESTRIBULOSO	ESTRIBOSO	POCO ESTRIBULOSO		NÚ M	LONGITUD	NÚ M	LONGITUD
		TORNIFORME	OBOVÓICO	CALICIFORME																		
CLAVES	1m.alto	1m.h.flon	1m.h.fobc	1m.h.kcal	1m.h.lon	1m.h.dia	1m.ta.lon	1m.ta.dia	1m.c.lon	1m.c.dia	1m.c.esp	1m.áreol	1m.es.sub	1m.es.eg	1m.es.egl	1m.es.eg	1m.es.egl	1m.es.no	1m.es.cno	1m.es.cdn	1m.es.rno	1m.es.rlon
<i>M. fulviceps</i>	9 [9]	[1]	[0]	[0]	6.5 [6.5]	5 [5]	-	-	3.5 [3.5]	3.5 [3.5]	2.5 [2.5]	6 [6]	Subuladas y subuladas con punta doblada	[1]	[0]	[0]	[0]	6-8 [7]	1	2	6-7 [6.5]	1-3 [2]
<i>P. grandis</i>	11.5 [11.5]	[0]	[1]	[0]	7.5 [7.5]	5.2 [3.5]	-	-	7 [7]	13.5-12.5 [13]	4 [4]	8 [8]	Subuladas	[0]	[1]	[0]	[0]	5 [5]	-	-	5 [5]	1-2 [1.5]
<i>P. hokanus</i>	7 [7]	[0]	[1]	[0]	5 [5]	4.2 [3]	-	-	3.5 [3.5]	4 [4]	2 [2]	8 [8]	Subuladas y subuladas con punta doblada	[0]	[0]	[1]	[0]	5-6 [5.5]	-	-	5-6 [5.5]	1-2 [1.5]
<i>P. marginatus</i>	16.5 [16.5]	[0]	[1]	[0]	12.5 [12.5]	4.5-2 [3.25]	1.5	3	8-7.5 [7.75]	6.5 [6.5]	2.5 [2.5]	12 [12]	Subuladas	[0]	[0]	[0]	[1]	5-6 [5.5]	-	-	5-6 [5.5]	1-5 [3]
<i>P. pecten-abongrum</i>	17 [17]	[0]	[1]	[0]	9 [9]	6.2 [4]	4	4	13-12 [12.5]	11 [11]	4 [4]	8 [8]	Subuladas	[0]	[1]	[0]	[0]	6-8 [7]	1	4	5-7 [6]	1-7.5 [4.25]
<i>P. pinnate</i>	8 [8]	[0]	[0]	[1]	5 [5]	6.2 [4]	-	-	7 [7]	7 [7]	3 [3]	14 [14]	Subuladas	[0]	[0]	[1]	[0]	6-7 [6.5]	1	3.5	5-6 [5.5]	0.5-4.5 [2.5]
<i>P. tepamo</i>	11 [11]	[0]	[1]	[0]	7 [7]	6.3 [4.6]	-	-	10-8 [9]	9 [9]	4 [4]	8 [8]	Subuladas	[0]	[1]	[0]	[0]	5-6 [5.5]	-	-	5-6 [5.5]	0.5-2 [1.25]
<i>P. weberi</i>	6.5 [6.5]	[0]	[0]	[1]	4 [4]	6.2 [4]	-	-	6 [6]	6.5 [6.5]	2.5 [2.5]	8 [8]	Subuladas	[0]	[1]	[0]	[0]	7-8 [7.5]	1	3	6-7 [6.5]	1-3 [2]

Cuadro 5. Resultados obtenidos para 17 caracteres en plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a 1 mes de edad, los datos cuantitativos están expresados en milímetros. Los datos en corchetes [ ] representan la matriz básica de datos con los promedios de los caracteres cuantitativos y la expresión numérica de los caracteres cualitativos.

\* Caracteres que presentan dos datos en sus estados; la primera y la segunda cifras (separadas por una , ) representan, para el caso del hipocótilo el diámetro terminal y el diámetro basal respectivamente; para el caso de los cotiledones, la primera cifra corresponde al cotiledón de mayor dimensión y la segunda cifra al de menor dimensión.  
 - Ausencia del carácter.



CARACTERES	ALTURA TOTAL	HIPOCÓTILO		TALLO					COTILEDONES			AREOLAS	COSTILLAS	ESPINAS															
		LONGITUD	DIÁMETRO*	FORMA			LONGITUD	DIÁMETRO	LONGITUD*	DIÁMETRO*	ESPESOR			NÚM	DEFINICIÓN	NÚM.	INDUMENTO				NÚM	CENTRALES				RADIALES			
				SEMIGLOBOSO	GLOBOSO	CILINDRICO											MUY ESTRIGOSO	ESTRIGOSO	ESTRIGALOSO	AUSENTE		NÚM	LONGITUD	NÚM	LONGITUD				
CLAVES	3m.tallo	3m.h.lon	3m.h.dia	3m.ta.figl	3m.ta.figlo	3m.ta.fcll	3m.ta.lon	3m.ta.dia	3m.c.lon	3m.c.dia	3m.c.esp	3m.aeol	3m.decos	3m.cos	3m.es.eg	3m.es.eg	3m.es.egl	3m.es.lis	3m.es.no	3m.es.no	3m.es.cln	3m.es.no	3m.es.rlon						
<i>M. fulviceps</i>	15	6.5	7	[1]	[0]	[0]	5.5	9	6	5	3	16	[0]	-	[1]	[0]	[0]	[0]	8-9	1	2.5	7-8	1.5-3						
	[15]	[8.5]	[7]				[5.5]	[9]	[6]	[5]	[3]	[16]							[8.5]	[1]	[2.5]	[7.5]	[1.75]						
<i>P. grande</i>	22	7.5	5.2	[0]	[1]	[0]	10	4	17.14	15.14	4.5	47	[1]	8	[0]	[0]	[1]	[0]	8-10	1	4	7-9	1-5						
	[22]	[7.5]	[3.5]				[10]	[4]	[15.6]	[14.6]	[4.5]	[47]							[9]	[1]	[4]	[8]	[3]						
<i>P. holburii</i>	12	5	5.3	[0]	[1]	[0]	5	4.5	5.4	4.5	2	31	[0]	-	[0]	[1]	[0]	[0]	10-13	1	4	9-12	1-3						
	[12]	[5]	[4]				[5]	[4.5]	[4.5]	[4.5]	[2]	[31]							[11.5]	[1]	[4]	[10.5]	[2]						
<i>P. marginatus</i>	24.5	12.5	8.5, 2.8	[0]	[0]	[1]	9	7	8.7.5	7	3	29	[0]	-	[0]	[0]	[0]	[1]	7-9	1	1	6-8	0.5-6						
	[24.5]	[12.5]	[4.5]				[9]	[7]	[7.75]	[7]	[3]	[29]							[8]	[1]	[1]	[7]	[3.25]						
<i>P. pecten-aborigenum</i>	23	9	6.5, 2	[0]	[0]	[1]	10	9	14.13	12	4	45	[1]	8	[0]	[1]	[0]	[0]	6-9	1	4	7-8	1-8						
	[23]	[9]	[4.25]				[10]	[9]	[13.5]	[12]	[4]	[45]							[8.5]	[1]	[4]	[7.5]	[4.5]						
<i>P. pringlei</i>	18	5	7.2.5	[0]	[1]	[0]	7.5	7	7	7	3.5	47	[1]	8-9	[0]	[1]	[0]	[0]	8-13	1-3	1-3	7-10	1-6						
	[18]	[5]	[4.75]				[7.5]	[7]	[7]	[7]	[3.5]	[47]							[10.5]	[2]	[2]	[8.6]	[3.5]						
<i>P. repens</i>	21.5	7	7.3	[0]	[0]	[1]	10.5	8	10.5, 9.5	10.9.5	4	32	[1]	8	[0]	[0]	[1]	[0]	7-9	1	2	6-8	0.5-4						
	[21.5]	[7]	[5]				[10.5]	[8]	[10]	[9.75]	[4]	[32]							[8]	[1]	[2]	[7]	[2.25]						
<i>P. weberi</i>	13.5	4	7.3	[1]	[0]	[0]	8	8	7.5	7.5	3.5	24	[1]	8	[0]	[1]	[0]	[0]	8-12	1-3	2-3.5	7-9	1-3						
	[13.5]	[4]	[5]				[8]	[8]	[7.5]	[7.5]	[3.5]	[24]							[10]	[2]	[2.75]	[8]	[4]						

Cuadro 6. Resultados obtenidos para 17 caracteres en plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a los 3 meses de edad, los datos cuantitativos están expresados en milímetros. Los datos en corchetes [ ] representan la matriz básica de datos con los promedios de los caracteres cuantitativos y la expresión numérica de los caracteres cualitativos.

\* Caracteres que presentan dos datos en sus estados; la primera y la segunda cifras (separadas por una , ) representan, para el caso del hipocótilo el diámetro terminal y el diámetro basal respectivamente; para el caso de los cotiledones, la primera cifra corresponde al cotiledón de mayor dimensión y la segunda cifra al de menor dimensión.  
 - Ausencia del carácter.



CARACTERES	ALTURA TOTAL	TALLO			ARÉOLAS	COSTILLAS	ESPINAS						
		FORMA	LONGITUD	DIÁMETRO			NÚM.	NÚM.	NÚM.	CENTRALES		RADIALES	
										NÚM.	LONGITUD	NÚM.	LONGITUD
CLAVES	6m.alto	6m.ta.fglo	6m.ta.lon	6m.ta.dia	6m.areol	6m.cos	6m.es.no.	6m.es.cno	6m.es.cln	6m.es.rno.	6m.es.rlon		
<i>M. fulviceps</i>	16.5 [16.5]	Globoso [1]	7 [7]	12 [12]	20 [20]	8 [8]	5-7 [6]	~	~	5-7 [6]	2-3 [2.5]		
<i>P. grandis</i>	37 [37]	Cilindrico [0]	25 [25]	14 [14]	84 [84]	8 [8]	8-10 [9]	1	3	7-9 [8]	1-6 [3.5]		
<i>P. holianus</i>	31 [31]	Cilindrico [0]	24 [24]	9.5 [9.5]	62 [62]	8 [8]	12-22 [17]	3-5	2-3	9-17 [13]	1-3 [2]		
<i>P. marginatus</i>	35.5 [35.5]	Cilindrico [0]	20 [20]	8 [8]	55 [55]	4-6 [5]	8-10 [9]	1	7	7-9 [8]	2.5-6 [4.25]		
<i>P. pecten-abonginum</i>	31 [31]	Cilindrico [0]	18 [18]	12 [12]	58 [58]	9 [9]	8-9 [8.5]	1	4	7-8 [7.5]	1-8 [4.5]		
<i>P. pringlei</i>	23.5 [23.5]	Cilindrico [0]	15 [15]	8.5 [8.5]	48 [48]	8-10 [9]	8-13 [10.5]	1-3	4.5	7-10 [8.5]	1-7 [4]		
<i>P. tepamo</i>	38 [38]	Cilindrico [0]	27 [27]	11 [11]	52 [52]	8 [8]	7-9 [8]	1	2.5	6-8 [7]	0.5-6 [3.25]		
<i>P. weberi</i>	22.5 [22.5]	Cilindrico [0]	15 [15]	10 [10]	50 [50]	8 [8]	9-13 [11]	2-3	4-8	7-11 [9]	0.5-8 [4.25]		

Cuadro 7. Resultados obtenidos para 11 caracteres en plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a los 6 meses de edad, los datos cuantitativos están expresados en milímetros. Los datos en corchetes [ ] representan la matriz básica de datos con los promedios de los caracteres cuantitativos y la expresión numérica de los caracteres cualitativos.

~ Ausencia del carácter.



CARACTERES	ALTURA TOTAL	TALLO		ARÉOLAS		COSTILLAS	ESPINAS					
		LONGITUD	DIÁMETRO	FORMA	NÚM.		NÚM.	NÚM.	CENTRALES		RADIALES	
									NÚM.	LONGITUD	NÚM.	LONGITUD
CLAVES	10m.alto	10m.ta.lon	10m.ta.dia	10m.ar.fcir	10m.ar.no	10m.cos	10m.es.no	10m.es.cno	10m.es.cln	10m.es.rno	10m.es.rlon	
<i>M. fulviceps</i>	20.5	11	13	Circulares	29	8	7-8	1	7	6-7	4-7	
	[20.5]	[11]	[13]	[1]	[29]	[8]	[7.5]	[1]	[7]	[6.5]	[5.5]	
<i>P. grandis</i>	62	50	17	Circulares	127	8	9-11	1	7	8-10	4-9	
	[62]	[50]	[17]	[1]	[127]	[8]	[10]	[1]	[7]	[9]	[6.5]	
<i>P. holianus</i>	85	78	15	Circulares	124	8	13-21	3-6	3-5	10-15	2-6	
	[85]	[78]	[15]	[1]	[124]	[8]	[17]	[4.5]	[4]	[12.5]	[4]	
<i>P. marginatus</i>	70.5	55	19	Elípticas	109	4-6	9-13	1-3	3.5-6	8-10	2-8	
	[70.5]	[55]	[19]	[0]	[109]	[5]	[11]	[2]	[4.75]	[9]	[5]	
<i>P. pecten-abonginum</i>	60	47	12	Circulares	134	10	8-10	1	8	7-9	2-16	
	[60]	[47]	[12]	[1]	[134]	[10]	[9]	[1]	[8]	[8]	[9]	
<i>P. pringlei</i>	34.5	26	10	Circulares	110	10	11-14	3-4	4-10	8-10	1-10	
	[34.5]	[26]	[10]	[1]	[110]	[10]	[12.5]	[3.5]	[7]	[9]	[5.5]	
<i>P. tepamo</i>	52	41	15	Circulares	68	8	9-10	1	6	8-9	2-8	
	[52]	[41]	[15]	[1]	[68]	[8]	[9.5]	[1]	[6]	[8.5]	[5]	
<i>P. weberi</i>	37.5	30	13	Circulares	76	8	11-14	3-4	2-9	8-10	1-8	
	[37.5]	[30]	[13]	[1]	[76]	[8]	[12.5]	[3.5]	[5.5]	[9]	[4.5]	

Cuadro 8. Resultados obtenidos para 11 caracteres en plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a los 10 meses de edad, los datos cuantitativos están expresados en milímetros. Los datos en corchetes [ ] representan la matriz básica de datos con los promedios de los caracteres cuantitativos y la expresión numérica de los caracteres cualitativos.



CARACTERES	ALTURA TOTAL	TALLO			ARÉOLAS		ESPINAS				
		LONGITUD	DIÁMETRO	CRECIMIENTO	NÚM.	DISTRIBUCIÓN	NÚM.	CENTRALES		RADIALES	
								NÚM.	LONGITUD	NÚM.	LONGITUD
CLAVES	12m.alto	12m.ta.lon	12m.ta.dia	12m.ta.ram	12m.areol	12m.arcon	12m.es.no	12m.escno	12m.es.cln	12m.es.rno	12m.es.rlon
<i>M. fulviceps</i>	30.5 [30.5]	21 [21]	22 [22]	Unicaule [0]	37 [37]	Individual [0]	7-8 [7.5]	1 [1]	6 [6]	6-7 [6.5]	2-6 [4]
<i>P. grandis</i>	72 [72]	60 [60]	20 [20]	Unicaule [0]	150 [150]	Individual [0]	9-11 [10]	1 [1]	8 [8]	8-10 [9]	2-10 [6]
<i>P. hollianus</i>	107 [107]	100 [100]	18 [18]	Ramificado [1]	144 [144]	Individual [0]	13-18 [15.6]	3-6 [4.5]	3-5 [4]	10-12 [11]	3-6 [4.5]
<i>P. marginatus</i>	109.5 [109.5]	94 [94]	27 [27]	Unicaule [0]	157 [157]	Confluente [1]	9-16 [12.5]	1-6 [3.5]	3-6 [4.5]	8-10 [9]	1-5 [3]
<i>P. pecten-aboriginum</i>	73 [73]	60 [60]	18 [18]	Unicaule [0]	145 [145]	Individual [0]	8-10 [9]	1 [1]	12 [12]	7-9 [8]	1-15 [8]
<i>P. pnngei</i>	44.5 [44.5]	36 [36]	15 [15]	Unicaule [0]	135 [135]	Individual [0]	11-14 [12.5]	3-4 [3.5]	5-13 [9]	8-10 [9]	2-11 [6.5]
<i>P. tepamo</i>	65 [65]	54 [54]	19 [19]	Unicaule [0]	77 [77]	Individual [0]	7-9 [8]	1 [1]	8 [8]	6-8 [7]	2-8 [5]
<i>P. weberi</i>	51.5 [51.5]	44 [44]	15 [15]	Unicaule [0]	84 [84]	Individual [0]	11-14 [12.5]	3-4 [3.5]	4-9 [6.5]	8-10 [9]	2-8 [5]

Cuadro 9. Resultados obtenidos para 11 caracteres en plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a los 12 meses de edad, los datos cuantitativos están expresados en milímetros. Los datos en corchetes [ ] representan la matriz básica de datos con los promedios de los caracteres cuantitativos y la expresión numérica de los caracteres cualitativos.



## ORGANOGRAFÍA DE PLÁNTULAS DEL GÉNERO *PACHYCEREUS*

Las descripciones elaboradas individualmente de plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* en las diferentes etapas del estadio, se encuentran anexadas al final de este trabajo, agrupadas por especie en orden cronológico según la edad e ilustradas (anexo I). Adicionalmente, en el anexo II se incorporan seis claves dicotómicas elaboradas con la información generada en este estudio, las cuales corresponden con cada una de las etapas del estadio, esto con el propósito de facilitar la identificación de plántulas del género *Pachycereus*. Los términos utilizados también se incluyen en un glosario al final de este estudio.

Aquí se presenta la organografía comparada de estas plántulas de acuerdo con cada etapa de observación.

### 2 a 5 días de edad (Cuadro 4)

Las plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *M. fulviceps* en esta etapa mantienen una posición curva y son completamente suculentas en la porción aérea. ALTURA TOTAL. La altura mayor registrada con 7 mm la tiene *P. marginatus* y con 3 mm. *P. grandis* posee la menor altura. HIPOCÓTILO. La forma es obcónica en todas las especies; la longitud es coincidente con la altura total de las plántulas. El diámetro mayor está en *P. pecten-aboriginum* y el menor en *M. fulviceps*. COTILEDONES. Todas las especies poseen un cotiledón de mayor tamaño que el otro; la longitud máxima la presenta *P. pecten-aboriginum* y la mínima *M. fulviceps*; el diámetro mayor lo muestra con 5 mm *P. pecten-aboriginum* y el menor *M. fulviceps* con 1.5 mm; los ápices son agudos en todas las especies, variando en los márgenes, los cuales son convexos o rectos.

1 mes de edad (Cuadro 5)

En esta etapa, la porción aérea de las plántulas presenta la misma consistencia y la posición cambia a erecta en la mayoría de las especies. ALTURA TOTAL. La mayor altura la tiene *P. pecten-aboriginum* y la menor es la registrada por *P. weberi*. HIPOCÓTILO. La forma permanece igual en la mayoría de las especies. En longitud, *P. marginatus* presenta la mayor y *P. weberi* la menor. El mayor diámetro lo presenta *M. fulviceps* y el menor *P. hollianus*. COTILEDONES. Totalmente desplegados y orientados perpendicularmente respecto al hipocótilo, sólo *P. pecten-aboriginum* dirige difusamente uno de ellos. En todas las especies los ápices y los márgenes mantienen su forma. El tamaño es proporcional en *P. hollianus*, *P. pringlei*, *P. weberi* y *M. fulviceps*, que son las especies con los cotiledones más pequeños. La mayor longitud en cada cotiledón la muestra con 12.5 mm *P. pecten-aboriginum* y la menor con 3.5 mm *M. fulviceps*. *P. grandis* presenta el mayor diámetro en cada cotiledón y *M. fulviceps* el menor. Las especies que poseen los cotiledones de mayor espesor son *P. grandis*, *P. pecten-aboriginum* y *P. tepamo* y los de menor *P. hollianus*. TALLO. En casi todas las especies no ha sobrepasado la porción ocupada por los cotiledones en el eje principal de la plántula, lo que impide caracterizarlo y sólo dos especies lo ponen en claro manifiesto, *P. pecten-aboriginum* y *P. marginatus*. TUBÉRCULOS. El mayor número lo presenta *P. pringlei* y el menor *M. fulviceps*. El surgimiento es en grupos de unidades dispuestas en ciclos alternados. ARÉOLAS. El número es proporcional al número de tubérculos; la forma es igual en todas las especies, así como el diámetro y están cubiertas por numerosos tricomas transparentes y retorcidos. ESPINAS. La mayor cantidad la posee *P. weberi* y la menor *P. grandis*. Todas las especies tienen el mismo tipo de espinas y algunas se encuentran dobladas en el ápice, siendo en la mayoría transparentes, excepto en *P. pecten-aboriginum*. El indumento

es variable entre especies; en *P. hollianus* y *P. pringlei* es estrigoso. ESPINAS CENTRALES. Presentes en *P. pecten-aboriginum*, *P. pringlei*, *P. weberi* y *M. fulviceps*. ESPINAS RADIALES. El número promedio mayor lo presentan *M. fulviceps* y *P. weberi* y el menor *P. grandis*. Las más largas las tiene *P. pecten-aboriginum* y las más cortas *P. tepamo*. En la mayoría de las especies el arreglo es ordenado.

### 3 meses de edad (Cuadro 6)

La porción aérea de las plántulas en esta etapa mantiene su consistencia y es erguida. ALTURA TOTAL. *P. marginatus* presenta la mayor talla y *P. hollianus* es quien tiene la menor. HIPOCÓTILO. Hay permanencia en la forma. En cuanto a la longitud, no hubo variación respecto a las plántulas de 1 mes de edad. *M. fulviceps* presenta el mayor diámetro y *P. grandis* el menor. COTILEDONES. Dispuestos de igual forma que en la etapa anterior. Ápice y márgenes permanecen iguales que en la etapa previa, continuando la desproporcionalidad en tamaños en la mayoría de las especies. La especie que posee en promedio la mayor longitud es *P. grandis* y la menor *P. hollianus*. También el mayor diámetro lo tiene *P. grandis* y el menor *P. hollianus*. El mayor y menor espesor pertenecen a *P. hollianus* y *P. grandis* respectivamente. TALLO. Evidente en todas las especies. *P. tepamo* tiene la mayor longitud con 10.5 mm y *P. hollianus* la menor con 4.5 mm. *P. pecten-aboriginum* posee el mayor diámetro y *P. hollianus* y *M. fulviceps* el menor. Tres formas están presentes: globosa, cilíndrica o semiglobosa. COSTILLAS. Se presentan ocho o nueve costillas en esta etapa. Existe indefinición en *P. hollianus*, *P. marginatus* y *M. fulviceps*. TUBÉRCULOS. Emergencia en ciclos alternados de unidades variables. El mayor número lo tienen *P. grandis* y *P. pringlei* y el menor *M. fulviceps*. Son moderadamente pronunciados en *P. grandis*, *P. pecten-aboriginum*, *P. pringlei*, *P. tepamo* y *P. weberi*, poco pronunciados en *P. hollianus* y *P. marginatus* y muy



pronunciados en *M. fulviceps*. ARÉOLAS. La comparación es la misma que en tubérculos en cuanto a número; la forma y el diámetro permanecen invariables, también la constitución. ESPINAS. Mismo tipo en la mayoría de especies, con cambios efectuados tanto en *M. fulviceps* como en *P. hollianus* respecto a la etapa pasada. *P. marginatus* presenta espinas lisas. El indumento varía según la especie, así como el color. *P. hollianus* y *P. marginatus* tienen el mayor número promedio y el menor *P. tepamo*. ESPINAS CENTRALES. Una presente en la mayoría de las especies. La longitud es mayor en *P. grandis*, *P. hollianus* y *P. pecten-aboriginum* y menor en *P. marginatus*. Porrectas en todas las especies. ESPINAS RADIALES. Presentes en mayor cantidad en *P. hollianus* y en menor en *P. tepamo*. En promedio, las más largas las tiene *P. pecten-aboriginum* y las más cortas *M. fulviceps*. El arreglo en la aréola está bien definido en todas las especies.

6 meses de edad (Cuadro 7)

Hasta esta etapa, las plántulas mantienen su consistencia y disposición en la porción aérea. ALTURA TOTAL. *P. tepamo* presenta la mayor talla y *M. fulviceps* la menor. HIPOCÓTILO. Las dimensiones y formas registradas desde los 3 meses se conservan. COTILEDONES. No hay cambios en las características de estos órganos a partir de las últimas observaciones realizadas. TALLO. La forma tiende a ser cilíndrica para la mayoría de las especies. Respecto a longitud, la mayor la posee *P. tepamo* y la menor *M. fulviceps*. El mayor diámetro lo tiene *P. grandis* y el menor *P. marginatus*. La epidermis del tallo es maculada en *P. tepamo*. COSTILLAS. Definidas en todas las especies. En promedio el mayor número lo presentan *P. pecten-aboriginum* y *P. pringlei* y el menor *P. marginatus*. TUBÉRCULOS. El mayor número existe en *P. grandis* con 84 y el menor en *P. pringlei* con 48. Emergen en ciclos alternados de unidades variables. ARÉOLAS. La forma permanece igual que en los 3 meses y el diámetro aumenta en todas las especies. El número

corresponde con el de los tubérculos. La mayoría posee fieltro blanco. ESPINAS. *P. hollianus* presenta el mayor número con 17 en promedio y el menor *M. fulviceps* con 6. Todas las especies conservan el tipo de espinas y el tipo de indumento descrito en la etapa anterior. El color varía entre especies. Todas tienen base ancha menos las de *P. grandis* y *P. pecten-aboriginum*. ESPINAS CENTRALES. Presentes en todos los casos excepto en *M. fulviceps*. En promedio el mayor número lo tiene *P. hollianus* y el menor *P. grandis*, *P. marginatus*, *P. pecten-aboriginum* y *P. tepamo*. Las más largas son las de *P. marginatus* y las más cortas las de *P. hollianus*. Mantiene la misma disposición que en la anterior. ESPINAS RADIALES. Variables en número promedio, el mayor lo posee *P. hollianus* y el menor *M. fulviceps*. La mayor longitud promedio está en *P. pecten-aboriginum* y la menor en *P. hollianus*. La disposición es definida.

10 meses de edad (Cuadro 8)

Las plántulas tienen la misma posición y consistencia en su porción aérea. ALTURA TOTAL. La mayor altura la tiene *P. hollianus* y la menor *M. fulviceps*. HIPOCÓTILO. Las dimensiones y formas de esta estructura se siguen manteniendo iguales desde los 3 meses. COTILEDONES. Ausentes en *P. grandis* y necrosados en *P. pecten-aboriginum* y *P. tepamo*. Las demás especies no observan cambios de magnitud en estos órganos. TALLO. La mayor longitud la registra *P. hollianus* y la menor *M. fulviceps*. *P. marginatus* presenta el mayor diámetro y *P. pringlei* el menor. La forma es invariable desde los 6 meses. COSTILLAS. Las tienen en mayor número promedio *P. pecten-aboriginum* y *P. pringlei* con 10 y en menor *P. marginatus* con 5. TUBÉRCULOS. La mayor cantidad la presenta *P. pecten-aboriginum* y la menor *M. fulviceps*. En la mayoría de las especies se conserva el tipo de surgimiento. ARÉOLAS. La comparación en cuanto a número corresponde con el de tubérculos. La forma y el diámetro son invariables hasta el momento en todas las

especies, excepto en *P. marginatus*, en quien son elípticas con 2×3 mm de diámetro. Contienen fieltro de color variado según la especie. ESPINAS. El mayor número promedio lo presenta nuevamente *P. hollianus* y el menor *M. fulviceps*. Continúan subuladas y conservan el mismo indumento registrado desde los 3 meses. La superficie de las espinas de *P. marginatus* también permanece sin cambios. El color difiere de acuerdo a la especie. Con bases bulbosas observables en todas las especies. ESPINAS CENTRALES. La totalidad de especies las presenta en número promedio variado, el mayor está en *P. hollianus* y el menor *M. fulviceps*, *P. hollianus*, *P. pecten-aboriginum* y *P. tepamo*. La disposición permanece sin cambios. Las más largas están en *P. pecten-aboriginum* y las más cortas en *P. hollianus*. ESPINAS RADIALES. El número promedio mayor se encuentra en *P. hollianus* con 12.5 y el menor en *M. fulviceps* con 6.5. La longitud promedio mayor se encuentra en *P. pecten-aboriginum* y la menor en *P. hollianus*. El arreglo permanece definido.

12 meses de edad (Cuadro 9)

Las plántulas mantienen su consistencia y posición en su porción aérea. ALTURA TOTAL. La máxima talla está en *P. marginatus* y la mínima en *M. fulviceps*. HIPOCÓTILO. Existe permanencia en las formas y magnitudes observadas desde los 3 meses. COTILEDONES. Necrosados, ausentes o presentes sin cambios en sus dimensiones. TALLO. Hay conservación de la forma desde los 6 meses. La mayor longitud la registra *P. hollianus* con 100 mm y la menor *M. fulviceps* con 21 mm. El mayor diámetro lo presenta *P. marginatus* y el menor *P. weberi*. Se observa una variante en el crecimiento de este órgano en *P. hollianus*, en el cual es ramificado. COSTILLAS. El número no presenta cambios hasta esta etapa. TUBÉRCULOS. *P. marginatus* posee el mayor número y *M. fulviceps* el menor. El surgimiento es el mismo que en la etapa anterior. ARÉOLAS. Se observan

con fieltro de color variable según la especie. El número tiene correspondencia con el de tubérculos. La forma no difiere de la etapa pasada, excepto en *P. weberi*. La distribución individual evidente en la mayoría de las especies, cambia a confluyente en *P. marginatus*; además en esta especie puede observarse que en la base de las aréolas elípticas individuales que anteceden a las aréolas confluentes, se extiende hacia abajo una estrecha hilera de tricomas. Hay aumento en el diámetro de las aréolas de la mayoría de las especies. ESPINAS. La mayoría de las especies conservan la coloración registrada en la etapa anterior, menos *P. grandis*, *P. marginatus* y *P. hollianus*. En cuanto a número, *P. hollianus* las posee en mayor cantidad y *M. fulviceps* en menor. El indumento y la forma también se mantienen sin cambios hasta esta etapa, así como la superficie de las espinas de *P. marginatus*. ESPINAS CENTRALES. Respecto a longitud promedio, *P. pecten-aboriginum* muestra las más largas y *P. hollianus* las más cortas. En número promedio, *P. hollianus* presenta la mayor cantidad y *P. grandis*, *P. pecten-aboriginum*, *P. tepamo* y *M. fulviceps* la menor. No hay modificaciones en la disposición. ESPINAS RADIALES. En *P. hollianus* son más numerosas y en *M. fulviceps* menos. Están dispuestas con definición. La mayor longitud promedio la registra *P. pecten-aboriginum* con 8 mm y la menor *P. marginatus* con 3 mm.

#### ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

En el análisis de componentes principales (ACP) se consideraron los componentes 1º y 2º, cuya acumulación del porcentaje de variación es superior a 50. Así, se graficaron los valores de las coordenadas de cada especie respecto a dichos componentes. Además de la similitud entre especies, con este análisis se obtuvo el valor discriminatorio de los caracteres respecto a dicha similitud (Crisci y López, 1983).

La figura 3 muestra poca proximidad entre las especies correspondientes a plántulas con 2-5 días de edad; el par más cercano lo constituyen *P. pringlei* y *P. tepamo* y las especies más alejadas son *P. grandis*, *P. marginatus* y *P. pecten-aboriginum*. El diámetro cotiledonar es el carácter de mayor aporte para el componente 1º y la altura total para el 2º (Cuadro 10).

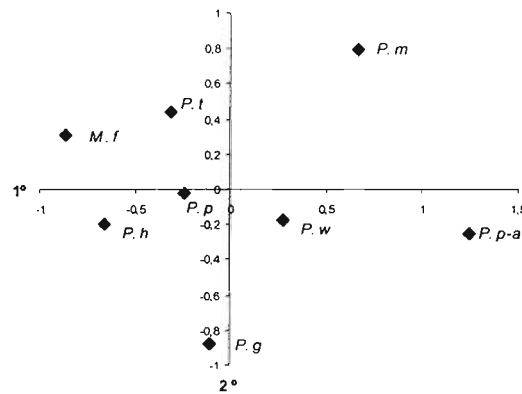


Figura 3. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* a los 2-5 días de edad en los componentes 1º y 2º.

CLAVE DEL CARACTER	1º	2º
2 5d.alto	0.283	0.632
2 5d.h.lon	0.283	0.632
2 5d.h.dia	0.468	-0.126
2 5d.c.mrc	-0.386	0.139
2 5d.c.lon	0.453	-0.381
2 5d.c.dia	0.516	-0.141

Cuadro 10. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1º y 2º, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* a los 2-5 días de edad (ver cuadro 4 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

La figura 4 corresponde a plántulas de un mes de edad donde se observa la cercanía entre el par conformado por *P. grandis*-*P. tepamo*; la especie con mayor lejanía es *M. fulviceps*. Los caracteres

que más aporte dan a los componentes son longitud cotiledonar para el 1° y espinas con indumento estrigoso para el 2° (Cuadro 11).

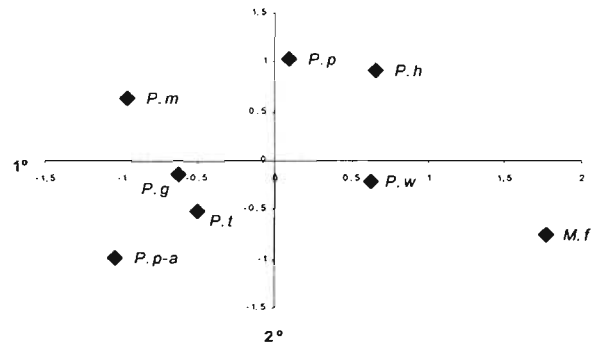


Figura 4. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 1 mes de edad en los componentes 1° y 2°.

CLAVE DEL CARACTER	1°	2°
Im.alto	-0.297	-0.154
Im.h.fton	0.287	-0.192
Im.h.fobc	-0.275	-0.015
Im.h.fcac	0.088	0.163
Im.h.lon	-0.251	-0.050
Im.h.dia	0.166	-0.323
Im.c.lon	-0.323	-0.196
Im.c.dia	-0.318	-0.200
Im.c.esp	-0.247	-0.264
Im.areol	-0.150	0.354
Im.es+eg	0.287	-0.192
Im.es.egl	-0.166	-0.311
Im.es.eg	0.092	0.384
Im.es.egl	-0.156	0.161
Im.es.no	0.170	-0.186
Im.es.mo	0.234	-0.233
Im.es.rec	-0.300	-0.034
Im.es.rlon	-0.167	-0.097

Cuadro 11. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1° y 2°, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* con 1 mes de edad (ver cuadro 5 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

La figura 5 correspondiente a plántulas con 3 meses de edad deja ver la adyacencia existente entre especies, la cual es mínima, a excepción del par integrado por *P. marginatus* y *P. tepamo*;

las demás se aíslan más, principalmente *M. fulviceps* y *P. hollianus*. La longitud del tallo en el componente 1º y la forma globosa del tallo en el 2º, son los caracteres más importantes (Cuadro 12).

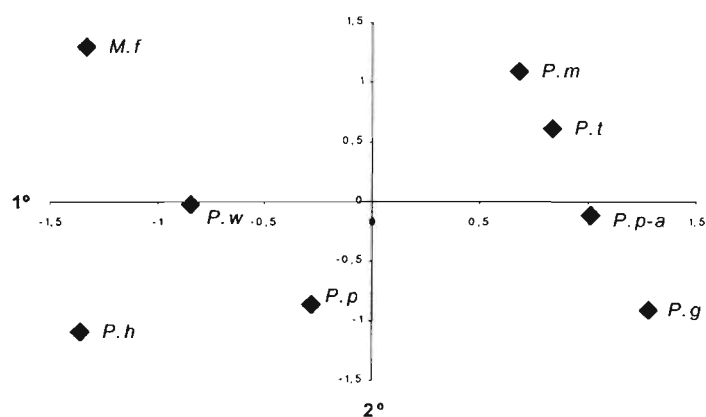


Figura 5. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* a la edad de 3 meses en los componentes 1º y 2º.

CLAVE DEL CARACTER	1º	2º
3m.alto	0.323	0.125
3m.h.lon	0.217	0.200
3m.h.dia	-0.188	0.289
3m.ta.fspj	-0.216	0.173
3m.ta.fglo	-0.031	-0.349
3m.ta.fcil	0.224	0.194
3m.ta.lon	0.342	0.032
3m.ta.dia	-0.027	0.279
3m.c.lon	0.300	-0.071
3m.c.dia	0.300	-0.100
3m.c.esp	0.270	-0.016
3m.areol	0.222	-0.278
3m.defcos	0.149	-0.011
3m.es+eg	-0.173	0.231
3m.es.eg	-0.126	-0.246
3m.es.egl	0.210	-0.039
3m.es.lis	0.088	0.193
3m.es.no.	-0.233	-0.298
3m.esno.	-0.111	-0.121
3m.es.cln	-0.004	-0.260
3m.es.mo.	-0.197	-0.304
3m.es.rlon	0.145	-0.085

Cuadro 12. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1º y 2º, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* con 3 meses de edad (ver cuadro 6 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

Las especies que muestran menor distancia entre sí son *P. weberi* y *P. pringlei* a la edad de 6 meses, lo cual puede notarse en la figura 6. *M. fulviceps* y *P. hollianus* son las especies que mantienen mayor distancia respecto a las demás. La aportación a los componentes está dada por número de aréolas para el 1° y número total de espinas para el 2° (Cuadro 13).

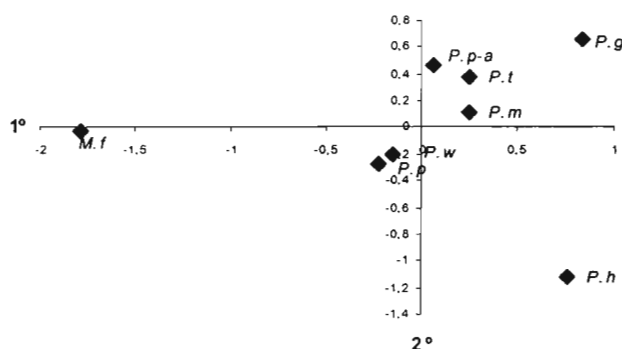


Figura 6. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* a la edad de 6 meses en los componentes 1° y 2°.

CLAVE DEL CARACTER	1°	2°
óm.alto	0.382	0.253
óm.ta.figlo	-0.407	-0.015
óm.ta.lon	0.417	0.088
óm.ta.dia	-0.015	0.401
óm.areol	0.429	0.155
óm.cos	-0.060	-0.022
óm.es.no.	0.262	-0.546
óm.es.mo.	0.266	-0.539
óm.es.rlon	0.052	0.361

Cuadro 13. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1° y 2°, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* con 6 meses de edad (ver cuadro 7 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

La cercanía entre las especies *P. tepamo* y *P. weberi* puede ser observada en la figura 7 que representa a las plántulas de 10 meses de edad; *M. fulviceps*, *P. hollianus* y *P. marginatus* observan la mayor distancia. Los caracteres que presentan mayor importancia en los componentes son número de espinas radiales en el 1° y número de costillas en el 2° (Cuadro 14).



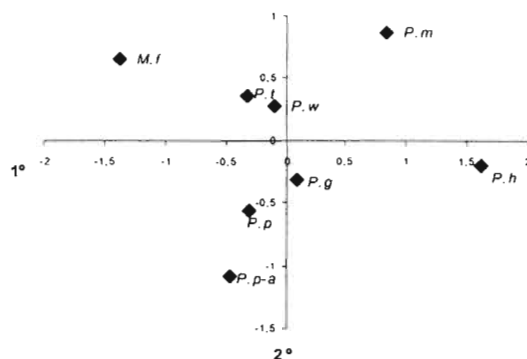


Figura 7. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* a la edad de 10 meses en los componentes 1º y 2º.

CLAVE DEL CARACTER	1º	2º
10m.alto	0.369	-0.104
10m.ta.lon	0.382	-0.117
10m.ta.dia	0.219	0.306
10m.ar.fcir	-0.158	-0.307
10m.ar.no.	0.258	-0.391
10m.cos	-0.174	-0.475
10m.es.no.	0.348	-0.083
10m.esno	0.256	-0.045
10m.es.cln	-0.336	-0.301
10m.es.rno.	0.388	-0.106
10m.es.rlon	-0.177	-0.381

Cuadro 14. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1º y 2º, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* con 10 meses de edad (ver cuadro 8 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

El par *P. weberi*-*P. grandis* exhibe la mayor contigüidad en la figura 8, referida a plántulas de 12 meses de edad; *M. fulviceps*, *P. marginatus* y *P. hollianus* son las más distantes. Longitud del tallo para el componente 1º y longitud de espinas radiales para el 2º, son los caracteres más importantes (Cuadro 15).

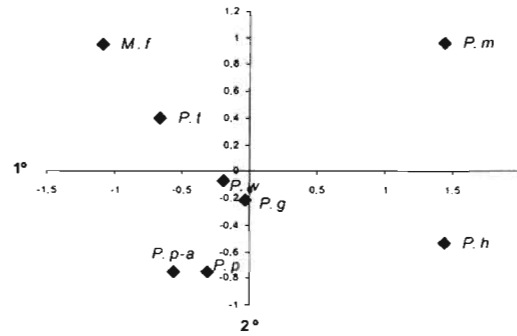


Figura 8. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* a la edad de 12 meses en los componentes 1º y 2º.

CLAVE DEL CARACTER	1º	2º
12m.alto	0.358	-0.013
12m.ta.lon	0.366	-0.035
12m.ta.dia	0.144	0.416
12m.ta.ram	0.246	-0.163
12m.arcol	0.267	-0.265
12m.arcon	0.246	0.298
12m.cos	-0.237	-0.415
12m.es.no.	0.327	-0.198
12m.es.no.	0.296	-0.109
12m.es.cln	-0.254	-0.287
12m.es.rno.	0.325	-0.272
12m.es.rlon	-0.183	-0.435

Cuadro 15. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1º y 2º, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* con 12 meses de edad (ver cuadro 9 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

La figura 9 permite ver el acercamiento entre especies en plántulas de todas las edades. *P. grandis* y *P. marginatus* son las especies más próximas y las que mantienen mayor distancia respecto al resto son *M. fulviceps* y *P. hollianus*. La contribución a los componentes está dada en mayor medida por los caracteres diámetro del hipocótilo a 3 meses de edad en el 1º y número total de espinas a 10 meses en el 2º (Cuadro 16).

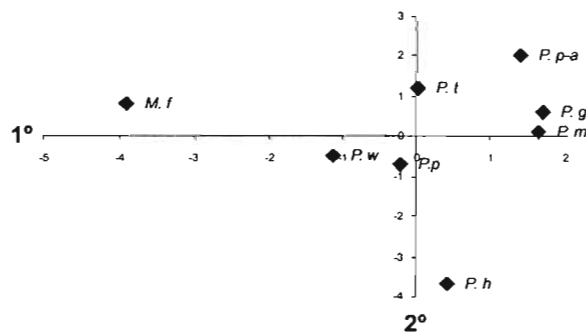


Figura 9. Gráfico bidimensional con la proyección de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* de todas las edades en los componentes 1º y 2º.

CLAVE DEL CARACTER	1º	2º
2_5d.alto	0.027	0.074
2_5d.h.lon	0.027	0.074
2_5d.h.dia	0.071	0.063
2_5d.c.mrc	-0.144	-0.097
2_5d.c.lon	0.147	0.073
2_5d.c.dia	0.111	0.089
1m.alto	0.116	0.135
1m.h.rlon	-0.171	0.043
1m.h.fobc	0.157	0.011
1m.h.fcsl	-0.045	-0.045
1m.h.lon	0.102	0.098
1m.h.dia	-0.152	0.131
1m.c.lon	0.119	0.149
1m.c.dia	0.121	0.142
1m.c.esp	0.084	0.161
1m.areol	0.078	-0.037
1m.es+eg	-0.171	0.043
1m.es.egl	0.059	0.115
1m.es.eg	0.007	-0.170
1m.es.egl	0.073	0.006
1m.es.no	-0.119	0.047
1m.es.rno	-0.150	0.037
1m.es.rec	0.117	0.110
1m.es.rlon	0.057	0.091
3m.alto	0.127	0.152
3m.h.lon	0.102	0.098
3m.h.dia	-0.188	0.053
3m.ta.fsgl	-0.169	0.015
3m.ta.fglo	0.058	-0.131
3m.ta.fcil	0.093	0.118
3m.ta.lon	0.131	0.151
3m.ta.dia	-0.100	0.132
3m.c.lon	0.112	0.144
3m.c.dia	0.118	0.133
3m.c.esp	0.059	0.169
3m.areol	0.145	0.030
3m.defcos	0.062	0.027
3m.es+eg	-0.171	0.043
3m.es.eg	0.014	-0.094
3m.es.egl	0.058	0.071
3m.es.lis	0.073	0.006
3m.es.no	-0.025	-0.189
3m.esno	-0.045	-0.045
3m.es.cln	0.037	-0.033
3m.es.rno	0.007	-0.196
3m.es.rlon	0.092	0.074
6m.alto	0.171	0.022
6m.ta.fglo	-0.171	0.043
6m.ta.lon	0.153	-0.034
6m.ta.dia	-0.01	0.108
6m.areol	0.176	-0.029
6m.cos	-0.047	0.015
6m.es.no	0.056	-0.200
6m.es.rno	0.059	-0.201
6m.es.rlon	0.086	0.116
10m.alto	0.16	-0.090
10m.ta.lon	0.149	-0.112
10m.ta.dia	0.092	-0.011
10m.ar.fcir	-0.073	-0.006
10m.ar.no	0.18	-0.048
10m.cos	-0.026	0.028
10m.es.no	0.051	-0.206
10m.esno	-0.002	-0.197
10m.es.cln	-0.022	0.166
10m.es.rno	0.091	-0.190
10m.es.rlon	0.063	0.153
12m.alto	0.149	-0.088
12m.ta.lon	0.143	-0.106
12m.ta.dia	0.027	0.048
12m.ta.ram	0.018	-0.188
12m.areol	0.183	-0.053
12m.arcon	0.073	0.006
12m.cos	-0.026	0.028
12m.es.no	0.064	-0.193
12m.esno	0.023	-0.186
12m.es.cln	0.045	0.145
12m.es.rno	0.101	-0.180
12m.es.rlon	0.06	0.075

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 16. Valores de contribución de los caracteres a los componentes 1º y 2º, resultantes de la aplicación del análisis sobre los datos correspondientes a plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* de todas las edades (ver cuadros 4-9 para los nombres completos correspondientes a las claves de los caracteres).

Considerando todos los casos sometidos al ACP, puede notarse que son tres especies las que guardan mayor distancia en el transcurso del tiempo (figuras 3-9). Al inicio del desarrollo, *P. marginatus* es evidentemente menos parecida a las demás especies, disminuyendo la distancia posteriormente para aumentarla de nuevo hacia el final del estadio. *M. fulviceps* es muy semejante a todas las especies al principio, pero a un mes de edad la similitud decrece notablemente, permaneciendo así hasta los doce meses. También *P. hollianus* mantiene bastante parecido con las especies cuando comienza a desarrollarse, mostrando diferencias marcadas a partir de los tres meses y hasta el término del período de observación. Las tres especies conservan acentuadas diferencias de los 10 meses de edad en adelante.

#### ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS

En total, siete fenogramas fueron construidos con la aplicación del análisis de agrupamientos (AA) sobre los datos, uno por cada etapa y otro adicional que reúne todos los casos; en ellos es posible visualizar la similitud entre las especies a través de los valores expresados en distancia euclidiana (Crisci y López, 1983).

En el fenograma obtenido con el análisis de los datos correspondientes a las plántulas de 2-5 días de edad, se formó un conglomerado conformado por *P. tepamo*-*P. pringlei* y *P. hollianus*-*M. fulviceps* (figura 10). El primer par mencionado se agrupa debido al diámetro en los cotiledones y a la altura total de la plántula. *P. pecten-aboriginum* y *P. marginatus* son junto con *P. grandis* especies muy similares entre sí, pero las de menor parecido con las demás.

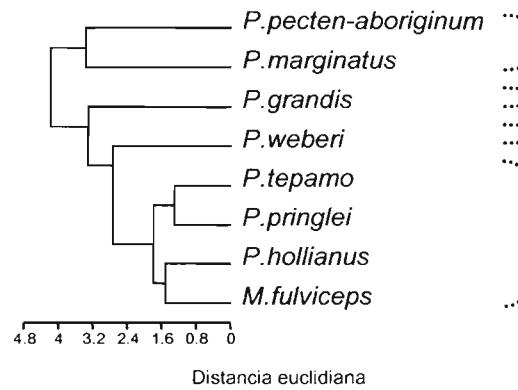


Figura 10. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 2-5 días de edad. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

Con el uso de los datos que corresponden a plántulas de un mes de edad, el fenograma muestra la formación un grupo que incluye a *P. tepamo*-*P. grandis*, *P. pecten-aboriginum*, *P. weberi*-*P. pringlei*, *P. marginatus* y *P. hollianus* (figura 11). Las especies que constituyen el primer par referido son las más similares, por la longitud de los cotiledones, la forma de las espinas y el número de aréolas. La especie más distanciada y de menor semejanza con las demás es *M. fulviceps*.

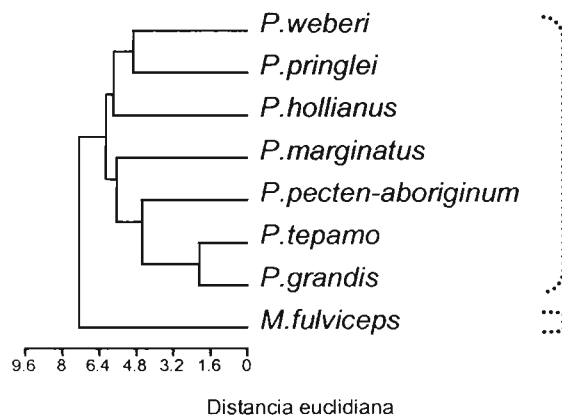


Figura 11. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 1 mes de edad. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

El fenograma resultante del análisis de datos correspondientes a caracteres de plántulas de 3 meses de edad permite observar la formación de dos grupos, el primero compuesto por *P. tepamo*, *P. marginatus* y *P. pecten-aboriginum*-*P. grandis*, el segundo por *P. weberi*-*P. pringlei*, *P. hollianus* y *M. fulviceps* (figura 12). La mayor semejanza entre especies la presentan *P. weberi*-*P. pringlei*, debido a la longitud del tallo, y longitud y diámetro de los cotiledones. *M. fulviceps* es la especie menos similar a las demás.

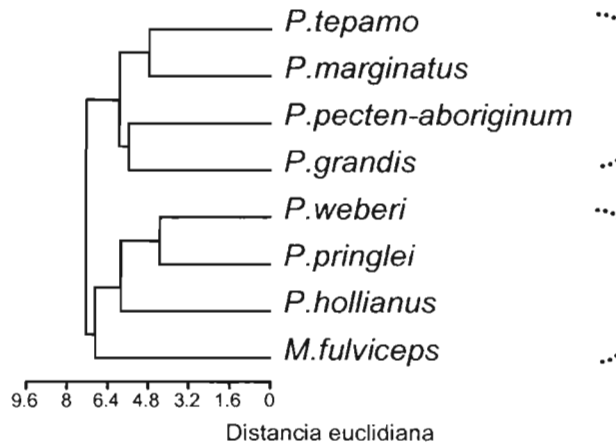


Figura 12. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 3 meses de edad. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

En el análisis de datos correspondientes a caracteres de plántulas de 6 meses de edad se obtuvo un fenograma que muestra un aislamiento gradual de especies (figura 13). Las dos especies de mayor similitud son *P. weberi* y *P. pringlei*, los caracteres que avalan tal semejanza son la longitud promedio del tallo y el número promedio de espinas radiales. *M. fulviceps* es la especie menos parecida al resto de ellas.

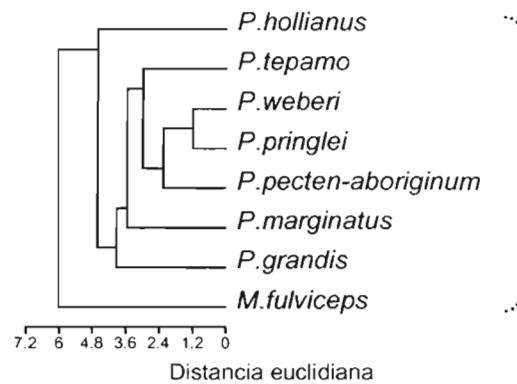


Figura 13. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 6 meses de edad. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

A través de los datos que corresponden a caracteres de plántulas de 10 meses de edad, se obtuvo el fenograma que permite visualizar dos grupos integrados el primero por *P. marginatus*-*P. hollianus* y el segundo por *P. pecten-aboriginum*-*P. grandis*, *P. weberi*-*P. tepamo*, *P. pringlei* y *M. fulviceps* (figura 14). Se encuentra mayor similitud en *P. weberi*-*P. tepamo*, esto a causa del número promedio de espinas radiales y al número de costillas. El grupo *P. marginatus*-*P. hollianus* es el que tiene menos parecido con las demás especies.

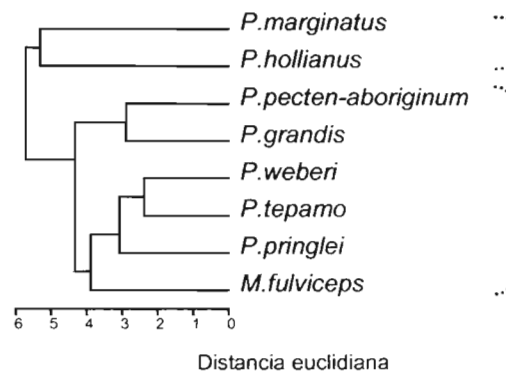


Figura 14. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 10 meses de edad. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

Dos conglomerados son los que se formaron en el fenograma resultante del análisis de datos correspondientes a caracteres de plántulas de 12 meses de edad, los cuales están constituidos el primero por *P. marginatus*-*P. hollianus* y el segundo por *P. weberi*-*P. pringlei*, *P. pecten-aboriginum*-*P. grandis* y *P. tepamo*-*M. fulviceps* (figura 15). El segundo cúmulo mantiene en las especies que lo conforman la mayor semejanza y los caracteres que sustentan tal hecho son la longitud promedio en tallo y en espinas radiales. Las especies del primer grupo son las de menor similitud respecto a las demás.

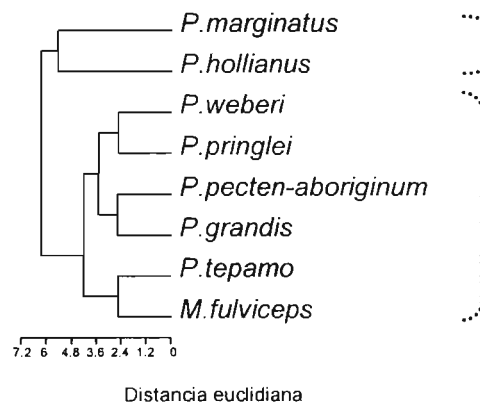


Figura 15. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* con 12 meses de edad. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

En el fenograma obtenido mediante el uso de datos de los caracteres de las plántulas de todas las edades puede identificarse un grupo y tres especies apartadas en forma independiente; *P. weberi*-*P. pringlei*, *P. pecten-aboriginum* y *P. tepamo*-*P. grandis* constituyen el agrupamiento y *P. hollianus*, *P. marginatus* y *M. fulviceps* las especies aisladas (figura 16). Las especies más similares son *P. pringlei* y *P. weberi* por diámetro del hipocótilo y número de espinas totales. La especie menos similar es *M. fulviceps*.



son *P. pringlei* y *P. weberi* por diámetro del hipocótilo y número de espinas totales. La especie menos similar es *M. fulviceps*.

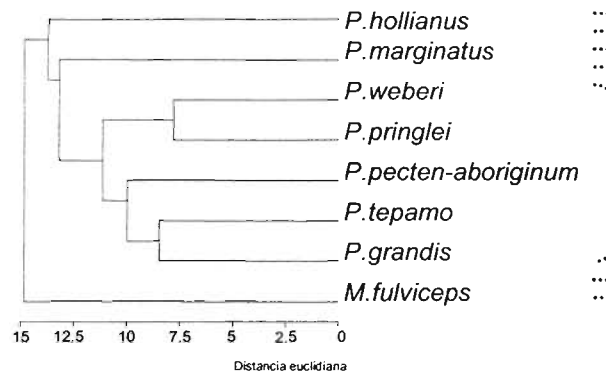


Figura 16. Fenograma que muestra la similitud entre plántulas de las especies del género *Pachycereus* y *Mitrocereus fulviceps* de todas las edades. El diagrama se obtuvo mediante el algoritmo UPGMA, utilizando la distancia euclidiana como medida de similitud.

Los resultados de ambos análisis en el caso que incluye a todas las edades, muestran coincidencia en cuanto a que las especies menos parecidas al resto son *M. fulviceps* y *P. hollianus* (figuras 9 y 16), esto apoyado en mayor medida por el ACP. De los diez caracteres más importantes para el componente 1º, nueve se refieren exclusivamente a *M. fulviceps*, siendo el número de aréolas el más recurrente e indicativo de que es la especie con menor número de ellas a partir de los 6 de edad; además, con un mes de edad, esta especie destaca por la forma de su hipocótilo y el indumento de sus espinas, a los tres meses por su amplio diámetro hipocotilar de una dimensión y de nuevo por el indumento de sus espinas; a los 6 meses sobresale adicionalmente por poseer la menor altura total y tallo globoso. El 2º componente refiere nueve caracteres para *P. hollianus* y cinco para *M. fulviceps* de los diez de mayor aporte que posee. Existe un contraste en cuatro caracteres coincidentes entre estas especies en el 2º componente; así, mientras las plántulas de *P. hollianus* poseen el mayor número de espinas radiales y totales de todas las especies a los 6 y 10 meses, las plántulas de *M. fulviceps* en las mismas etapas las tienen en menor cantidad que las especies restantes. Por otro lado, el mayor número total de espinas en plántulas de 12 meses lo presenta nuevamente *P. hollianus* y el menor *M. fulviceps*. *P. hollianus* presenta adicionalmente

cinco caracteres propios que la distinguen de las demás especies a los 3 meses; es la plántula con el mayor número de espinas radiales y totales y el mayor número de espinas centrales a los 10 meses y el mayor número de espinas centrales y totales y tallo ramificado a los 12 meses. Es observable en el componente 2º que gran parte de los caracteres de máximo aporte tienen que ver con el número de espinas y sólo uno con el crecimiento ramificado del tallo. *P. marginatus* es otro grupo formado independiente de las especies restantes en el AA, sin embargo, en el ACP solamente dos de los diez caracteres que más contribuyen para el componente 2º lo separan de los demás grupos, el número de espinas radiales y totales en plántulas de 6 meses; es probable que existan caracteres importantes en los otros componentes que refieran en mayor medida a esta especie y que permitan explicar su separación de los otros grupos formados en el AA.

## DISCUSIÓN

Las plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* muestran caracteres morfológicos intrínsecos que permiten distinguirlas durante este estadio. Las diferencias organográficas más evidentes se encuentran en *P. hollianus* por presentar tallo con crecimiento ramificado, en *P. marginatus* por poseer 4-6 costillas además de aréolas elípticas confluentes y en *M. fulviceps* por mostrar hipocótilo toneliforme, tallo globoso con pocas aréolas, tubérculos muy pronunciados y espinas muy estrigosas.

En términos organográficos, son comparables tres caracteres de este estudio con los homólogos de ejemplares considerados por Arias (2002) en su análisis cladístico. El primero es el referido al porte, siendo arborescente para la mayoría de las especies y arbustivo con ramificación lateral recta y paralela a la rama principal para *P. hollianus* y *P. marginatus*. En plántulas, siete especies presentan tallo con crecimiento unicaule y solamente en *P. hollianus* se observa ramificación.

Por un lado, tales hechos llevan a pensar que el tipo de crecimiento del tallo de *P. hollianus* que mostró a inicios de su etapa juvenil, está asociado con el porte que presenta la especie en la madurez. Esto es apoyado además porque la ramificación de los tallos es basal en ambas fases del desarrollo. Por otro lado, el porte arborescente que es evidente en la mayoría de las especies en estado adulto, puede estar relacionado con el crecimiento unicaule del tallo observado en el estadio de plántula.

Claro está que *P. marginatus* no coincide respecto a lo anterior, sin embargo, este caso se esclarecería si se consideraran a las variaciones morfológicas y a la formación de órganos como sucesos propios a cada especie ocurridos en tiempo y forma peculiares, es decir, que tanto cambios ontogenéticos como órganos adquirieran el carácter de heterócronos, puesto que durante la fase de plántula existen desplazamientos en el tiempo de ocurrencia y aparición de los mismos (Font-Quer, 1985; Lawrence, 1989; McKinney y McNamara, 1991). Entonces probablemente el crecimiento ramificado del tallo de *P. marginatus*, así como cualquier otro carácter, requiera de más tiempo para ser evidente en la juventud de los individuos de esta especie.

El segundo carácter corresponde a la presencia de un surco interareolar en cinco del total de las especies estudiadas por Arias (2002) en estadio adulto, el cual muestra únicamente *P. marginatus* en este trabajo, justo antes de evidenciar la confluencia de sus aréolas.

El tercer carácter es el que se refiere a la forma circular a elíptica de las aréolas en la rama vegetativa que presentan todas las especies en fase adulta, según Arias (2002), a excepción de *M. fulviceps* que las posee de forma cuneada. En contraparte, las plántulas de las especies aquí examinadas muestran aréolas circulares en principio, con cambios posteriores a forma elíptica en *P. marginatus* y *P. weberi*, lo cual confirma lo discutido con anterioridad respecto al desfase temporal de las variaciones morfológicas ocurridas entre especies durante este estadio.

Con base en un criterio ontogenético, las evidencias morfológicas encontradas en este estudio representan el resultado de las modificaciones dadas durante el estadio de plántula. Los patrones de desarrollo hallados en las plántulas de las especies tratadas aquí ya se han mencionado en la comparación efectuada entre caracteres de plántulas y caracteres de adultos, pero podrían resumirse de la siguiente forma. El primero tiene que ver con el crecimiento unicaule del tallo,

seguido de un crecimiento ramificado que muy probablemente se mantiene en las etapas subsecuentes del desarrollo (figura 17a). El segundo alude a la presencia de aréolas circulares con distribución individual, cambiando posteriormente a forma elíptica, continuando con la aparición de un surco interareolar y culminando en la confluencia de las aréolas (figura 17b).

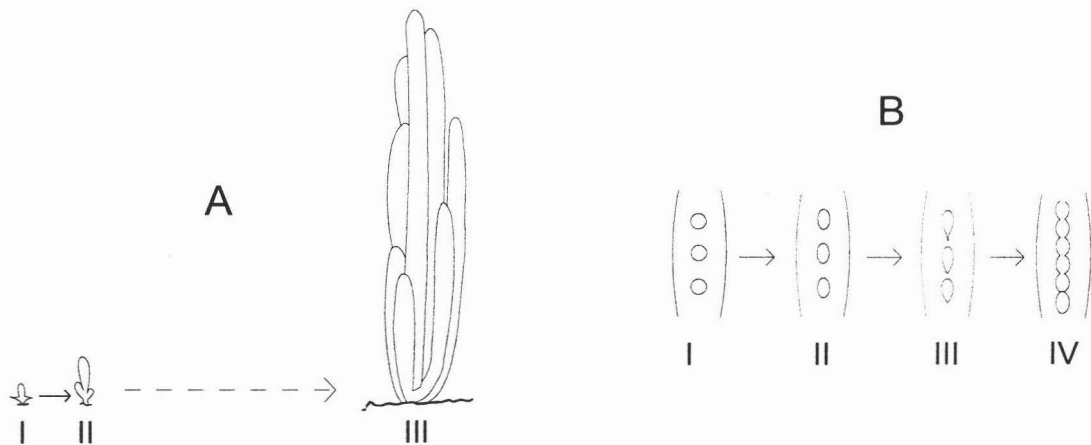


Figura 17. Patrones de desarrollo encontrados en plántulas de las especies del género *Pachycereus* en distintas etapas del estadio. A. Modificaciones en tallo de *Pachycereus hollianus*; I: crecimiento unicaule en plántulas con 3 meses de edad, II: crecimiento ramificado en plantas jóvenes con 12 meses de edad, III: crecimiento ramificado en ejemplar adulto. B. Modificaciones en aréolas de *Pachycereus marginatus*; I: forma circular con distribución individual, II: forma elíptica, III: presencia de surco interareolar, IV: distribución confluyente.

*P. hollianus* y *P. marginatus* son las especies en las que de manera particular se observan estos patrones, manifestando así junto con *M. fulviceps*, un marcado y rápido distanciamiento organográfico respecto a las demás especies. Esto es apoyado en gran medida por el ACP, el cual es más fiel en reflejar las especies disímiles (Rohlf, 1968 en Crisci y López, 1983), encontrándose en tal situación y con mayor incidencia durante la fase de plántula tanto *P. hollianus* como *M. fulviceps*.

Cabe señalar que a partir de los 3 meses, los análisis de agrupamientos y de componentes principales muestran mayor número de similitudes y disimilitudes entre especies, lo cual es debido principalmente al escaso número de caracteres medibles en las etapas iniciales de la fase de

plántula, en donde las especies son organográficamente muy parecidas y el crecimiento y la diferenciación en los órganos son apenas perceptibles (Torrey, 1983; Segura, 2000), o a la disminución de los cambios trascendentales en los caracteres.

Durante el siglo XIX se habría pensado que cada etapa del estadio de plántula de las especies en estudio corresponde a la de uno de sus ancestros según la ley haeckeliana de la recapitulación, sin embargo con el tiempo ésta ha llegado a considerarse una exageración, puesto que la filogenia es el producto de una sucesión de desarrollos completos en los cuales se dan lentas modificaciones en la estructura de la planta, provocándose así la evolución (Torrey, 1983; Campbell *et al.*, 1999). Al inicio las especies comparten varias características, pero pronto aparecen las diferencias que las reúnen o separan entre sí, por lo que el descubrimiento de tales diferencias en la ontogenia de las especies del género *Pachycereus* más bien es útil en la comprensión de su filogenia. Un cambio en las ideas taxonómicas ortodoxas vendría bien a la Sistemática para evitar anclar la atención en la planta madura, en su flor y su fruto y no ignorar más la variación existente en las etapas inmaduras (Briggs y Walters, 1969).

Las descripciones de las especies en estadio de plántula proveen de caracteres que podrían ser identificados como primitivos o derivados mediante análisis apropiados que lo permitan, utilizando quizá un juicio ontogenético que se base en las etapas del estadio que aquí se estudiaron. Respecto a la importancia que tienen los caracteres que permanecen constantes en el tiempo o casi así en la mayoría de las especies (por ejemplo tipo de crecimiento del tallo o número de costillas), puede decirse que es considerable, ya que con ellos se comienza por un lado a discriminar a las especies que presentan variaciones y por el otro a congregar a aquellas que son organográficamente semejantes, convirtiéndose así en caracteres candidatos para someterse a evaluación en análisis filogenéticos.

Ahora bien, como ya es sabido por muchos, el crecimiento de las cactáceas es singularmente pausado y si a esto se le añade la talla que logran alcanzar las especies de *Pachycereus* y otras columnares hacia su madurez, lo señalado en párrafos previos cobra mayor alcance en términos de la estimación de la edad de éstas u otras plantas. Así mismo, podría calcularse el tiempo que tiene que invertir cada especie para por ejemplo poseer cierto número de costillas, florecer o fructificar, especialmente en condiciones controladas, pues como puede notarse en este trabajo, *P. hollianus* y *P. marginatus* muestran pronto caracteres que permanecerán durante toda su existencia, mismos que adquieren adicional trascendencia para ser evaluados en un posible análisis filogenético. Los caracteres también pueden ser útiles en la determinación en campo, labor indispensable en estudios de ecología de poblaciones (Macías, 1989), aunque tendrían que tomarse en cuenta las épocas del año en las que las condiciones medioambientales sean óptimas para la germinación y a su vez no existan fluctuaciones en las que el crecimiento se vea afectado. Además, los caracteres pueden ser eficaces para distinguir especies cultivadas de invernaderos y viveros que promueven su propagación.

Los resultados de este estudio sugieren que el género *Pachycereus* debe incluir a 5 especies, es decir, a *P. grandis*, *P. pecten-aboriginum*, *P. pringlei*, *P. tepamo* y *P. weberi*. Si se toman en cuenta las propuestas taxonómicas mostradas en el cuadro 1, se observa que esta definición del género se apega exactamente con la de Arias (2002), coincidiendo además con su propuesta de exclusión de *M. fulviceps*, *P. hollianus* y muy probablemente la de *P. marginatus*, por lo que este trabajo contribuye a confirmar esa delimitación, proporcionando nuevas evidencias de las especies de este género en estadio de plántula, las cuales servirán para futuros análisis y esclarecerán aún más las relaciones filogenéticas entre especies, de tal forma que se construya posteriormente una clasificación lo más objetiva posible.

## CONCLUSIONES

La organografía comparada de las plántulas de las especies del género *Pachycereus* y de *Mitrocereus fulviceps* permitió conocerlas en esta fase de su existencia, estableciéndose así las diferencias morfológicas entre ellas, mismas que quedaron plasmadas en 48 láminas que describen e ilustran a cada especie en seis distintas etapas del estadio.

Este trabajo apoya la última propuesta taxonómica del género *Pachycereus*, la cual incluye a las siguientes cinco especies, *P. grandis*, *P. pecten-aboriginum*, *P. pringlei*, *P. tepamo* y *P. weberi* y excluye a *P. hollianus*, *P. marginatus* y *M. fulviceps*.

Los caracteres morfológicos que pueden corroborar la más reciente propuesta taxonómica realizada para el género *Pachycereus* son los referidos a hipocótilo, tallo, costillas, aréolas y espinas.

Las diferencias organográficas evidenciadas en las plántulas de *P. hollianus*, *P. marginatus* y *M. fulviceps*, pueden ser potencialmente válidas para un rearrreglo en su clasificación.

En este estudio, se ha generado la información básica referente a los caracteres que servirá para proponer hipótesis, mediante análisis adecuados, acerca de las relaciones que hay entre estas especies y los procesos evolutivos responsables de las mismas.

Trabajos de esta índole son sugeridos para otros grupos de cactáceas, puesto que contribuirán en parte a un mayor esclarecimiento de las relaciones interespecíficas, además de enriquecer el conocimiento actual que se tiene de las especies.



## GLOSARIO

**ANATOMÍA VEGETAL:** rama de la Morfología que estudia la estructura interna de los órganos vegetales.

**ÁPICE:** parte superior externa o distal de una pieza u órgano. La punta o extremo de una hoja, folíolo u otro órgano.

**Á. ACUMINADO:** con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo menor de 45°. **Á. AGUDO:** con márgenes rectos o convexos que terminan en ángulo de 45-90°. **Á. OBTUSO:** con márgenes de rectos a cóncavos que forman un ángulo terminal mayor de 90°.

**ARÉOLA:** pequeñas zonas meristemáticas localizadas en el tallo de las cactáceas que dan origen a lana, fieltro, hojas, cerdas, espinas, flores, frutos y otros tallos.

**CARÁCTER MORFOLÓGICO:** cualquier característica, rasgo o atributo morfológico de un organismo que pueda ser observado o cuantificado y seleccionado para ser usado en su clasificación o identificación.

**CENTRAL:** en la parte media de la estructura.

**CILÍNDRICO:** en forma de cilindro o tubo.

**CONFLUENTE:** aplicado a la distribución física de las aréolas en el tallo de las cactáceas cuando éstas llegan a unirse durante el crecimiento.

**COSTILLA:** crestas paralelas y dispuestas verticalmente formadas por la fusión de los tubérculos verticalmente cercanos.

**COTILEDONES:** hojas primarias de la plántula insertadas en el nudo intercotiledonar del eje vertical de la misma, es decir entre el hipocótilo y el epicótilo.

**CUNEADO:** en forma de cuña; angostamente obtriangular.

**DIFUSO:** dirigido hacia arriba con un ángulo de divergencia de 46 a 75 grados con el eje vertical o de referencia.

**EPICÓTILO:** primer entrenudo que se forma por encima de los cotiledones en el eje vertical de la plántula.

**ERECTO:** erguido; vertical; dirigido directamente hacia arriba.

**ESPINA:** prominencia larga, endurecida y puntiaguda que generalmente incluye tejidos secundarios además de epidérmicos; en cactáceas puede considerarse como una estructura derivada de un primordio de hoja modificada carente de lámina y que consiste generalmente de un eje estrecho y duro con ápice agudo.

**ESTADO DE CARÁCTER:** dos o más formas, expresiones o valores alternativos posibles mutuamente excluyentes de un carácter; por ejemplo, para el carácter color de la flor, sus estados pueden ser blanco o rojo.

**ESTRIGOSO:** cubierto por tricomas rectos, adpresos y agudos, generalmente con la base redondeada.

**ESTRIGULOSO:** escasa o cortamente estrigoso.

**FIELTRO:** conjunto denso de pelos muy cortos entremezclados y entrelazados que se forma en las aréolas.

**GLOBOSO:** de forma más o menos esférica, circular en su sección transversal.

**GLABRO:** sin algún tipo de indumento; desprovisto en absoluto de pelo, tricoma o vello; liso.

**HIPOCÓTILO:** porción que se encuentra por debajo del punto de inserción de los cotiledones en el eje vertical de la plántula.

**INDUMENTO:** cobertura en forma de tricomas.

**LISO:** glabro y sin alguna aspereza.

**MACULADO:** manchado; con manchas generalmente de color oscuro.

**MARGEN:** borde; orilla de la lámina foliar o de cualquier órgano laminar.

**MORFOLOGÍA:** rama de la Botánica que se encarga del estudio de la forma y constitución de los órganos vegetales, la cual se divide en dos partes, la Anatomía Vegetal y la Organografía.

**OBCÓNICO:** de forma cónica con la parte más amplia en el ápice.

**ONTOGENIA:** período que comprende la totalidad del desarrollo de un individuo de cualquier especie, desde su formación hasta que se completa su ciclo vital. De forma general, el desarrollo de una planta se divide en las fases plántula, juvenil, adulto y senescente.

ONTOGÉNICO: de la ontogenia.

ORGANOGRAFÍA: rama de la Morfología que estudia la descripción del aspecto externo de los órganos vegetales.

PLÁNTULA: corto período de la vida de la planta, iniciado a partir del surgimiento de la radícula a través de la testa seminal hasta la pérdida de las reservas de ésta.

PORRECTO: saliente; extendido horizontalmente; proyectado hacia fuera o adelante; en las cactáceas se dice de las espinas insertadas perpendicularmente al plano de la aréola.

RAMIFICADO: que tiene ramas.

SEMIGLOBOSO: de forma tendiente a globosa.

SUBULADO: estrechado hacia el ápice hasta terminar en punta; angostamente triangular.

TRICOMA: prominencia que consiste solamente de tejidos epidérmicos, a menudo en forma de pelo.

TUBÉRCULO: en cactáceas, protuberancia redondeada, más o menos cónica o con forma de mamila, es nodular.

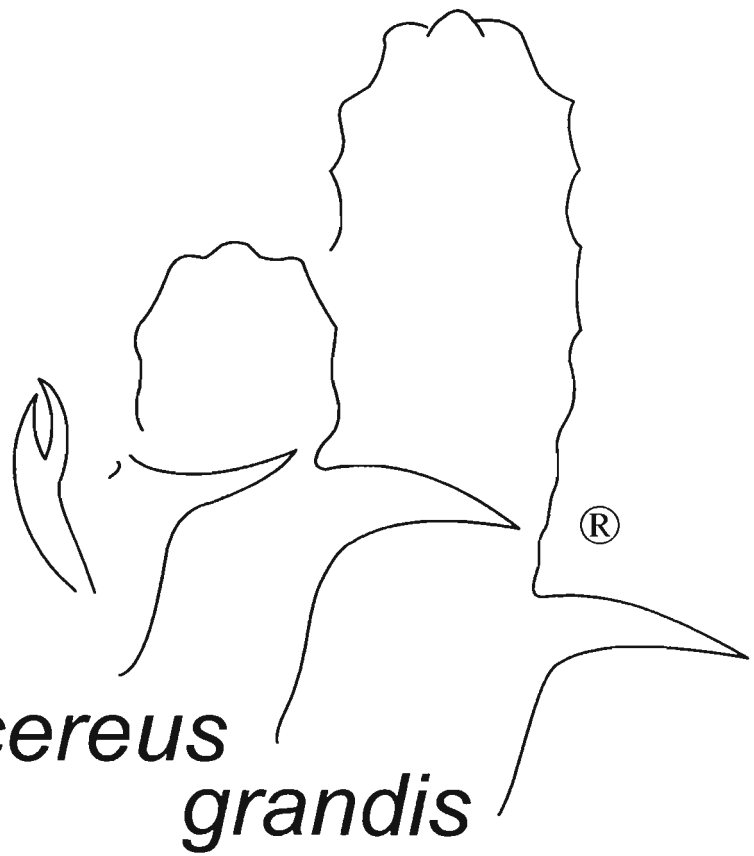
UNICAULE: con un sólo tallo.

## BIBLIOGRAFÍA

- \* ARIAS, A. S. 1997. Distribución General. En: *Suculentas Mexicanas/Cactáceas*. 17-25. CVS Publicaciones. México.
- \* ARIAS, A. S. 2002. *Filogenia del Género Pachycereus (Pachycereae, Cactaceae)*. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. Méx. 186 pp.
- \* ARIAS, A. S., S. GAMA, Y L. U. GUZMÁN. 1997. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Fasc. 14. Cactaceae A.L. Juss. UNAM. México. 146 pp.
- \* BACKEBERG, C. 1958. *Die Cactaceae. Handbuch der Kakteenkunde*. Band I. VEB Gustav Fisher Verlag. Stuttgart, N. V. 83, 2134-2154.
- \* BERGER, A. 1905. A Systematic Revision of the Genus *Cereus* Mill. *Ann. Rep. Mo. Bot. Gard.* **16**:57-86.
- \* BLANCO, M., C. CASTILLO Y C. TOLEDO. 1979. Estudio Preliminar de las Cactáceas de la Cuenca Baja del Río Balsas. *Cact. Suc. Mex.* **4**:78-89.
- \* BLANCO, M., C. CASTILLO Y C. TOLEDO. 1980. Estudio Preliminar de las Cactáceas de la Cuenca Baja del Río Balsas. *Cact. Suc. Mex.* **1**:7-19.
- \* BRAVO-HOLLIS, H. 1978. *Las Cactáceas de México*. UNAM. México. 743 pp.
- \* BRAVO-HOLLIS, H. Y H. SÁNCHEZ-MEJORADA. 1991. *Las Cactáceas de México*. Volumen III. UNAM. México. 643 pp.
- \* BRIGGS, D. Y S. M. WALTERS. 1969. *Evolución y variación vegetal*. Guadarrama. Madrid. p. 90.
- \* BRITTON, N. L. & J. N. ROSE. 1909. The Genus *Cereus* and its Allies in North America. *Contr. U. S. Natl. Herb.* **12**: 413-437.
- \* BUXBAUM, F. 1951. *Morphology of Cacti. Section I. Roots and Stem*. Abbey Garden Press. California. 85 pp.
- \* BUXBAUM, F. 1961. *Die Entwicklungslinien der Tribus Pachycereae. F. Buxb. (Cactaceae-Cereoideae). Botanische Studien*. Heft 12. Veb Gustav Fischer Verlag Jena. 107 pp.
- \* CAMPBELL, N. A., J. B. REECE Y L. G. MITCHELL. 1999. *Biology*. Addison-Wesley. California. 424-425.
- \* COTA, J. H. 1982. Descripción Morfológica de Plántulas de *Cereus* sp. *Cact. Suc. Mex.* **4**:82-85.
- \* CRISCI, J. V. Y M. F. LÓPEZ. 1983. *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica*. Sría. Gral. OEA. Washington, D. C. 132 pp.
- \* DE VOGEL, E. F. 1980. *Seedlings of dicotyledons structure, development, types: description of 150 woody malesian taxa*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. 465 pp.
- \* EGGLE, U. (comp.). 1993. *Glossary of botanical terms: with special reference to succulent plants*. British Cactus & Succulent Society. Surrey. 109 pp.
- \* FONT-QUER, P. 1985. *Diccionario de Botánica*. Labor. Barcelona. 1244 pp.
- \* GAMA, S. 1994. *Análisis Morfológico y Cariológico de Pachycereus weberi (J. Coulter) Backeb. y Pachycereus aff. weberi (J. Coulter) Backeb. (Cactaceae)*. Tesis profesional. UNAM. México. 147 pp.
- \* GAMA, S. Y A. S. ARIAS. 1998. Una Nueva Especie de *Pachycereus* (Cactaceae) del Occidente de México. *NOVON.* **8**:359-363.

- \* GIBSON, A. C. & K. E. HORAK. 1978. Systematic Anatomy and Phylogeny of Mexican Columnar Cacti. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **65**:999-1057.
- \* GIBSON, A. C. & P. S. NOBEL. 1986. *The Cactus Primer*. Harvard University Press. Cambridge. 286 pp.
- \* GUTIÉRREZ, A., J. REYES Y C. BRACHET. 1999. Morfología Comparada de Plántulas de 4 Especies del Género *Mammillaria* Serie Longiflorae Hunt. En: *Cactáceas y otras Plantas Suculentas. II Congreso Mexicano. I Congreso Latinoamericano y del Caribe*. p. 55. Oaxaca.
- \* GUZMÁN, L. U. 1997. Grupos Taxonómicos. En: *Suculentas Mexicanas/Cactáceas*. 37-41. CVS Publicaciones. México
- \* GUZMÁN, L. U., A. S. ARIAS Y P. DÁVILA. 2003. *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. UNAM-CONABIO. México. 315 pp.
- \* HUNT, D. (comp.). 1992. *CITES Cactaceae Checklist*. RBG Kew & IOS. England. 190 pp.
- \* LAWRENCE, E. 1989. *Henderson's dictionary of biological terms*. Longman Scientific & Technical. England. p. 213.
- \* LEUENBERGER, B. E. 1992. Observations on the growth of seedlings of *Pereskia* (Cactaceae). *Cact. Succ. J.* **5**:237-241.
- \* MACÍAS, M. A. 1989. *Morfología de plántulas de especies arbóreas de la selva baja caducifolia en la región de Chamela, Jalisco*. Tesis profesional. Universidad de Guadalajara. Guadalajara. 144 pp.
- \* MCKINNEY, M. L. & J. MCNAMARA. 1991. *Heterochrony. The Evolution of Ontogeny*. Plenum Press. New York. 1-28.
- \* MEYRÁN, J. 1956. Notas sobre plántulas de Cactáceas. *Cact. Suc. Mex.* **6**:107-112.
- \* MORENO, N. P. 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. Continental. México. 300 pp.
- \* QUESADA, M. A. Y V. VALPUESTA. 2000. Juvenilidad, senescencia y abscisión. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. 285-303. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid.
- \* SEGURA, J. 2000. Introducción al desarrollo. Concepto de hormona vegetal. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. 285-303. McGraw-Hill/Interamericana. Madrid.
- \* TOMLINSON, P. B. 1984. Vegetative Morphology—Some Enigmas in Relation to Systematics Plant. En: Heywood, V. H. & D. M. Moore (eds.). *Current Concepts in Plant Taxonomy*. 49-66. Academic Press. Orlando.
- \* TORREY, T. W. 1983. *Morfogénesis de los vertebrados*. Limusa. México. 15-28.
- \* VALLA, J. J. 1979. *Botánica. Morfología de las Plantas Superiores*. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 332 pp.
- \* VELASCO-MOLINA, H. A. 1991. *Las Zonas Áridas y Semiáridas. Sus características y manejo*. Limusa. México. p. V.
- \* VILLASEÑOR, J. L. Y P. DÁVILA. 1992. *Breve introducción a la metodología cladística*. UNAM. México. 48 pp.

# Anexo I



*Pachycereus*  
*grandis*

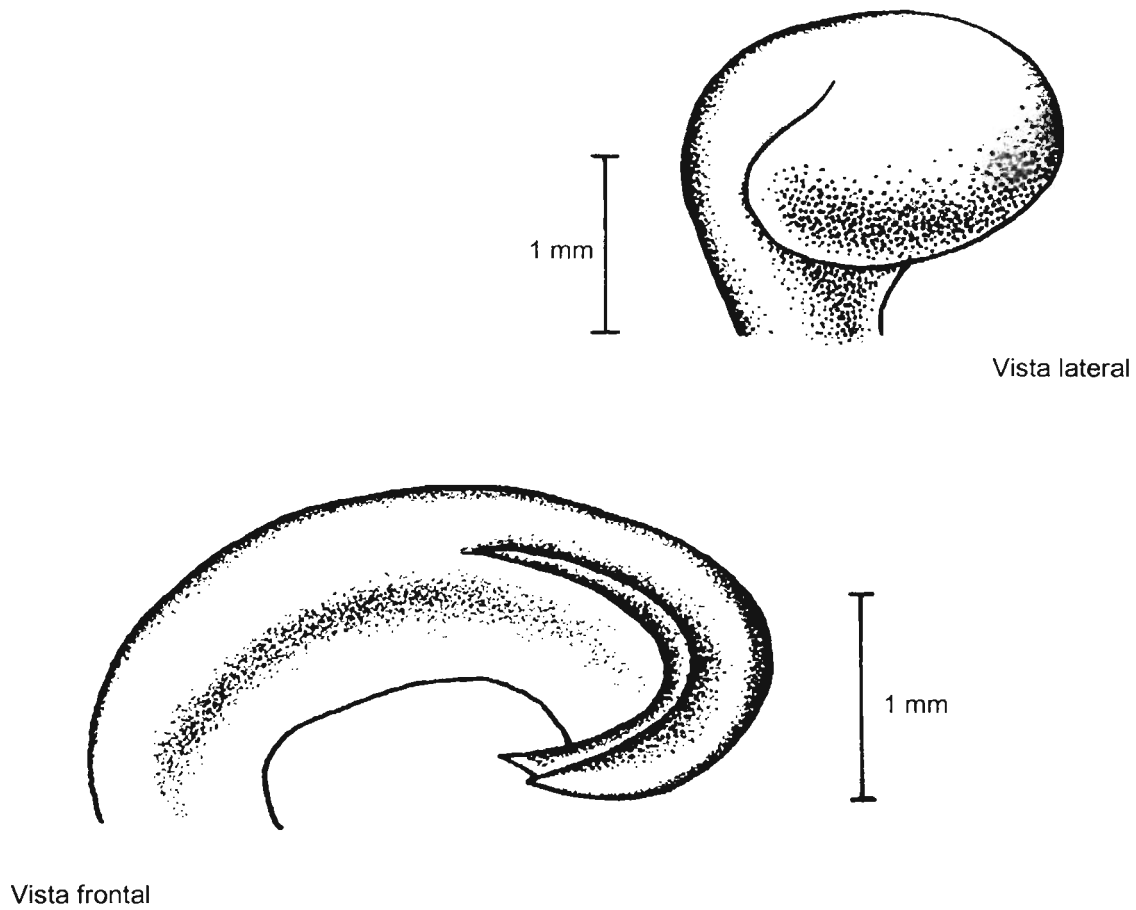


Figura 1. Plántula de *Pachycereus grandis* con 3 días de edad.

Plántulas curvadas, 2 mm de longitud, succulentas. **Hipocótilo:** obcónico, 2 mm de longitud, 1.5 mm de diámetro basal, 2 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** completamente plegados, ápices agudos y márgenes convexos, 5 mm (el menor) y 6 mm (el mayor) de longitud, 3 mm de diámetro.



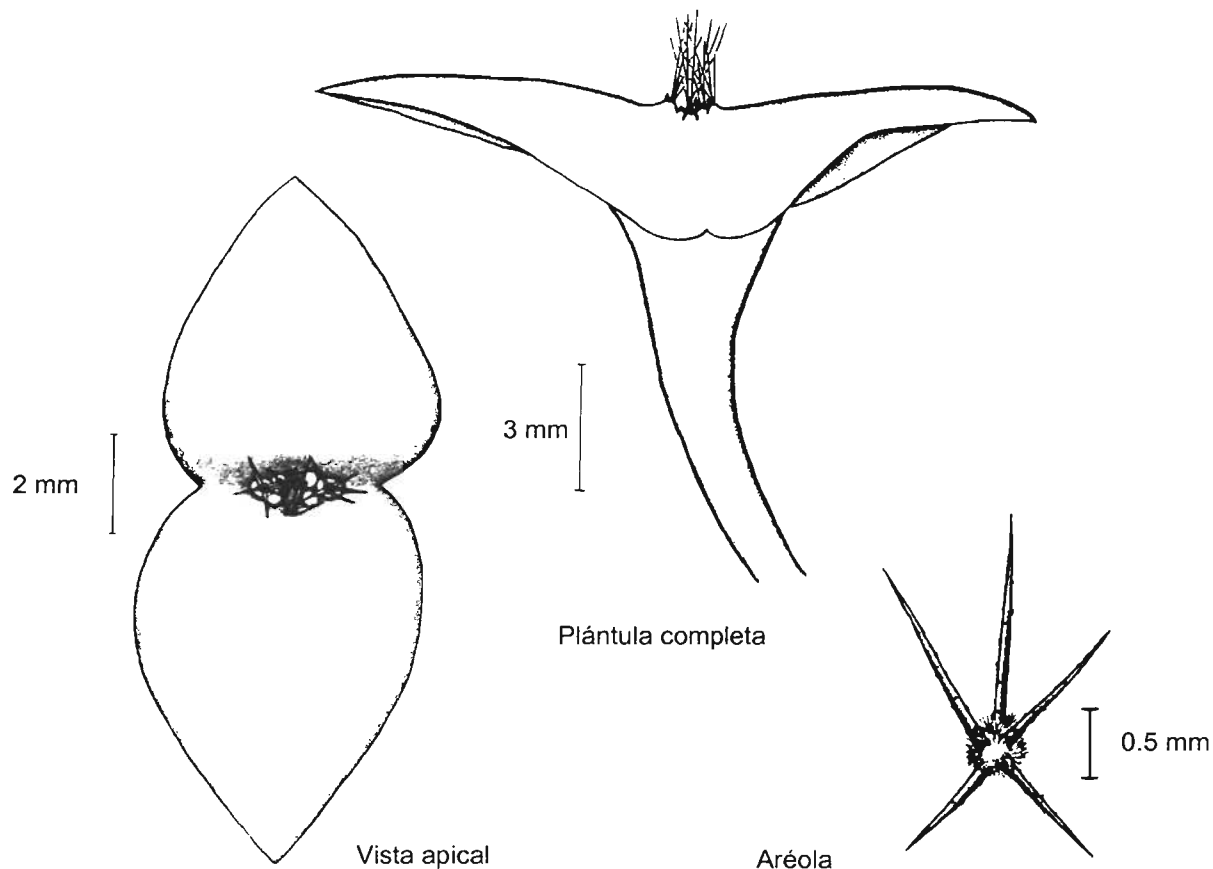


Figura II. Plántula de *Pachycereus grandis* con 1 mes de edad.

Plántulas curvadas, 11.5 mm de longitud, succulentas. **Hipocótilo:** obcónico; 7.5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados en su totalidad y en posición perpendicular al hipocótilo, ápices agudos y márgenes convexos, 7 mm de longitud, 12.5 mm (el menor) y 13.5 mm (el mayor) de diámetro, 4 mm de espesor. **Tallo:** no definido. **Tubérculos:** 8, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 8, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas surgen múltiples tricomas transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 5, subuladas, indumento estriguloso, transparentes. **Espinas radiales:** 5, 1-2 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia arriba con longitud  $\geq 1.5$  mm y dos hacia abajo con longitud  $\leq 1.5$  mm.

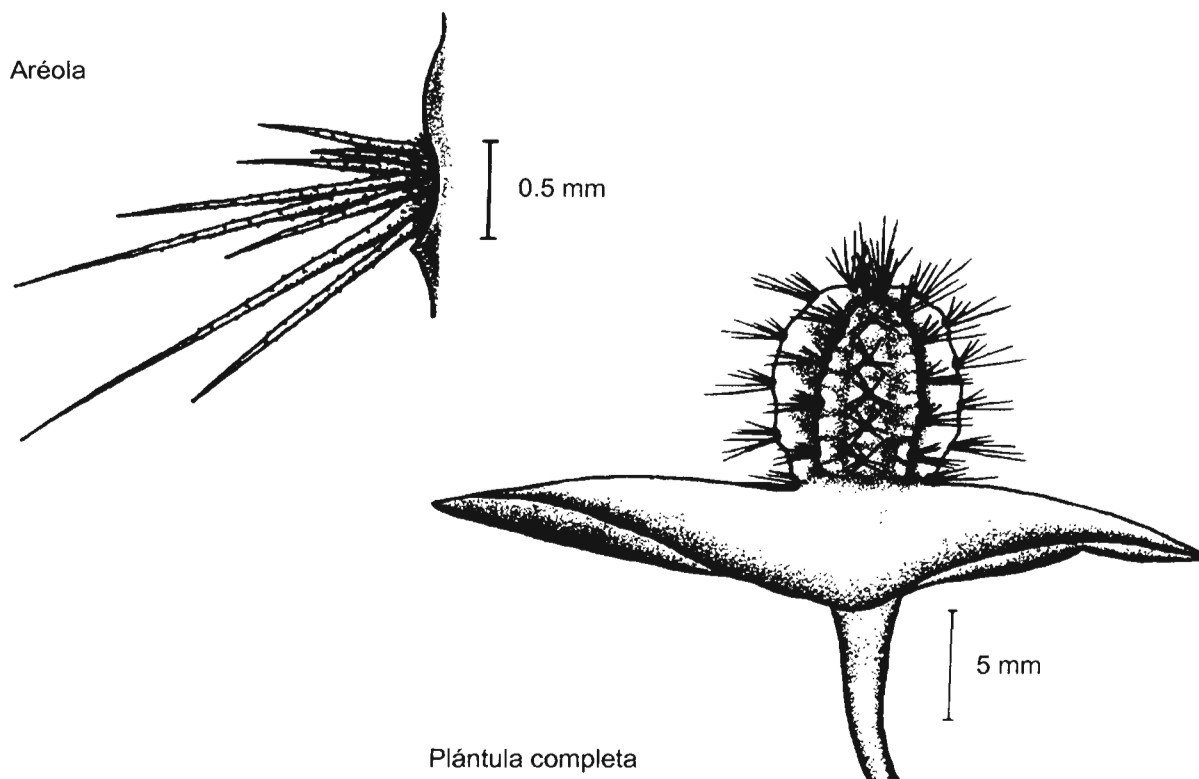


Figura III. Plántula de *Pachycereus grandis* con 3 meses de edad.

Plántulas erectas, 22 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, curvado, 7.5 mm de longitud; 2 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** dispuestos perpendicularmente al hipocótilo, ápices agudos y márgenes convexos, 14 mm (el menor) y 17 mm (el mayor) de longitud, 14 mm (el menor) y 15 mm (el mayor) de diámetro, 4.5 mm de espesor. **Tallo:** globoso, 10 mm de longitud, 4 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 47, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 47, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas surgen múltiples tricomas transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 8-10, subuladas, indumento estriguloso, transparentes. **Espinas centrales:** 1, 4 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia abajo. **Espinas radiales:** 7-9, 1-5 mm de longitud, dispuestas en la aréola, dos o tres hacia abajo con longitud > 3 mm, dos a cada lado con longitud de 1-2.5 mm y dos o tres ligeramente dirigidas hacia arriba con 1-1.5 mm de longitud.

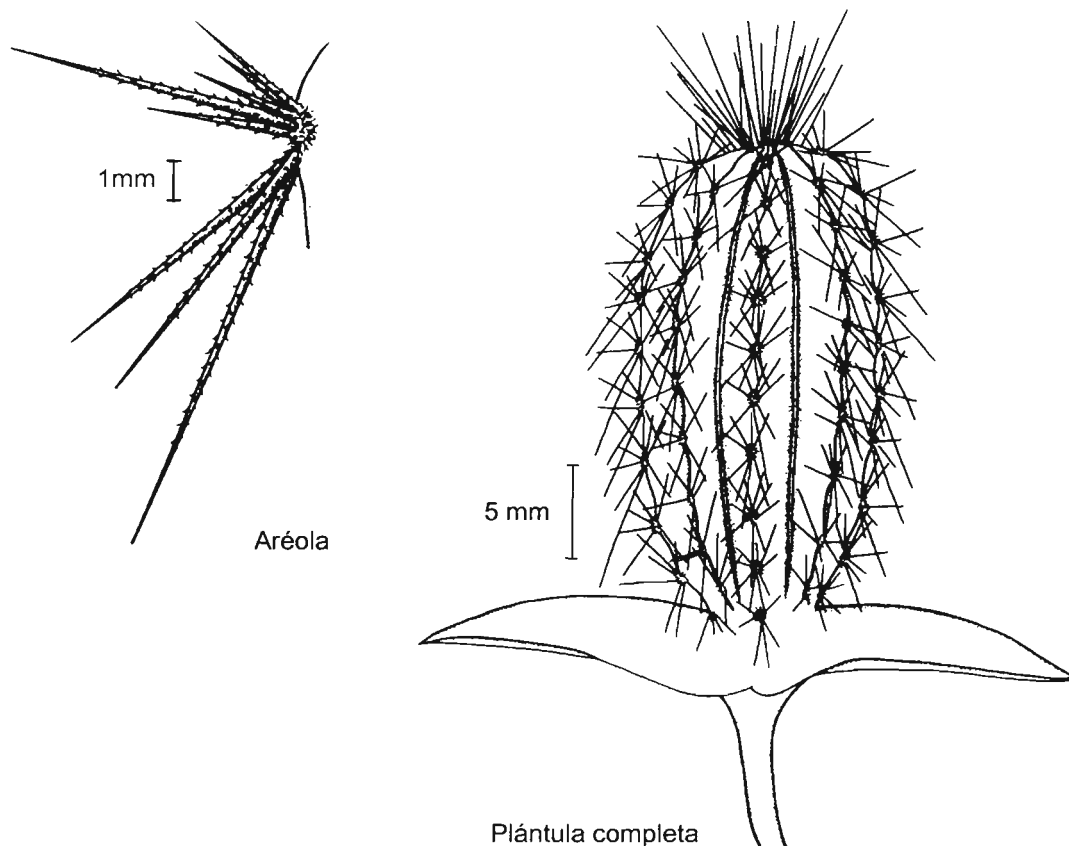


Figura IV. Plántula de *Pachycereus grandis* con 6 meses de edad.

Plántula erecta de 37 mm de longitud, suculenta. **Hipocótilo:** obcónico, ligeramente curvado, 7.5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** dispuestos perpendicularmente al hipocótilo, ápices agudos y márgenes convexos, 14 mm (el menor) y 17 mm (el mayor) de longitud, 14 mm (el menor) y 15 mm (el mayor) de diámetro, 4.5 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 25 mm de longitud, 14 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 84, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de 4 unidades. **Aréolas:** 84, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 8-10, subuladas, color ocre, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 1, 3 mm de longitud, porrecta, dirigida ligeramente hacia arriba. **Espinas radiales:** 7-9, 1-6 mm de longitud, dispuestas tres hacia abajo con longitud  $\geq 4$  mm, dos a cada lado de la aréola con 1.5 mm de longitud y tres hacia arriba con longitud  $\leq 1$  mm.

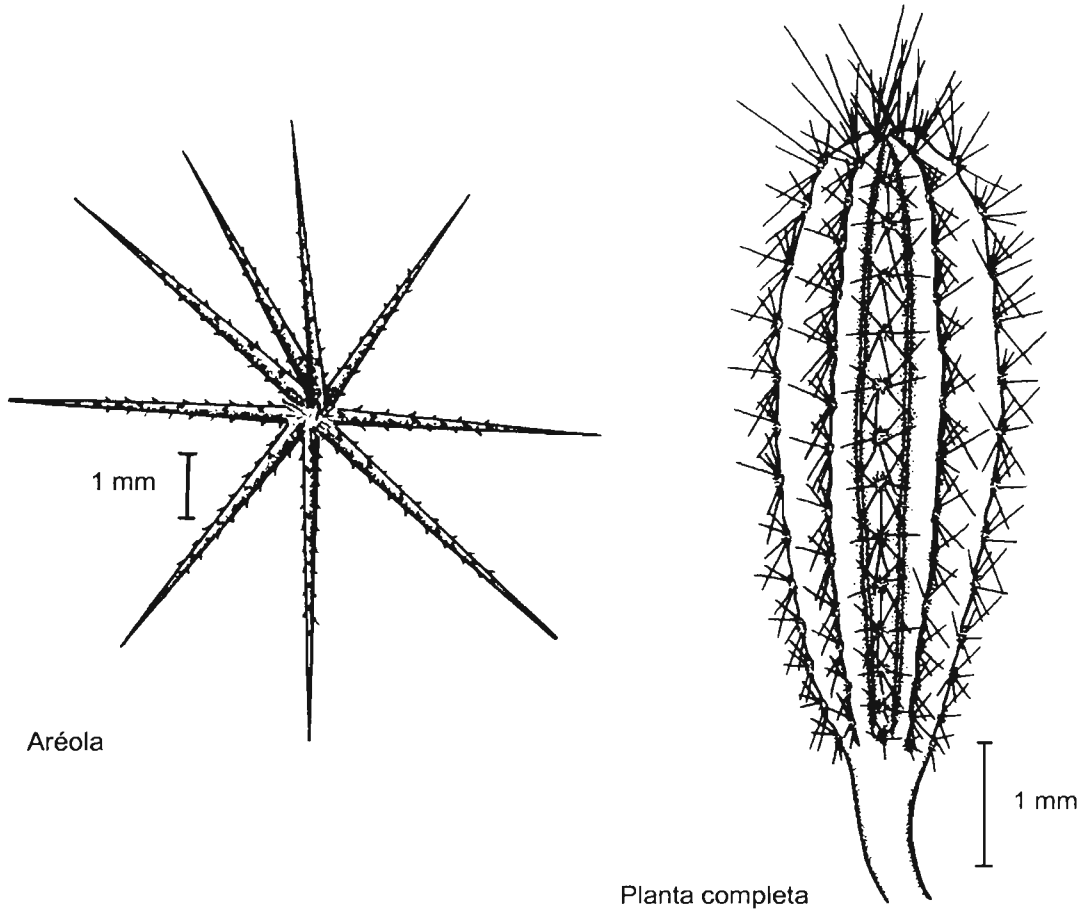
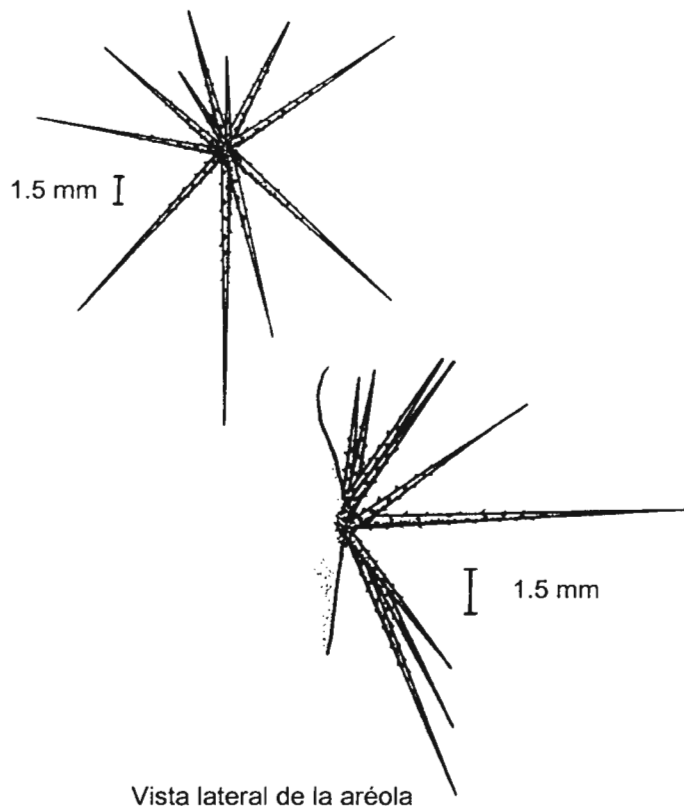


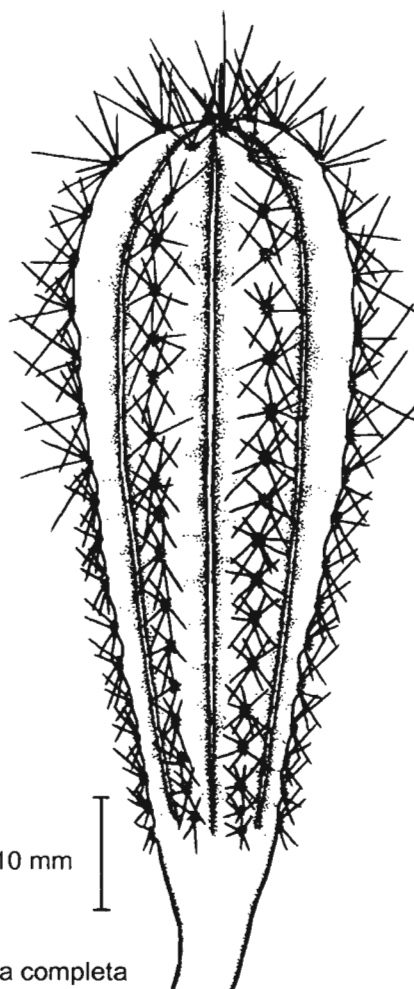
Figura V. Planta joven de *Pachycereus grandis* con 10 meses de edad.

Plantas erectas, 62 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, 7.5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** ausentes. **Tallo:** cilíndrico, 50 mm de longitud, 17 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 127, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 127, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 9-11, subuladas, color ocre con punta rojiza, base engrosada, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 1, 7 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 8-10, 4-9 mm de longitud, dispuestas tres hacia arriba con 4 mm de longitud, una a cada lado de la aréola con 5 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 7$  mm.

Vista frontal de la aréola



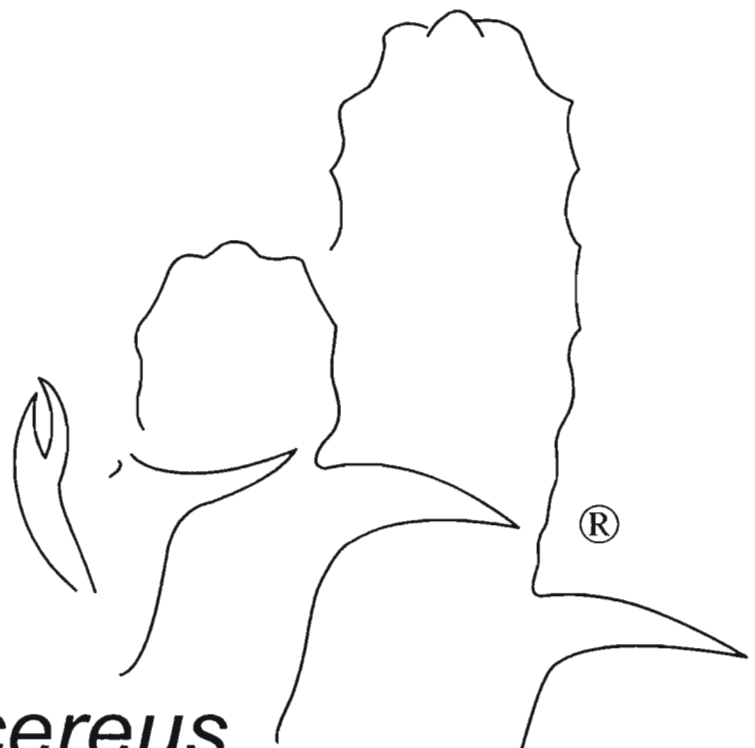
Vista lateral de la aréola



Planta completa

Figura VI. Planta joven de *Pachycereus grandis* con 12 meses de edad.

Plantas erectas, 72 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, 7.5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** ausentes. **Tallo:** cilíndrico, 60 mm de longitud, 20 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 150, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de 4 unidades. **Aréolas:** 150, circulares, 1.5 mm de diámetro, fieltro blanco, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 9-11, subuladas, blanco-grisáceas con punta rojiza, base engrosada, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 1,8 mm de longitud, porrecta. **Espinas radiales:** 8-10, 2-10 mm de longitud, dispuestas en la areola, siete hacia arriba con longitud  $\leq 5$  mm y tres hacia abajo con longitud  $\geq 7$  mm.



*Pachycereus*  
*hollianus*

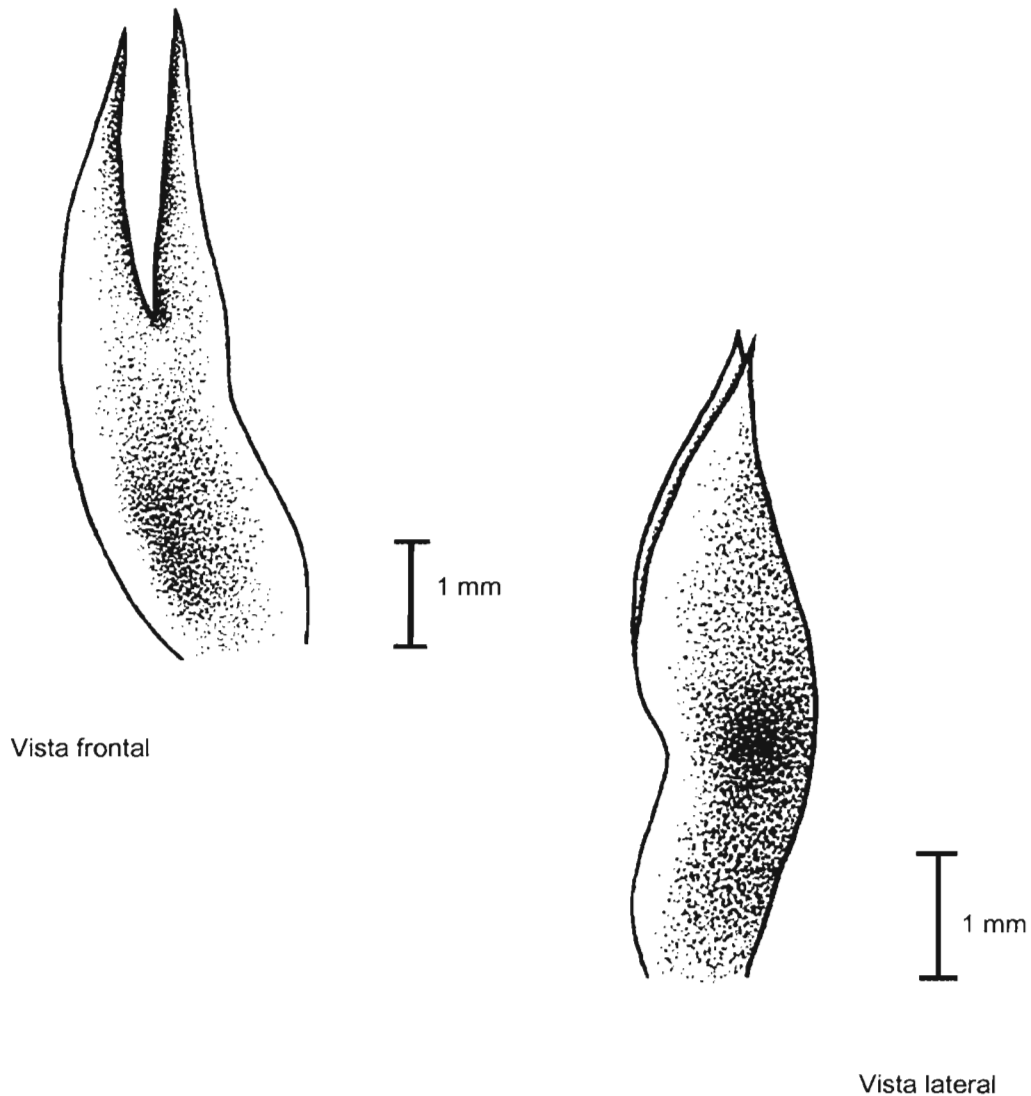


Figura VII. Plántula de *Pachycereus hollianus* con 2 días de edad.

Plántulas con posición curva, 3 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** forma obcónica, 3 mm de longitud, 1.5 de diámetro basal, 2 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** escasamente separados, 2.5 mm (el menor) y 3 mm (el mayor) de longitud, 2 mm de diámetro, ápices agudos y márgenes rectos.

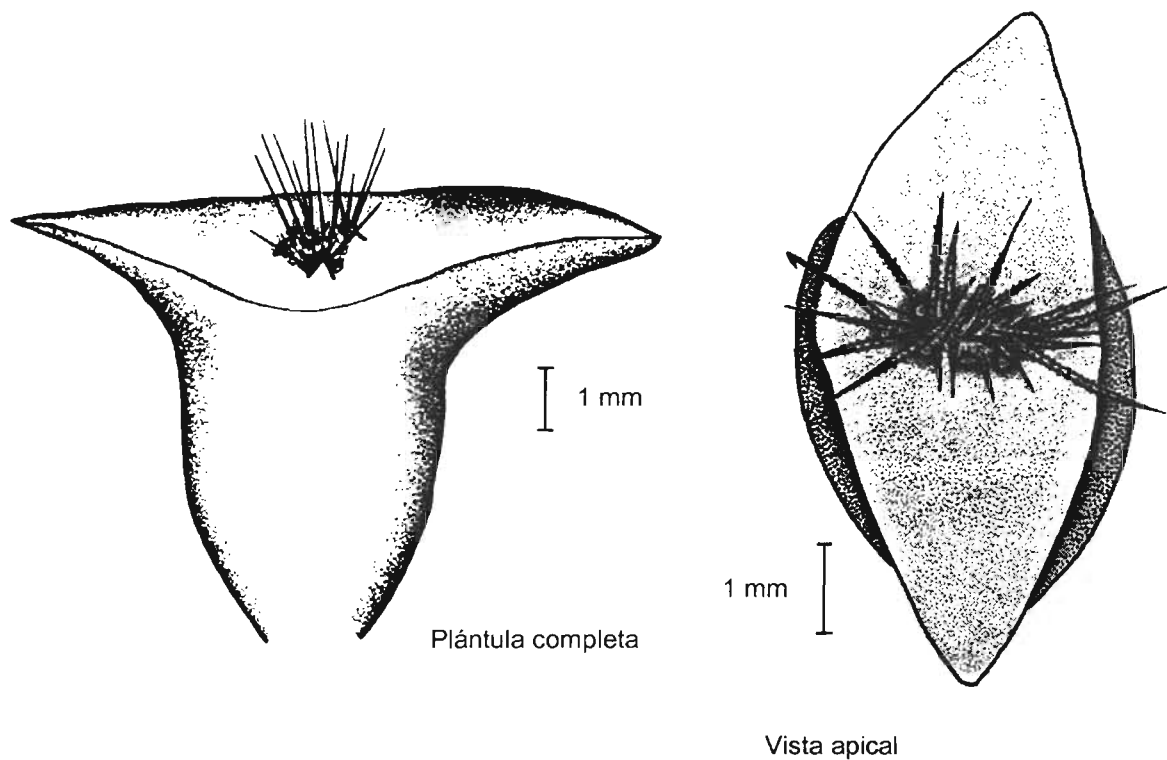


Figura VIII. Plántula de *Pachycereus hollianus* con 1 mes de edad.

Plántulas con posición erecta, 7 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico; 5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 4 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados por completo y en posición perpendicular al hipocótilo, 3.5 mm de longitud, 3.5 mm de diámetro, 2 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** no definido. **Tubérculos:** 8, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 8, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas emergen numerosos tricomas transparentes y retorcidos, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 5-6, subuladas y subuladas con punta doblada, indumento estrigoso, transparentes. **Espinas radiales:** 5-6, 1-2 mm de longitud, disposición radial desordenada.



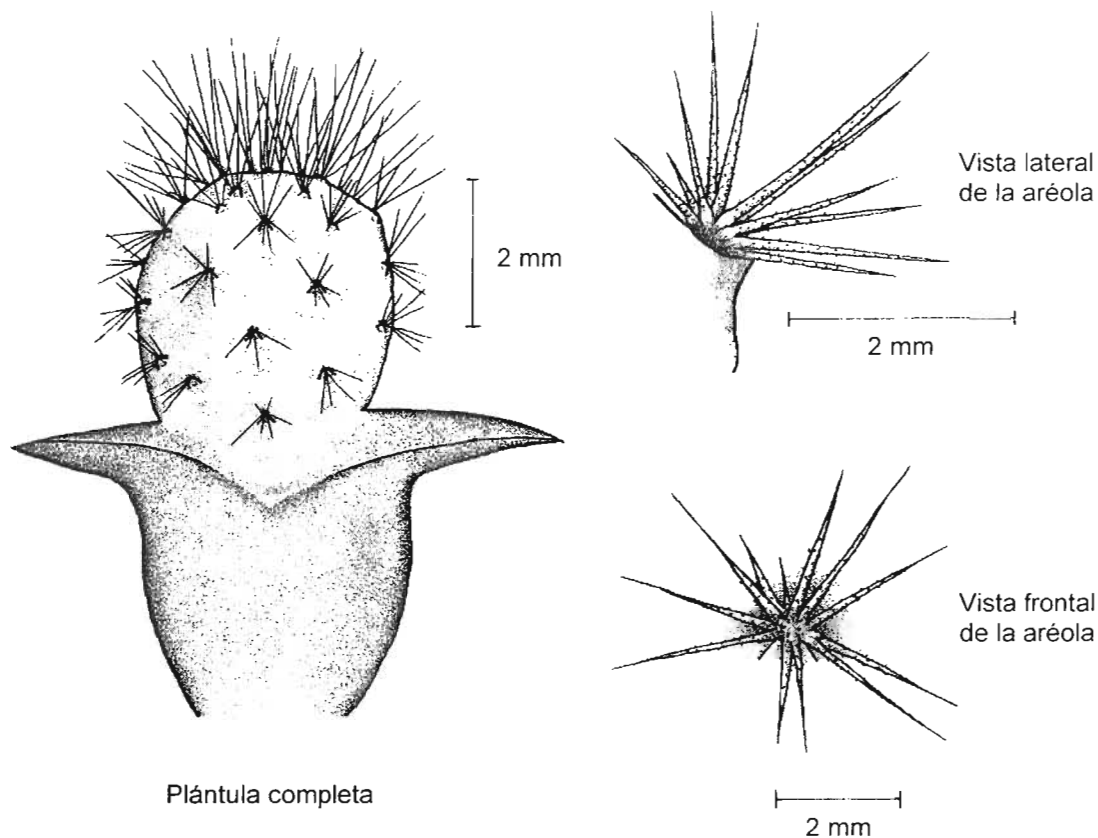


Figura IX. Plántula de *Pachycereus hollianus* con 3 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 12 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 5 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 4 mm (el menor) y 5 mm (el mayor) de longitud, 4.5 mm de diámetro, 2 mm de espesor; ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** globoso, 5 mm longitud, 4.5 mm de diámetro. **Costillas:** indefinidas. **Tubérculos:** 31, poco pronunciados, presentan una prominencia localizada por debajo de la aréola, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 31, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas emergen numerosos tricomas transparentes y retorcidos, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 10-13, subuladas, transparentes, base ancha color marrón, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 1, 4 mm de longitud, porrecta, dirigida ligeramente hacia abajo. **Espinas radiales:** 9-12, 1-3 mm de longitud, dispuestas dos hacia cada lado de la aréola con 2-3 mm de longitud, dos o tres hacia abajo con 2 mm de longitud y de tres a cinco hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm.

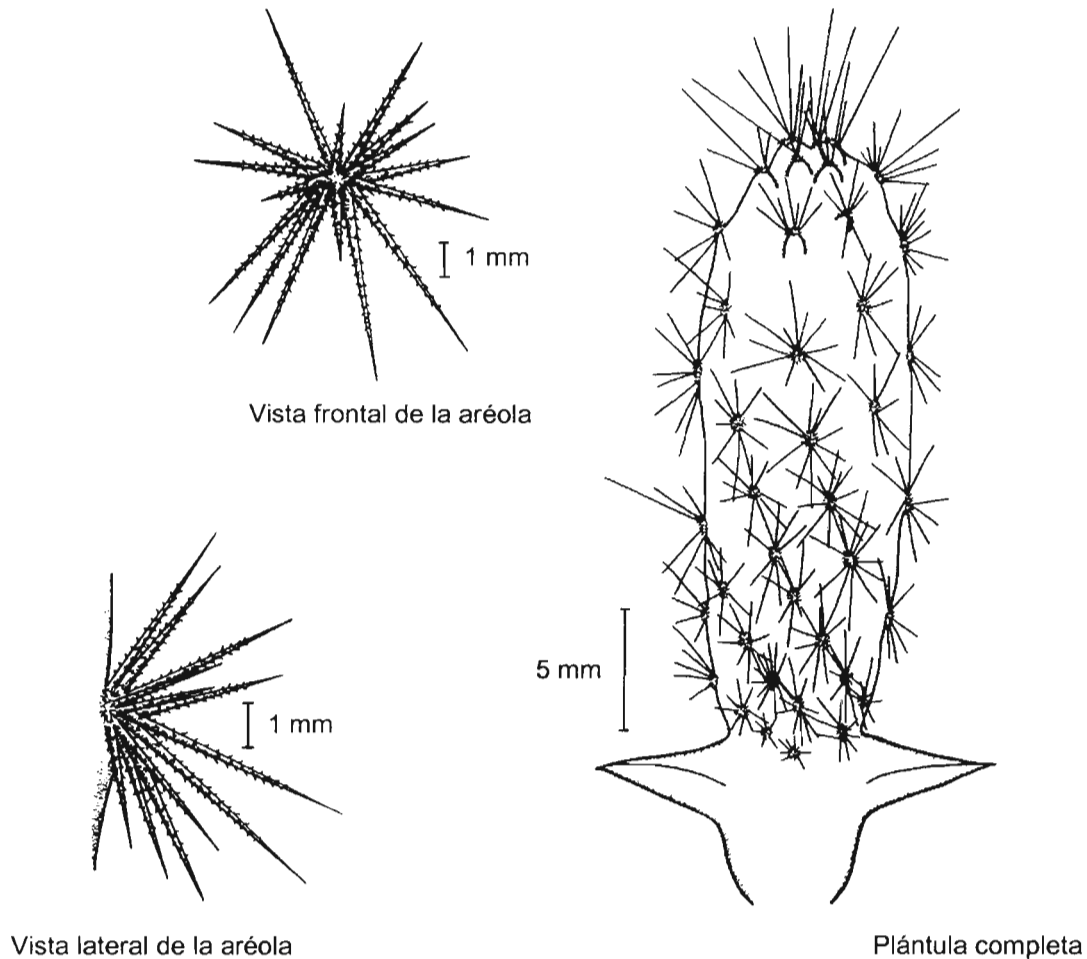


Figura X. Plántula de *Pachycereus hollianus* con 6 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, con 31 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 5 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 4 mm (el menor) y 5 mm (el mayor) de longitud, 4.5 mm de diámetro, 2 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** cilíndrico, 24 mm de longitud, 9.5 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 62, moderadamente pronunciados, presentan una promiencia localizada por debajo de la aréola, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 62, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 12-22, subuladas, blancas, base ancha color marrón, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 3-5, 2-3 mm de longitud, porrectas, dirigidas una a cada lado de la aréola con 2.3 mm de longitud, una o dos hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm y una hacia abajo con 3 mm de longitud. **Espinas radiales:** 9-17, 1.3 mm de longitud, dispuestas seis hacia abajo con longitud de 2-3 mm, una o dos a cada lado de la aréola con 1 y 2 mm de longitud y cinco o seis hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm.

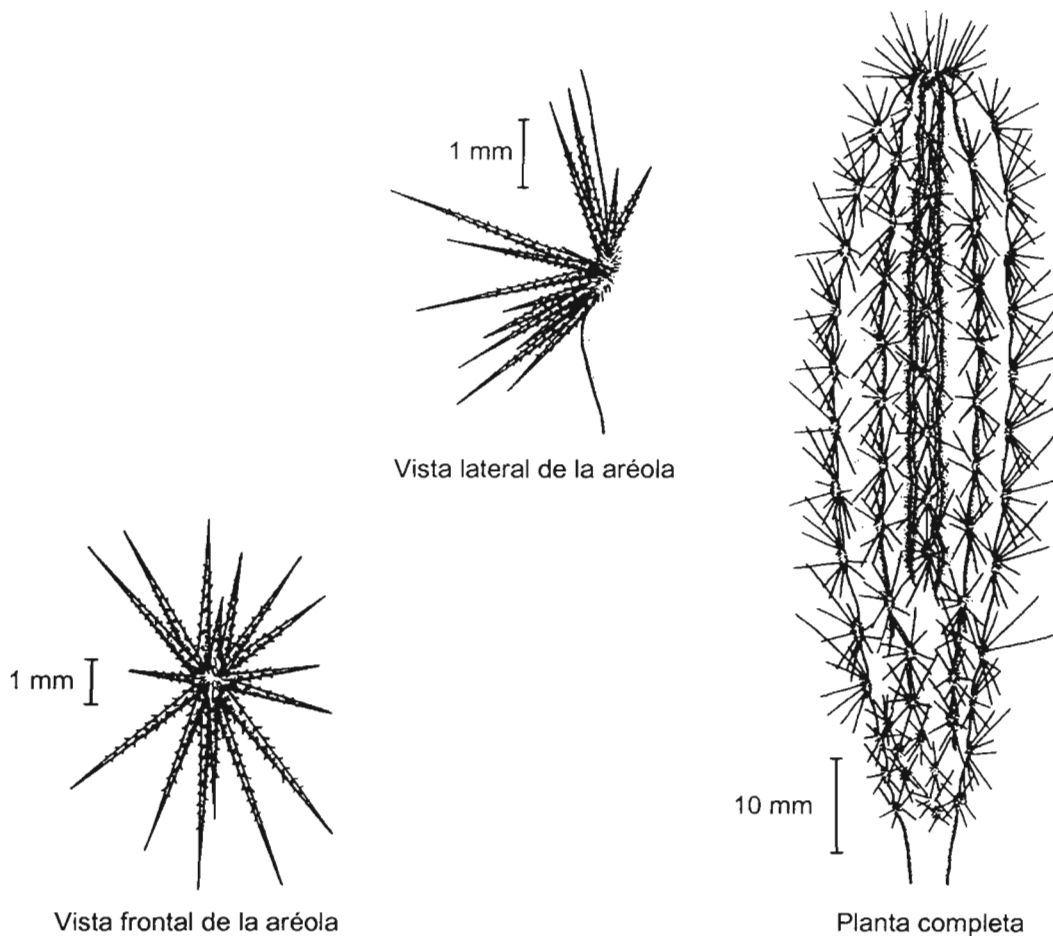


Figura XI. Planta joven de *Pachycereus hollianus* con 10 meses de edad.

Plantas con posición erecta, 85 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 5 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 4 mm (el menor) y 5 mm (el mayor) de longitud, 4.5 mm de diámetro, 2 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** cilíndrico, 78 mm de longitud, 15 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 124, moderadamente pronunciados, presentan una prominencia localizada por debajo de la aréola, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 124, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco-grisáceo, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 13-18, subuladas, blanco-grisáceas, ápice rojizo, base ancha color marrón, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 3-6, 3-5 mm de longitud, porrectas, algunas con ápice ligeramente curvo, dirigidas una a cada lado de la aréola con 3 y 4 mm de longitud, una hacia arriba con 3 mm de longitud y una hacia abajo con 5 mm de longitud. **Espinas radiales:** 10-15, 2-6 mm de longitud, dispuestas en la aréola, seis hacia arriba con longitud  $\leq 4$  mm y cinco o seis hacia abajo con longitud  $\geq 3$  mm.

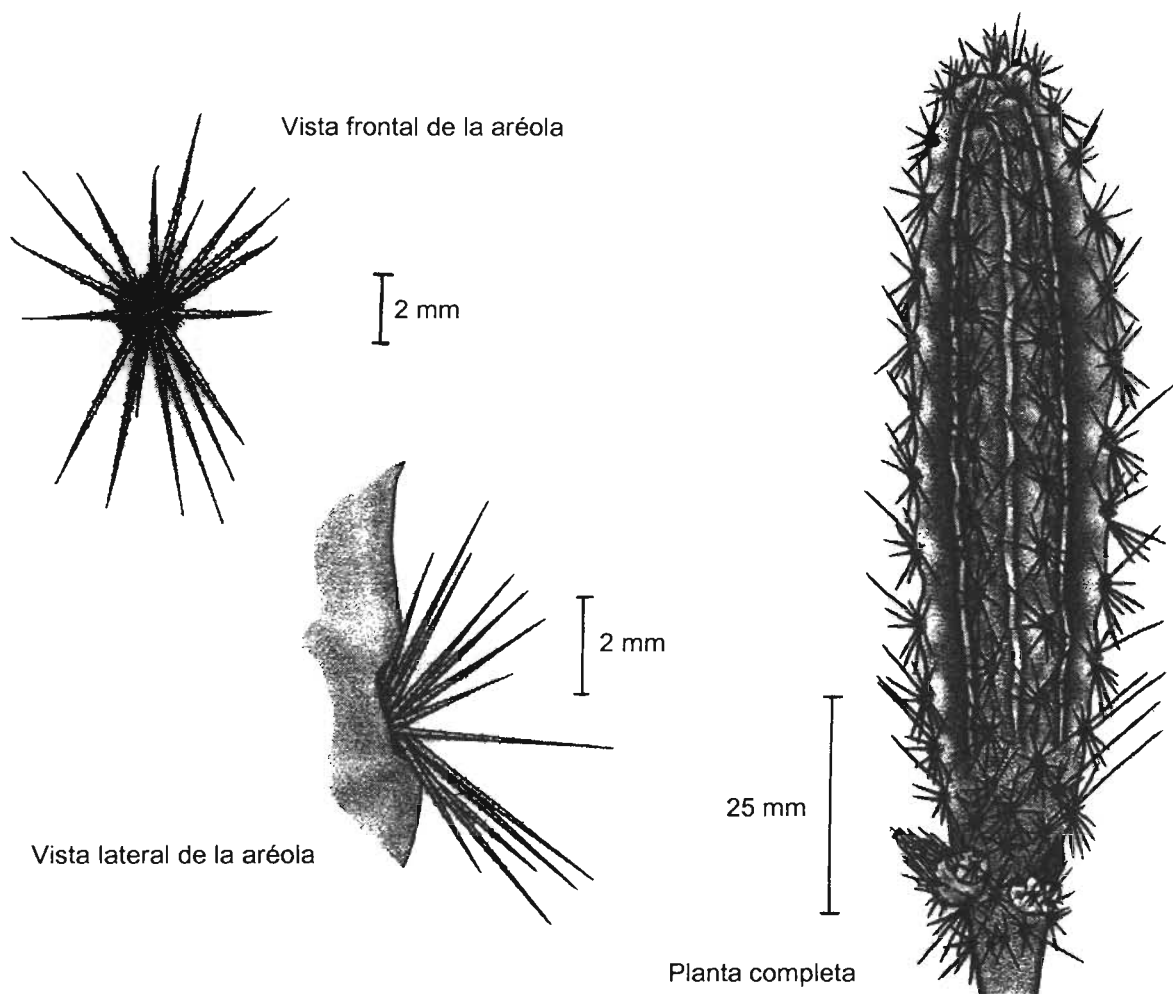


Figura XII. Planta joven de *Pachycereus hollianus* con 12 meses de edad.

Plantas con posición erecta, 107 mm de longitud, crasas, ramificadas. **Hipocótilo:** obcónico, 5 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** ausentes. **Tallo:** cilíndrico, 100 mm de longitud, 18 mm de diámetro. **Ramas:** 2, 8 y 5 mm de longitud, 7 y 4 mm de diámetro, surgimiento hacia la base del tallo. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 144, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 144, circulares, 2 mm de diámetro, fieltro blanco-grisáceo, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 13-18, subuladas, base ancha, algunas con ápice ligeramente curvo, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 3-6, 3-5 mm de longitud, porrectas, blanco-grisáceas, base y ápice color marrón, dirigidas tres hacia arriba con longitud  $\leq 5$  mm, una al centro con 5 mm de longitud y dos hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm. **Espinas radiales:** 10-12, 3-6 mm de longitud, rojizas y blanco-grisáceas con base y ápice color marrón, dispuestas en la aréola, seis hacia arriba con longitud  $\leq 4$  mm, una a cada lado con 3 mm de longitud y cinco hacia abajo con longitud  $\geq 3$  mm.

*Pachycereus*  
*marginatus*



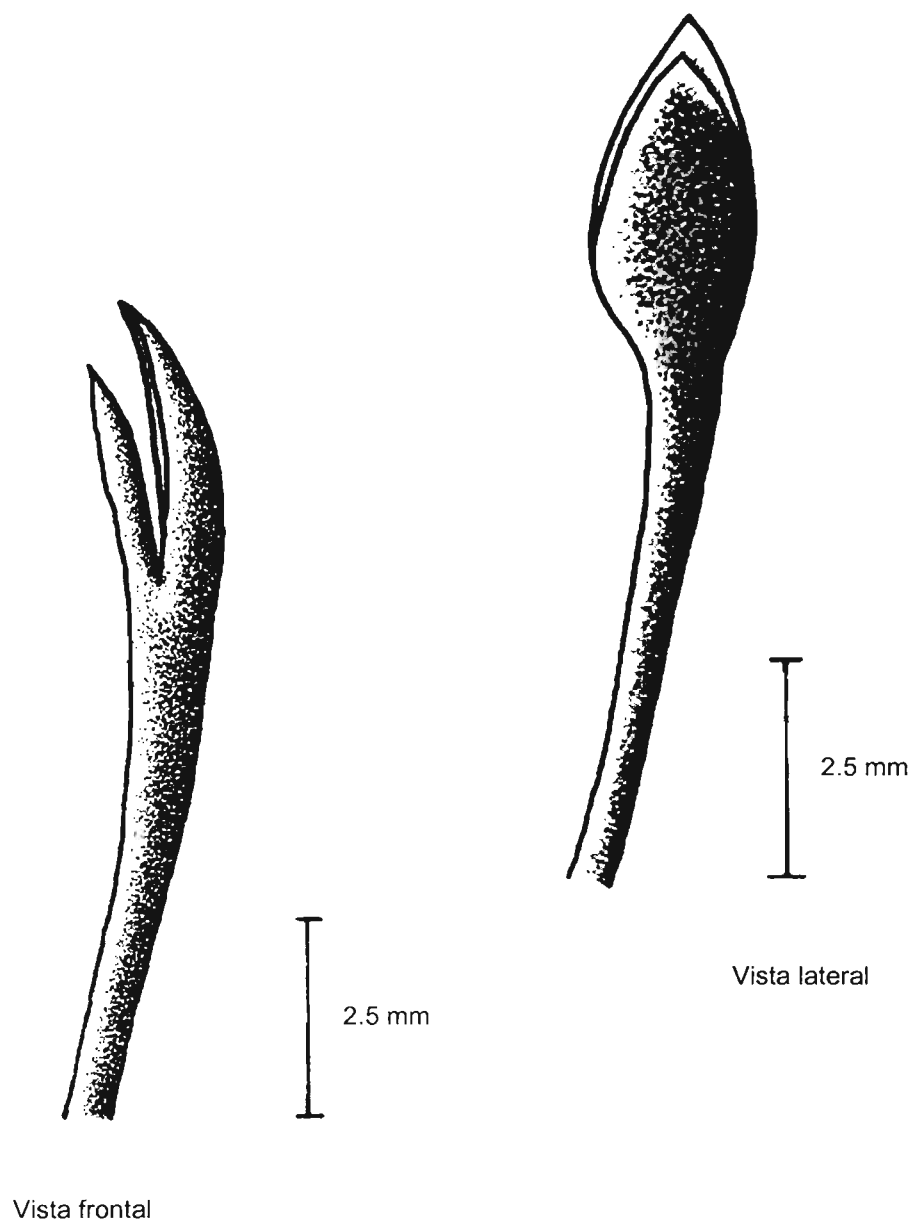


Figura XIII. Plántula de *Pachycereus marginatus* con 3 días de edad.

Plántulas ligeramente curvadas, 7 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** 1.5 mm de diámetro basal, 2.5 mm de diámetro terminal, 7 mm de longitud, forma obcónica. **Cotiledones:** 3.5 mm (el menor) y 4.5 mm (el mayor) de longitud, 3.5 mm de diámetro, poco separados, ápices agudos y márgenes convexos.

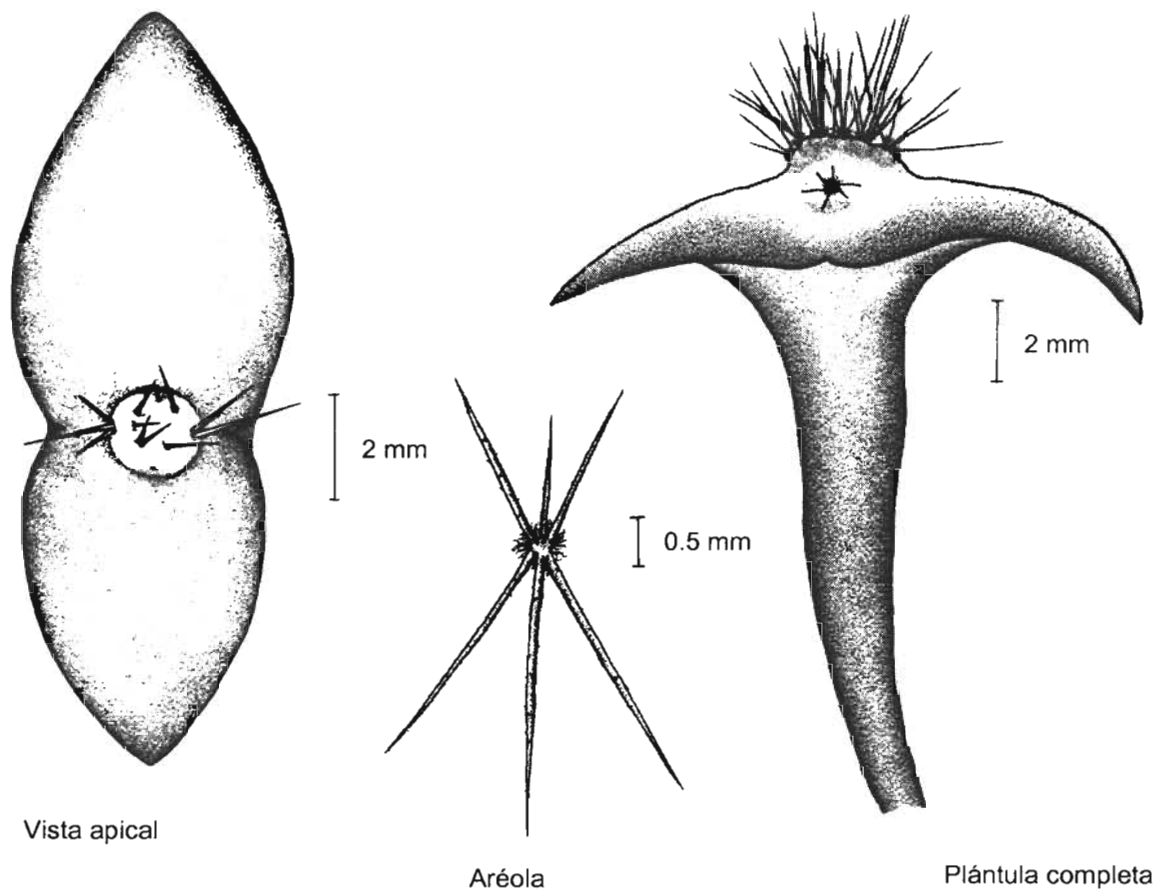


Figura XIV. Plántula de *Pachycereus marginatus* con 1 mes de edad.

Plántulas ligeramente curvadas, 16.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, 12.5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 4.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados totalmente y en posición perpendicular al hipocótilo, ápices agudos y márgenes convexos, 7.5 mm (el menor) y 8 mm (el mayor) de longitud, 6.5 mm de diámetro, 2.5 mm de espesor. En un individuo, evidencia de un tercer cotiledón que surge por debajo de uno de los otros dos. **Tallo:** 1.5 mm de longitud, 3 mm de diámetro, forma indefinida. **Tubérculos:** 12, emergencia alternada de dos unidades opuestas. **Aréolas:** 12, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas surgen múltiples tricomas transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 5-6, subuladas, base engrosada, indumento poco estriguloso, transparentes. **Espinas radiales:** 5-6, 1-5 mm de longitud, dispuestas en la aréola, dos o tres hacia arriba con longitud < 1.5 mm y tres hacia abajo con longitud > 3 mm.

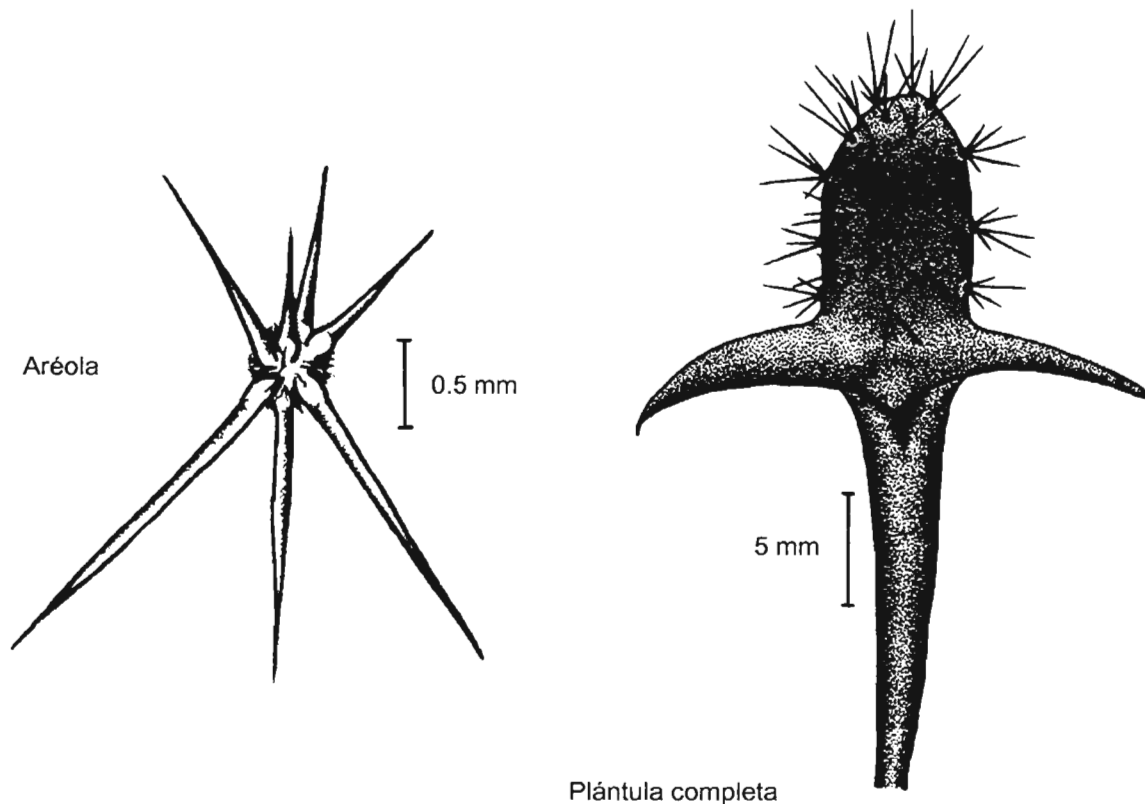


Figura XV. Plántula de *Pachycereus marginatus* con 3 meses de edad.

Plántulas erectas, 24.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, 12.5 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** dispuestos perpendicularmente al hipocótilo, ápices agudos y márgenes convexos, 7.5 mm (el menor) y 8 mm (el mayor) de longitud, 7 mm de diámetro, 3 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 9 mm de longitud, 7 mm de diámetro. **Costillas:** indefinidas. **Tubérculos:** 29, poco pronunciados, emergencia en dos unidades opuestas con surgimiento alternado. **Aréolas:** 29, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas surgen múltiples tricomas transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 7-9, subuladas, base engrosada, lisas, transparentes. **Espinas centrales:** 1,1 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 6-8, 0.5-6 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres o cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 1$  mm y tres o cuatro hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm.



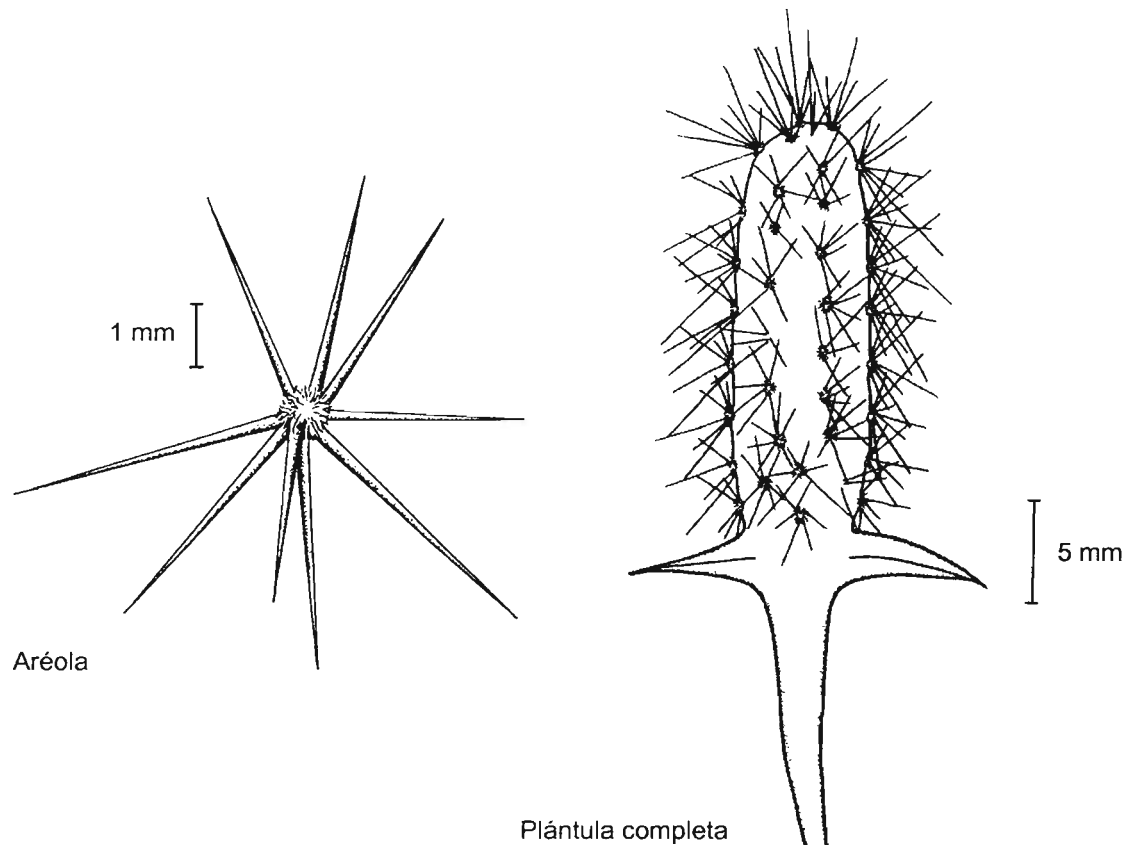


Figura XVI. Plántula de *Pachycereus marginatus* con 6 meses de edad.

Plántulas erectas, 35.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, 12.5 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** dispuestos perpendicularmente al hipocótilo, ápices agudos y márgenes convexos, 7.5 mm (el menor) y 8 mm (el mayor) de longitud, 7 mm de diámetro, 3 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 20 mm de longitud, 8 mm de diámetro. **Costillas:** 4-6. **Tubérculos:** 55, moderadamente pronunciados, emergencia en dos unidades opuestas con surgimiento alternado o ciclos alternados de tres unidades. **Aréolas:** 55, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco muy abundante, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 8-10, subuladas, base engrosada, color ocre, lisas. **Espinas centrales:** 1, 7 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia abajo. **Espinas radiales:** 7-9, 2.5-6 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres o cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 3$  mm, una a cada lado con 4-5 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm.

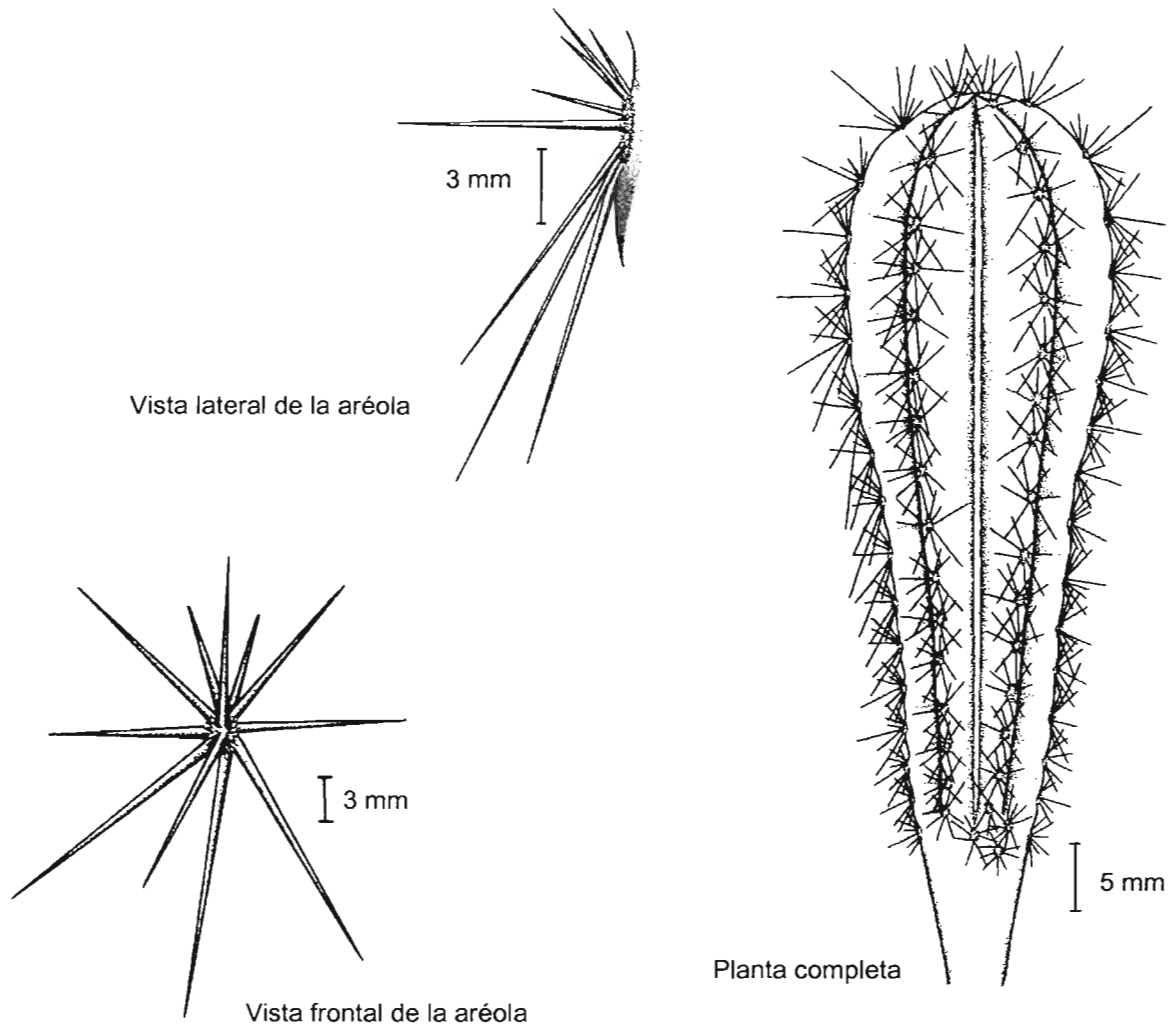


Figura XVII. Planta joven de *Pachycereus marginatus* con 10 meses de edad.

Plantas erectas de 70.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico; 12.5 mm de longitud; 2.5 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** Ausentes. **Tallo:** cilíndrico, longitud de 55 mm, diámetro de 19 mm. **Costillas:** 4-6. **Tubérculos:** 109, moderadamente pronunciados, emergencia en dos unidades opuestas con surgimiento alternado o en ciclos alternados de tres unidades. **Aréolas:** 109, elípticas, 2×3 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena muy abundante, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 9-13, subuladas, base engrosada, color ocre, lisas. **Espinas centrales:** 1-3, 3.5-6 mm de longitud, porrectas, dirigidas una o dos hacia abajo con longitud de 6 mm y una hacia arriba con 3.5 mm de longitud. **Espinas radiales:** 8-10, 2-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, una a cada lado con 3-5 mm de longitud, cinco hacia arriba con longitud  $\leq 3.5$  mm y tres hacia abajo con longitud  $\geq 6$  mm.

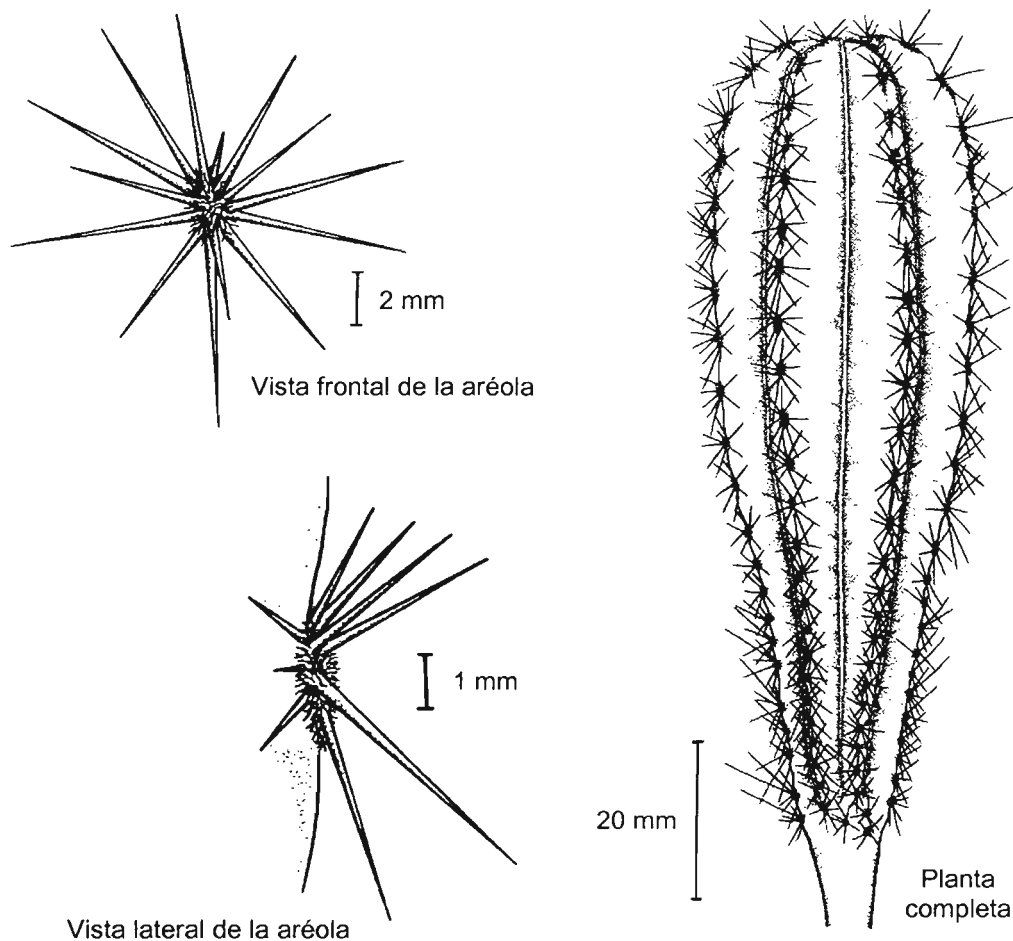
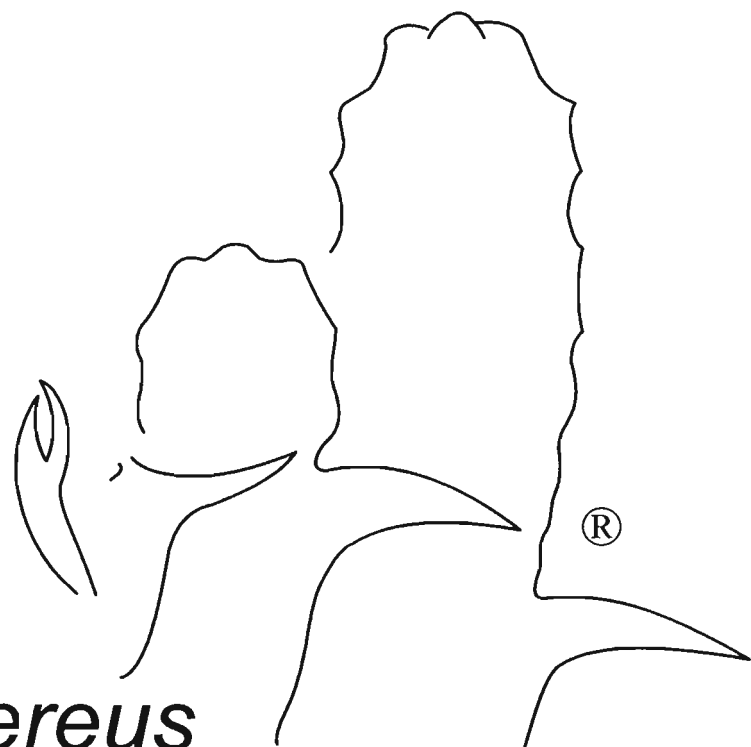


Figura XVIII. Planta joven de *Pachycereus marginatus* con 12 meses de edad.

Plantas erectas, 109.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** obcónico, 125 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** ausentes. **Tallo:** cilíndrico, 94 mm de longitud, 27 mm de diámetro. **Costillas:** 4-6. **Tubérculos:** 157, moderadamente pronunciados, emergencia en dos unidades opuestas con surgimiento alternado o ciclos alternados de tres unidades. **Aréolas:** 157, elípticas, 2×3 mm de diámetro, distribución confluyente en las de recién surgimiento, fieltro muy abundante color amarillo arena, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 9-16, subuladas, base ancha, lisas, blanco-grisáceas. **Espinas centrales:** 1-6, 3-6 mm de longitud, porrectas, dirigidas cinco hacia arriba con 3 mm de longitud y una hacia abajo con 6 mm de longitud. **Espinas radiales:** 8-10, 1-5 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia arriba con longitud  $\leq 3$  mm, una a cada lado con 3 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 3$  mm.



*Pachycereus  
pecten-aboriginum*

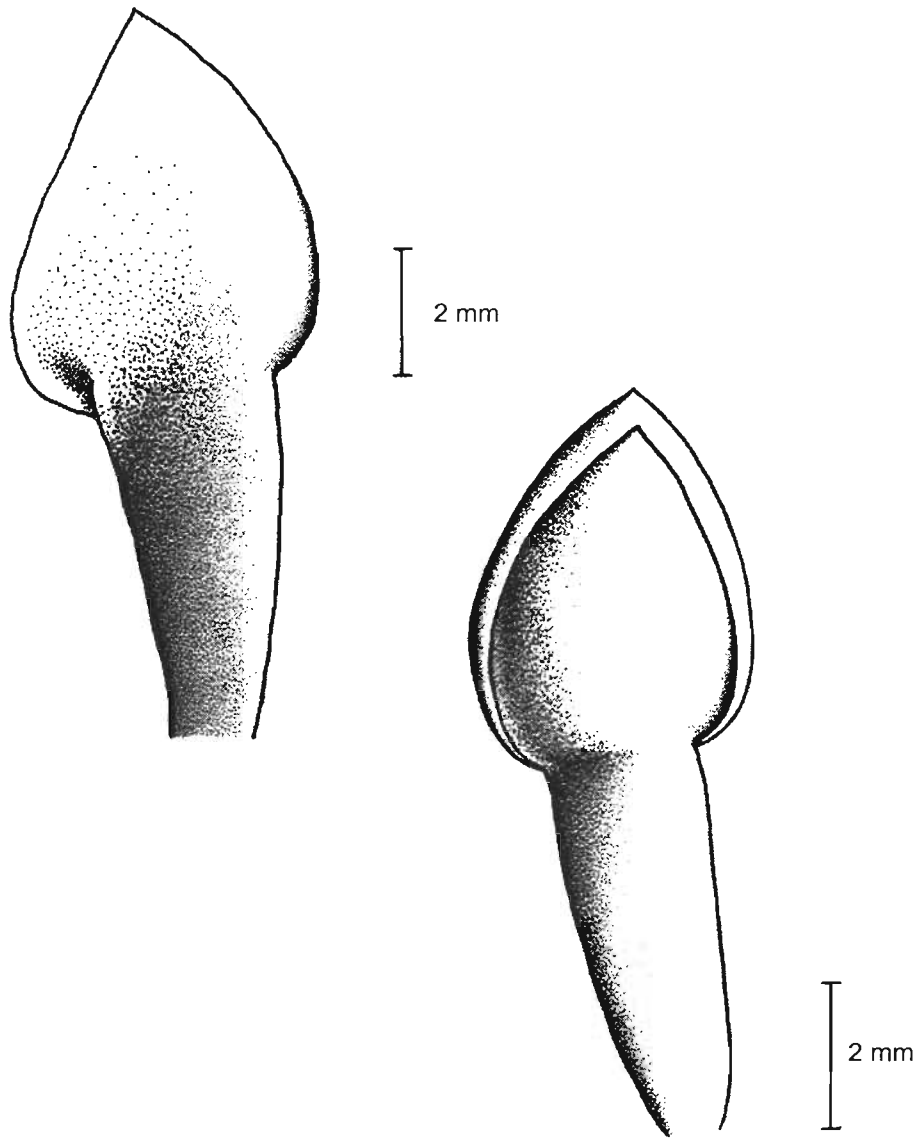


Figura XIX. Plántula de *Pachycereus pecten-aboriginum* con 5 días de edad en vistas laterales.

Plántulas curvadas, 5 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** 5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 3.5 mm de diámetro terminal, forma obcónica. **Cotiledones:** ligeramente desplegados, 5 mm de diámetro, 6.5 mm (el menor), 8 mm (el mayor) de longitud, ápices agudos y márgenes convexos.

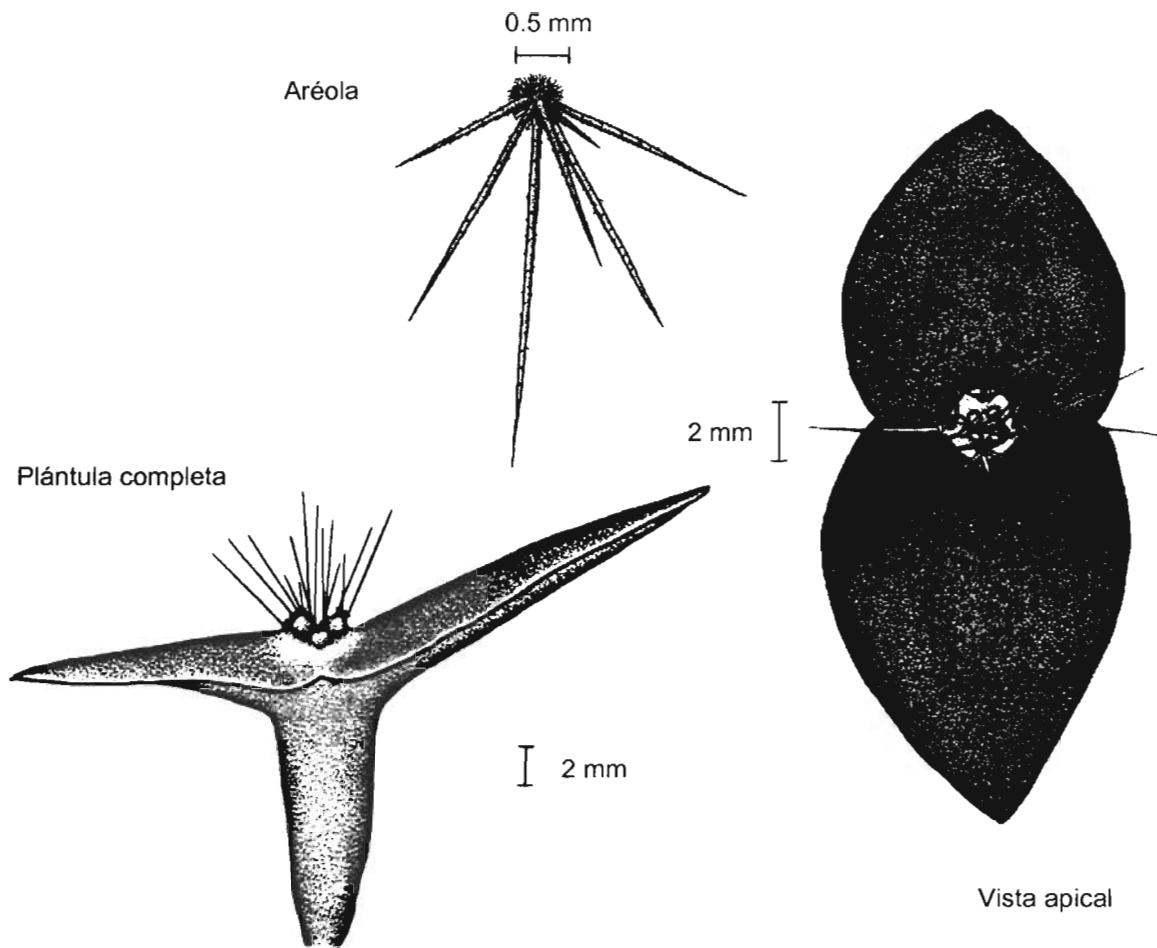


Figura XX. Plántula de *Pachycereus pecten-aboriginum* con 1 mes de edad.

Plántulas erectas, 17 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 9 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados completamente, uno orientado difusamente y otro perpendicular al hipocótilo, 12 mm (el menor) y 13 mm (el mayor) de longitud, 11 mm de diámetro, 4 mm de espesor, ápices agudos y márgenes convexos. **Tallo:** forma indefinida, 4 mm de longitud, 4 mm de diámetro. **Tubérculos:** 8, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 8, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas emergen tricomas numerosos, transparentes y retorcidos, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 6-8, subuladas, indumento estriguloso, rosado-cristalinas. **Espinas centrales:** 1, porrecta, 4 mm de longitud. **Espinas radiales:** 5-7, 1-7.5 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia abajo con longitud > 5 mm y cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 4$  mm.

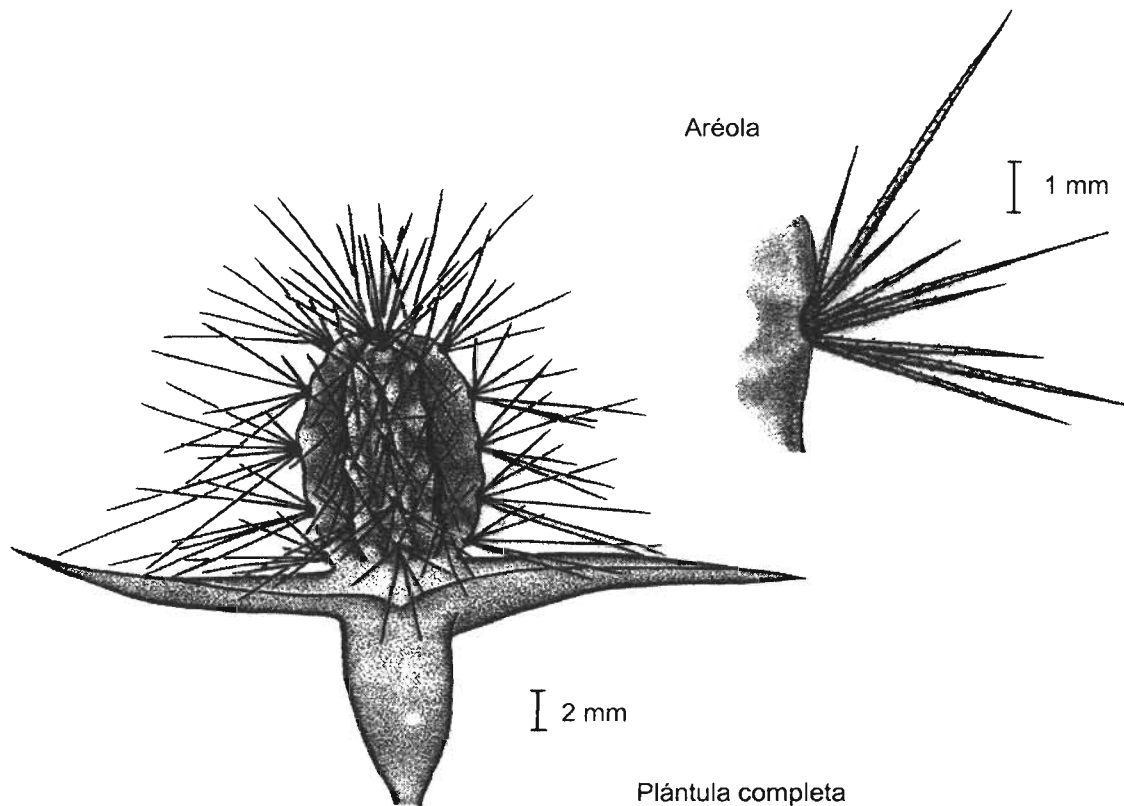


Figura XXI. Plántula de *Pachycereus pecten-aboriginum* con 3 meses de edad.

Plántulas erectas, 23 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 9 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** orientados en forma perpendicular al hipocótilo, 13 mm (el menor) y 14 mm (el mayor) de longitud, 12 mm de diámetro, 4 mm de espesor, ápices agudos y márgenes convexos. **Tallo:** cilíndrico, 10 mm de longitud, 9 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 45, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 45, circulares, 1 mm de diámetro, de ellas emergen tricomas numerosos, transparentes y retorcidos, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 8-9, subuladas, indumento estrigoso, blanco-rosadas. **Espinas centrales:** 1, 4 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 7-8, 1-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia abajo con longitud  $\geq 6$  mm, una a cada lado con 6 mm de longitud y tres hacia arriba con longitud  $\leq 5$  mm.

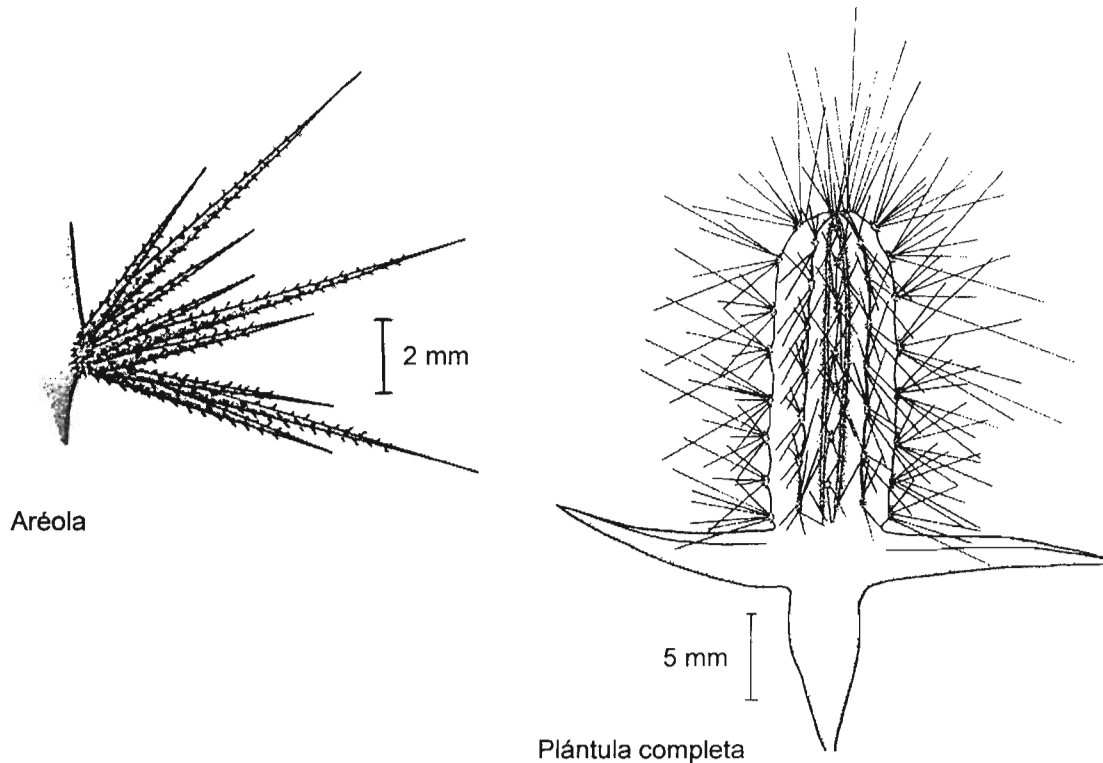


Figura XXII. Plántula de *Pachycereus pecten-aboriginum* con 6 meses de edad.

Plántulas erectas, 31 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico; 9 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** orientados en forma perpendicular al hipocótilo, 13 mm (el menor) y 14 mm (el mayor) de longitud, 12 mm de diámetro, 4 mm de espesor, ápices agudos y márgenes convexos. **Tallo:** cilíndrico, 18 mm de longitud, 12 mm de diámetro. **Costillas:** 9. **Tubérculos:** 58, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro y cinco unidades. **Aréolas:** 58, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 8-9, subuladas, blancas con ápice rojizo, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 1, 4 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 7-8, 1-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia abajo con longitud  $\geq 6$  mm, una a cada lado con 6 mm de longitud y tres hacia arriba con longitud  $\leq 5$  mm.



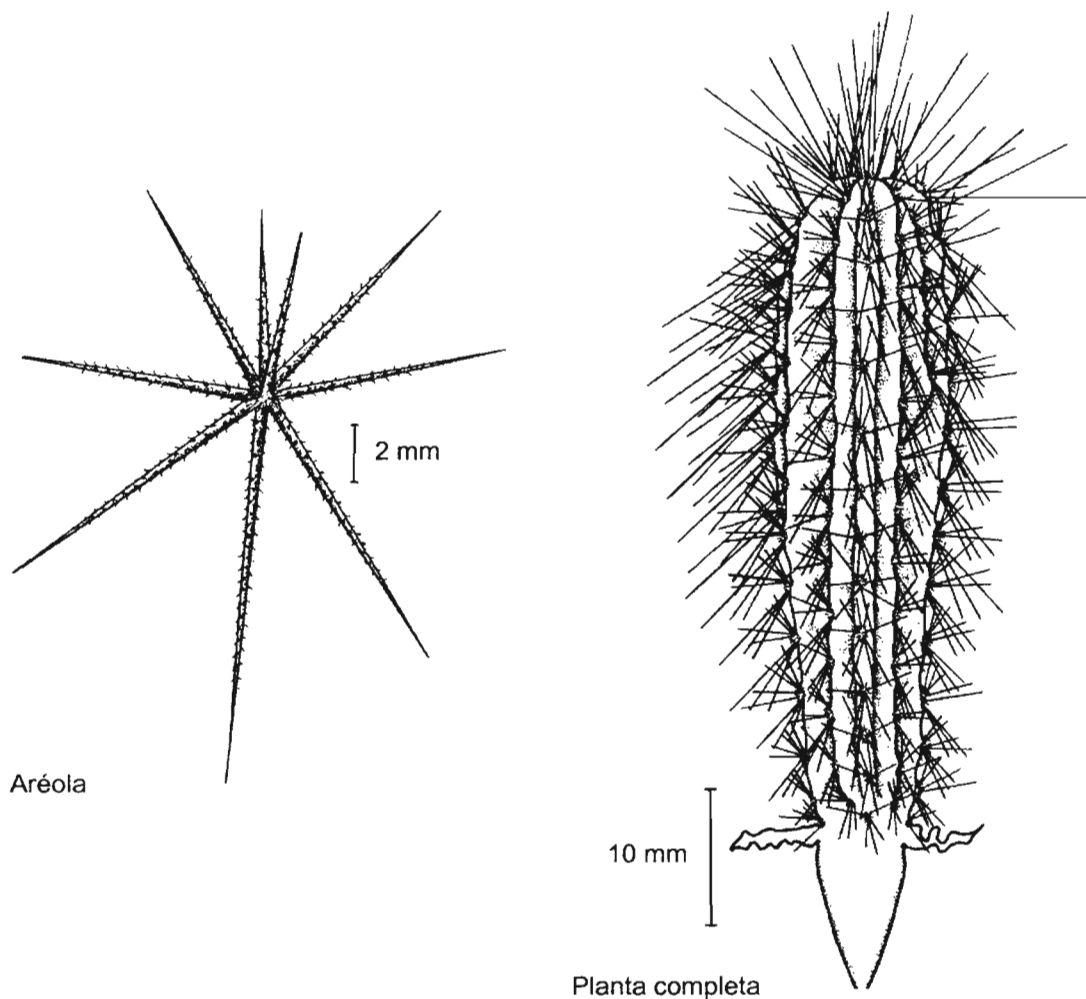


Figura XXIII. Planta joven de *Pachycereus pecten-aboriginum* con 10 meses de edad.

Plantas erectas, 60 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 9 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** necrosados. **Tallo:** cilíndrico, 47 mm de longitud, 12 mm de diámetro. **Costillas:** 10. **Tubérculos:** 134, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de 5 unidades. **Aréolas:** 134, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 8-10, subuladas, color ocre con punta rojiza, base ancha, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 1, 8 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 7-9, 2-16 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia arriba con longitud  $\leq 4$  mm, dos a cada lado con 6 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 10$  mm.

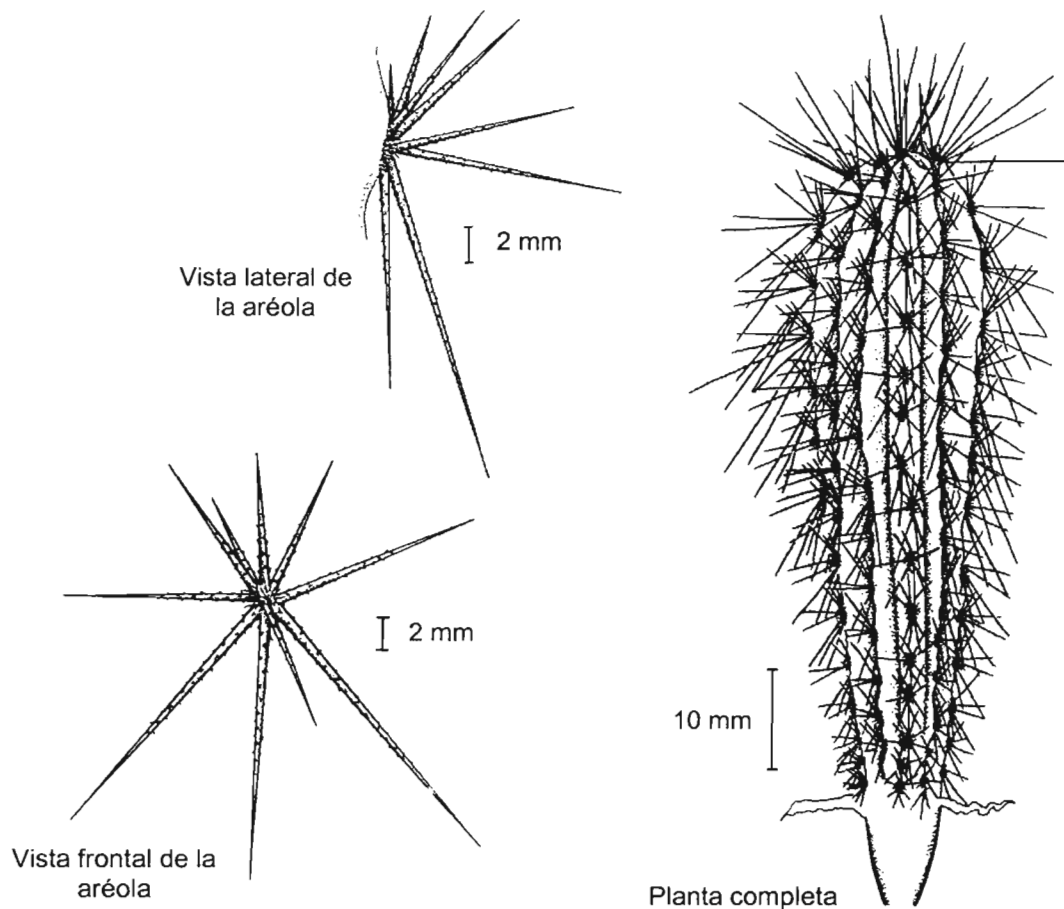
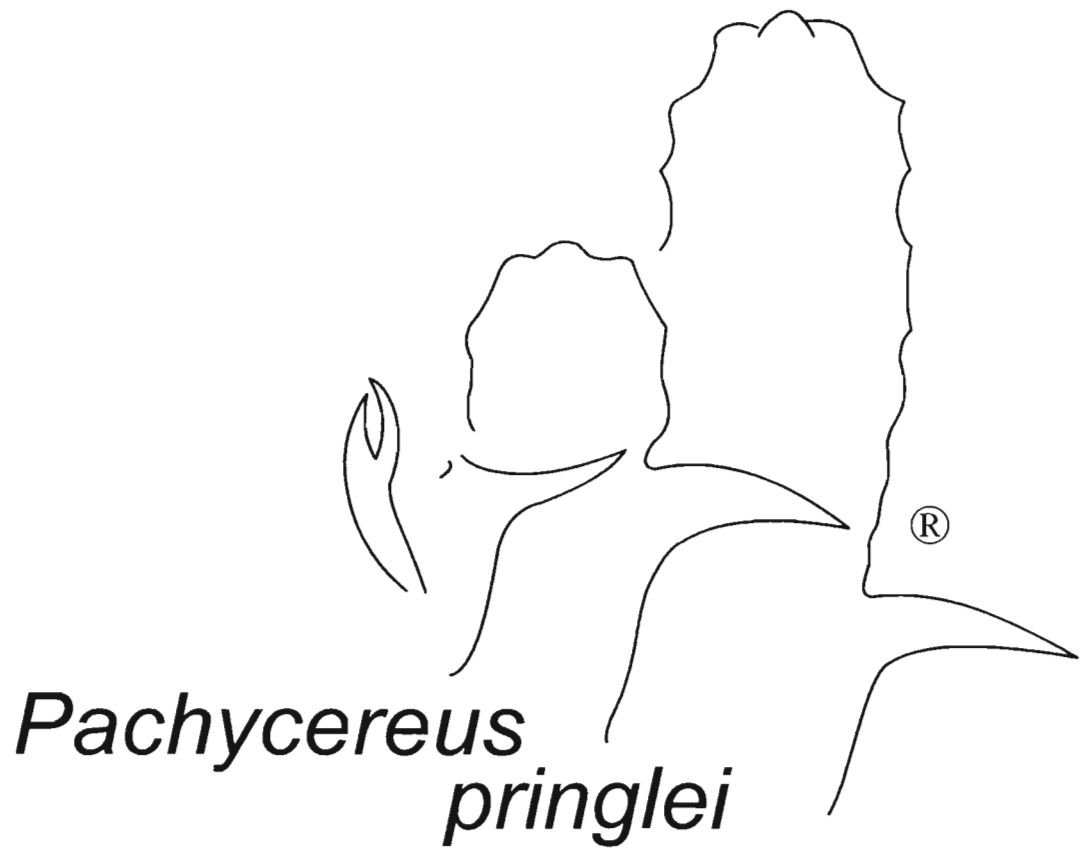


Figura XXIV. Planta joven de *Pachycereus pecten-aboriginum* con 12 meses de edad.

Plantas erectas, 73 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 9 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6.5 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** necrosados. **Tallo:** cilíndrico, 60 mm de longitud, 18 mm de diámetro. **Costillas:** 10. **Tubérculos:** 145, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de 5 unidades. **Aréolas:** 145, circulares, 2 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 8-10, subuladas, color ocre con punta rojiza, base ancha, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 1, 12 mm de longitud, porrecta, dirigida ligeramente hacia abajo. **Espinas radiales:** 7-9, 1-15 mm de longitud, dispuestas en la aréola, seis hacia arriba con longitud  $\leq 6$  mm y tres hacia abajo con longitud  $\geq 13$  mm.



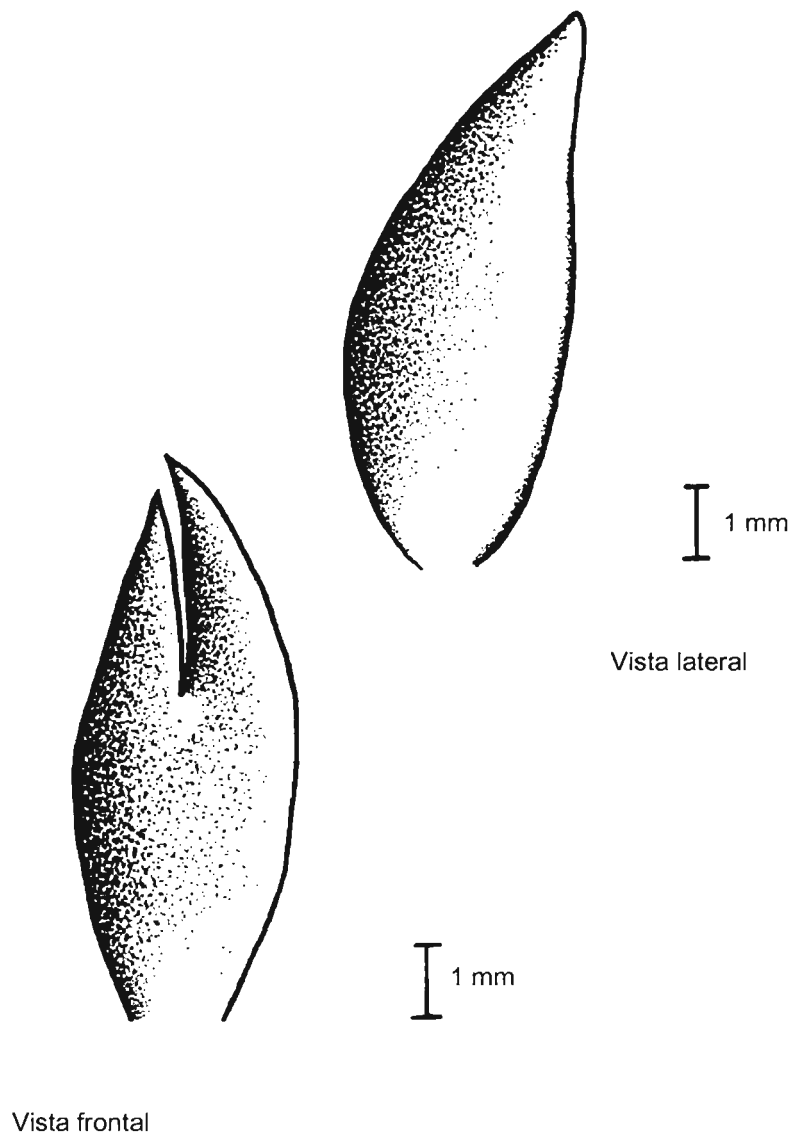


Figura XXV. Plántula de *Pachycereus pringlei* con 2 días de edad.

Plántulas con posición curva, 4 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** 4 mm de longitud, 1.5 mm de diámetro basal, 2 mm de diámetro terminal, forma obcónica. **Cotiledones:** plegados totalmente, 3 mm (el menor) y 5 mm (el mayor) de longitud, 3 mm de diámetro, ápices agudos y márgenes rectos.

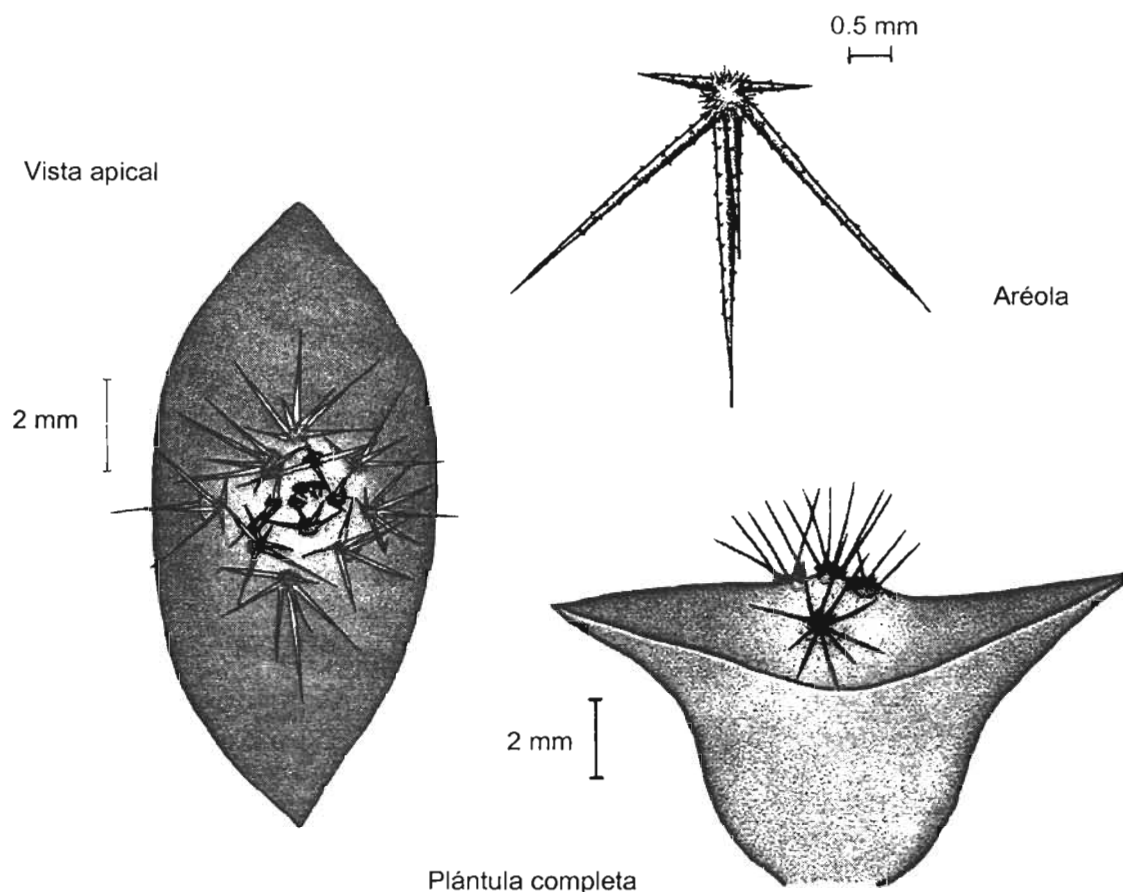


Figura XXVI. Plántula de *Pachycereus pringlei* con 1 mes de edad.

Plántulas con posición erecta, 8 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 5 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados en su totalidad y orientados perpendicularmente respecto al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7 mm de longitud, 7 mm de diámetro, 3 mm de espesor. **Tallo:** no definido. **Tubérculos:** 14, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 14, circulares, 0.5 mm de diámetro, cubiertas por tricomas múltiples, transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 6-7, subuladas, indumento estrigoso, transparentes. **Espinas centrales:** 1, 3.5 mm de longitud, porrecta. **Espinas radiales:** 5-6, 0.5-4.5 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres o cuatro hacia abajo con longitud  $\geq 2$  mm y una a cada lado en la parte superior, con longitud  $\leq 1$  mm.

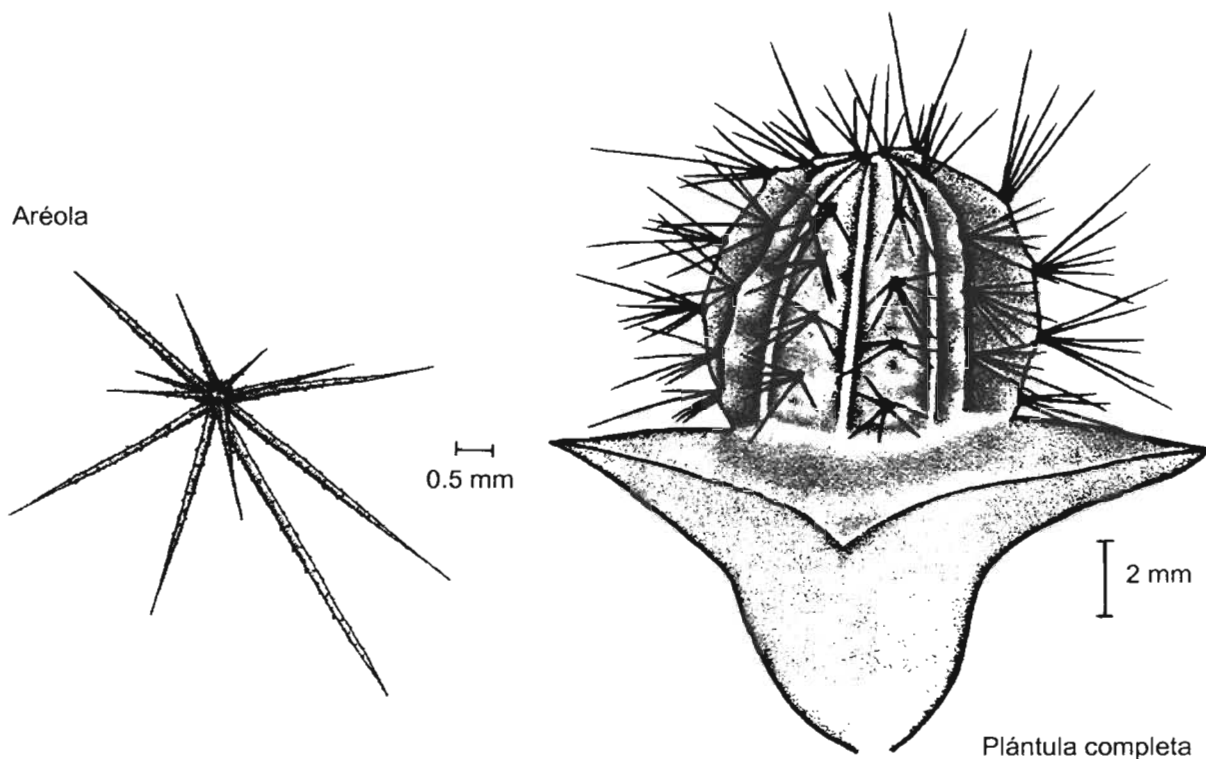


Figura XXVII. Plántula de *Pachycereus pringlei* con 3 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 16 mm de longitud, succulentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 5 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** orientados perpendicularmente respecto al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7 mm de longitud, 7 mm de diámetro, 3.5 mm de espesor. **Tallo:** globoso, 7.5 mm de longitud, 7 mm de diámetro. **Costillas:** 8-9. **Tubérculos:** 47, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 47, circulares, 0.5 mm de diámetro, cubiertas por tricomas múltiples, transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 8-13, subuladas, indumento estrigoso, blanco-amarillentas. **Espinas centrales:** 1-3, 1-3 mm de longitud, porrectas, dispuestas una a cada de la aréola lado en forma ascendente con longitud  $\leq 2$  mm y otra hacia abajo con longitud de 3 mm. **Espinas radiales:** 7-10, 1-6 mm de longitud, dispuestas en la aréola, cuatro o cinco hacia abajo con longitud  $\geq 2$  mm y cinco hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm.

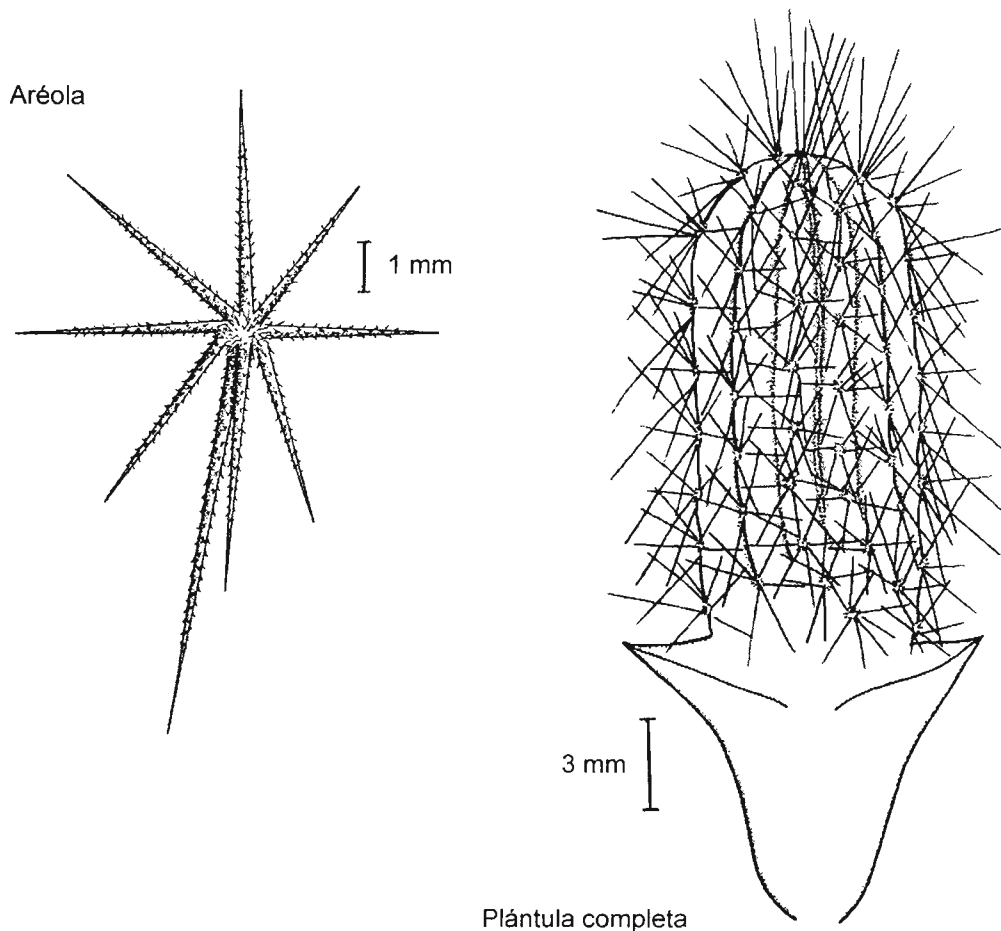


Figura XXVIII. Plántula de *Pachycereus pringlei* con 6 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 23.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 5 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** orientados perpendicularmente respecto al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7 mm de longitud, 7 mm de diámetro, 3.5 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 15 mm de longitud, 8.5 mm de diámetro. **Costillas:** 8-10. **Tubérculos:** 48, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro o cinco unidades. **Aréolas:** 48, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 8-13, subuladas, base ancha, color ocre. **Espinas centrales:** 1-3, 4.5 mm de longitud, porrectas, dispuestas una a cada lado de la aréola en forma ascendente con longitud  $\leq 2$  mm y otra hacia abajo con longitud de 3 mm. **Espinas radiales:** 7-10, 1-7 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia abajo con longitud  $\geq 4$  mm, una a cada lado de la areola con 2 mm de longitud y tres hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm.

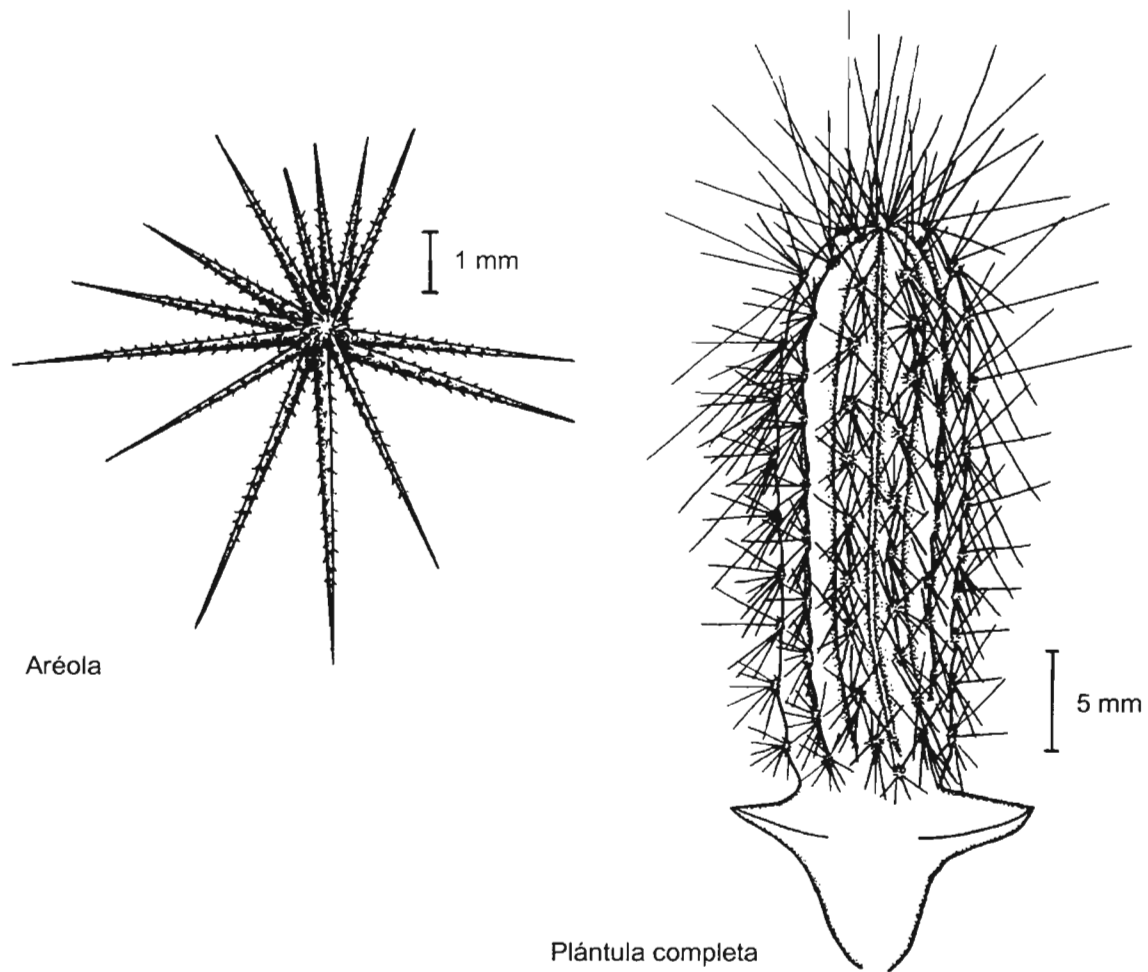


Figura XXIX Plántula de *Pachycereus pringlei* con 10 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 34.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 5 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** orientados perpendicularmente respecto al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7 mm de longitud, 7 mm de diámetro, 3.5 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 26 mm de longitud, 10 mm de diámetro. **Costillas:** 10. **Tubérculos:** 110, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cinco unidades. **Aréolas:** 110, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 11-14, subuladas, base ancha, color ocre. **Espinas centrales:** 3-4, 4-10 mm de longitud, porrectas, dispuestas dos hacia abajo con 4 y 10 mm de longitud y dos hacia arriba con 4 y 6 mm de longitud. **Espinas radiales:** 8-10, 1-10 mm de longitud, dispuestas dos a cada lado de la aréola con 4-5 mm de longitud, cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm y dos hacia abajo con 8-10 mm de longitud .



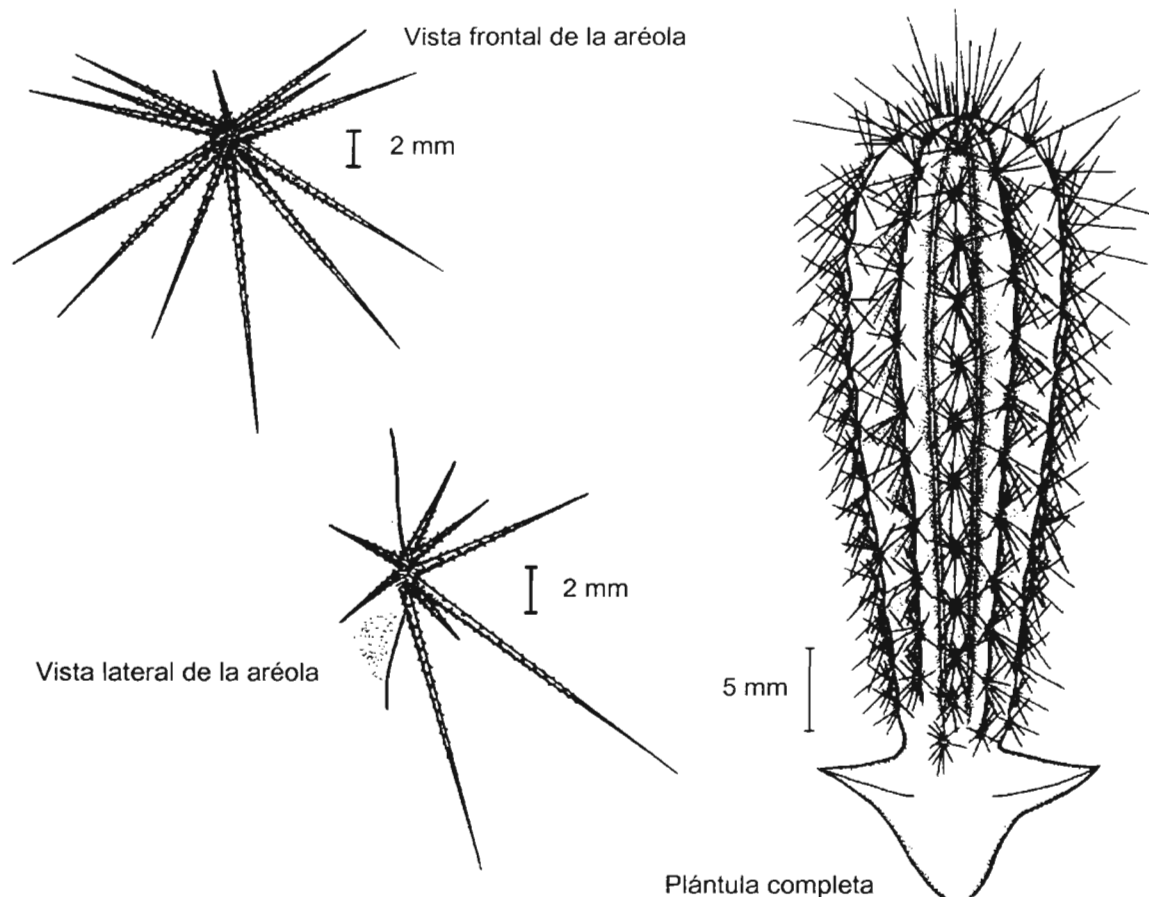
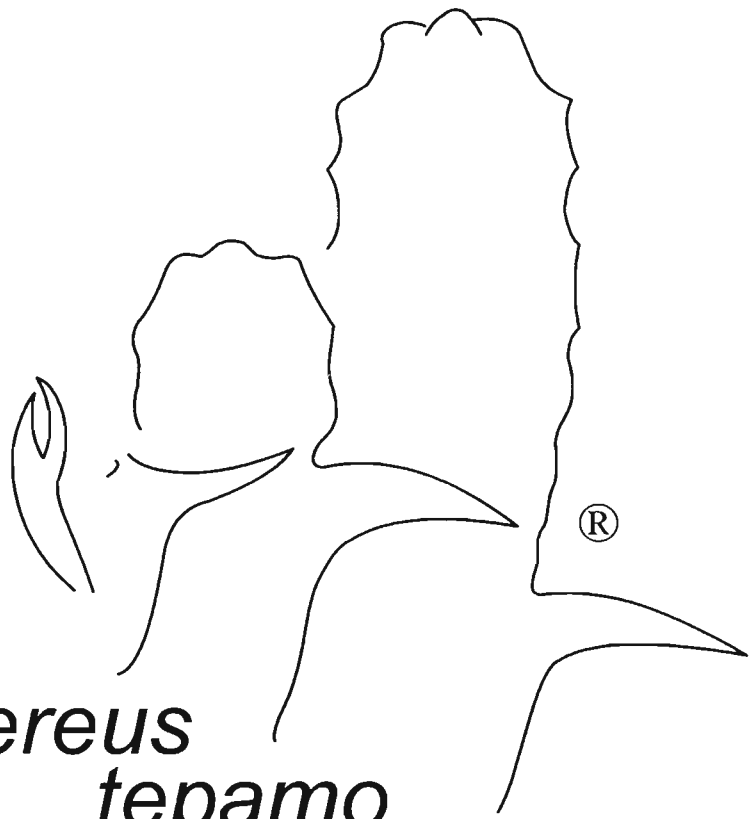


Figura XXX. Plántula de *Pachycereus pringlei* con 12 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 44.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 5 mm de longitud, 2.5 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** orientados perpendicularmente respecto al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7 mm de longitud, 7 mm de diámetro, 3.5 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 36 mm de longitud, 15 mm de diámetro. **Costillas:** 10. **Tubérculos:** 135, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cinco unidades. **Aréolas:** 135, circulares, 2 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 11-14, subuladas, base ancha, color ocre. **Espinas centrales:** 3-4, 5-13 mm de longitud, porrectas, dispuestas dos a cada lado de la aréola, ligeramente dirigidas hacia arriba con longitud  $\leq 8$  mm y una dirigida hacia abajo con 13 mm de longitud. **Espinas radiales:** 8-10, 2-11 mm de longitud, dispuestas en la aréola, cinco hacia arriba con longitud  $\leq 4$  mm y cinco hacia abajo con longitud  $\geq 6$  mm.



*Pachycereus*  
*tepamo*

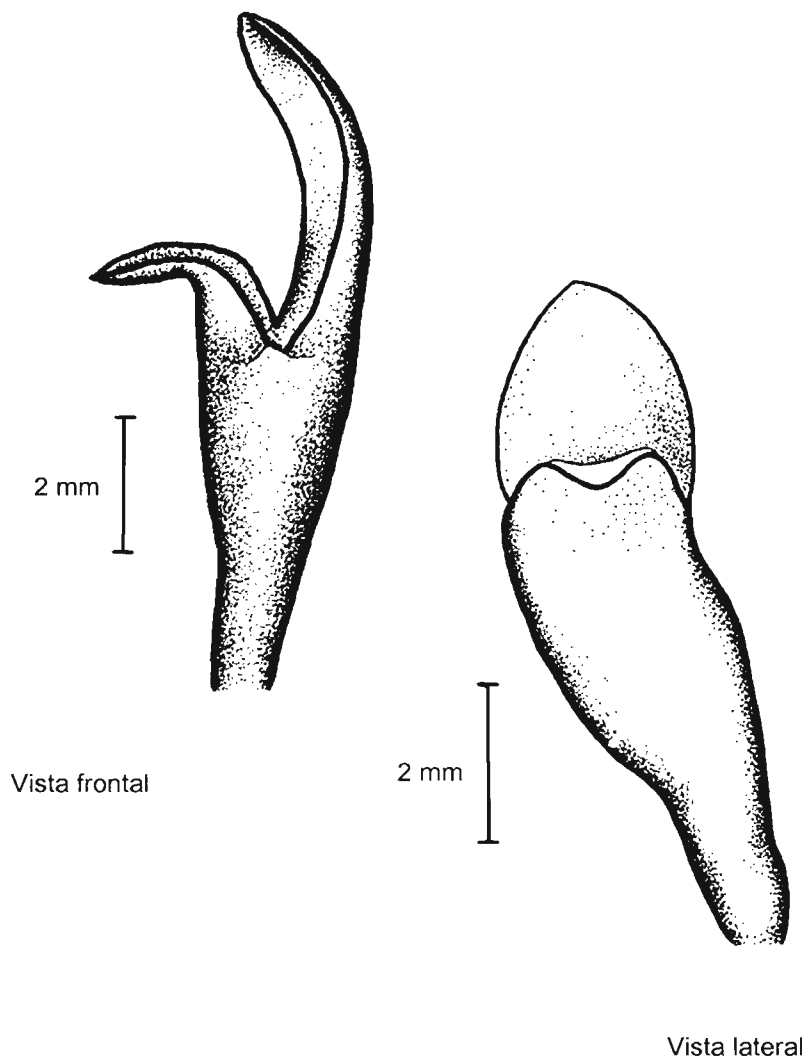


Figura XXXI. Plántula de *Pachycereus tepamo* con 2 días de edad.

Plántulas con posición curva, 5 mm de longitud, crasas. Evidencia de dos plantas que emergen de una semilla. **Hipocótilo:** obcónico, 1.5 mm de diámetro basal, 2 mm de diámetro terminal, 5 mm de longitud. **Cotiledones:** ápices agudos y márgenes rectos, parcialmente desplegados, 2 mm (el menor) y 3 mm (el mayor) de longitud, 2.5 mm de diámetro.

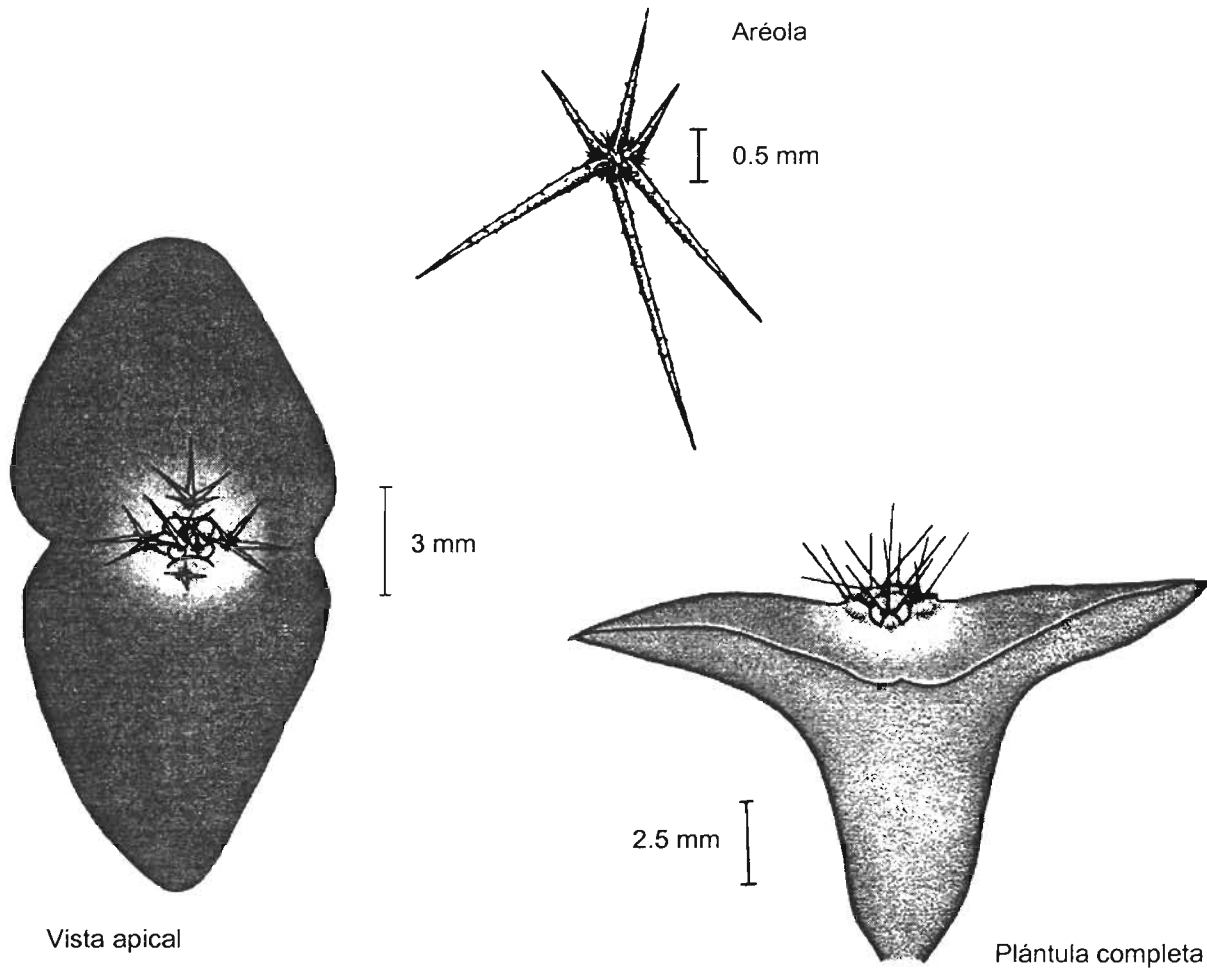


Figura XXXII. Plántula de *Pachycereus tepamo* con 1 mes de edad.

Plántulas con posición erecta, 11 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 7 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 6 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados por completo y en posición perpendicular al hipocótilo, 8 mm (el menor) y 10 mm (el mayor) de longitud, 9 mm de diámetro, 4 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** no definido. **Tubérculos:** 8, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 8, circulares, 0.5 mm de diámetro, de ellas surgen numerosos tricomas transparentes y retorcidos, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 5-6, subuladas, indumento estriguloso, transparentes. **Espinas radiales:** 5-6, 0.5-2 mm de longitud, dispuestas en la aréola, dos o tres hacia arriba con longitud  $\leq 1$  mm y tres hacia abajo con longitud  $\geq 1$  mm.

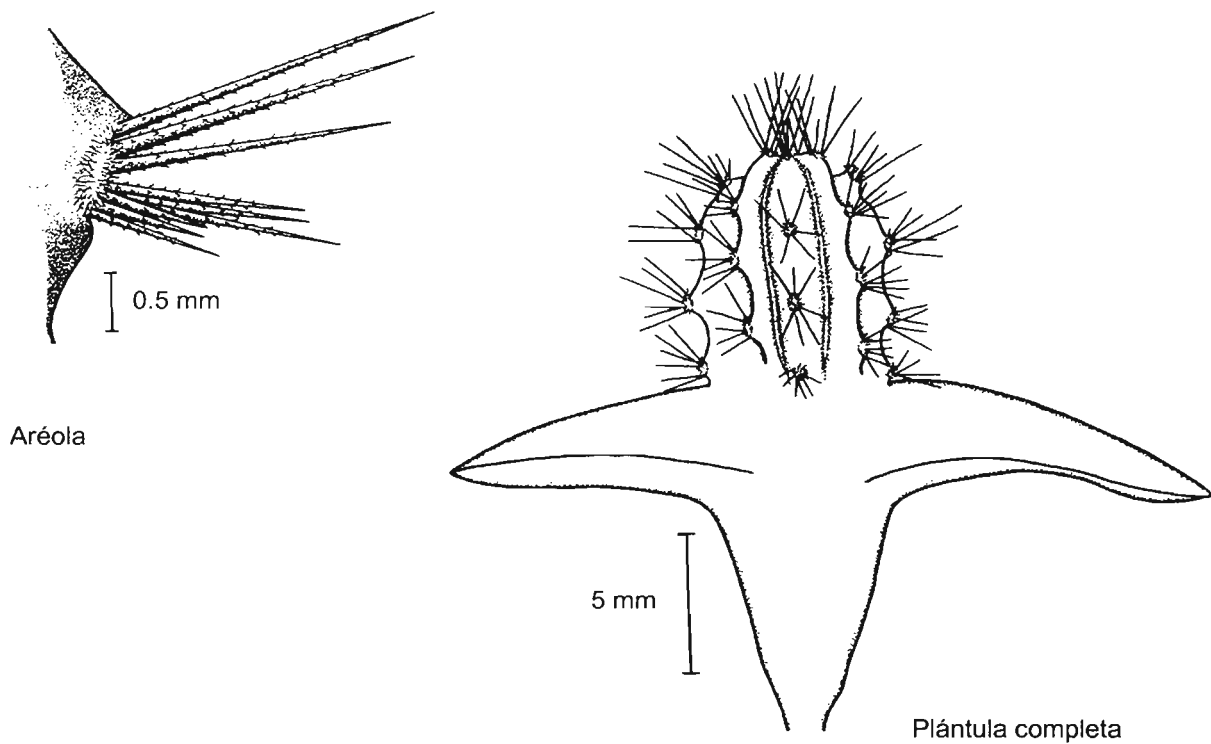


Figura XXXIII. Plántula de *Pachycereus tepamo* con 3 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 21.5 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 7 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** posición perpendicular al hipocótilo, 9.5 mm (el menor) y 10.5 mm (el mayor) de longitud, 9.5 mm (el menor) y 10 mm (el mayor) de diámetro, 4 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** cilíndrico, 10.5 mm de longitud, 8 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 32, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 32, circulares, de ellas surgen numerosos tricomas transparentes y retorcidos, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 7-9, subuladas, indumento estriguloso, transparentes. **Espinas centrales:** 1, 2 mm de longitud, porrecta, dirigida ligeramente hacia abajo. **Espinas radiales:** 6-8, 0.5-4 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres o cuatro hacia arriba con longitud  $\geq 2.5$  mm y cuatro dirigidas ligeramente hacia abajo con longitud  $\leq 1$  mm.

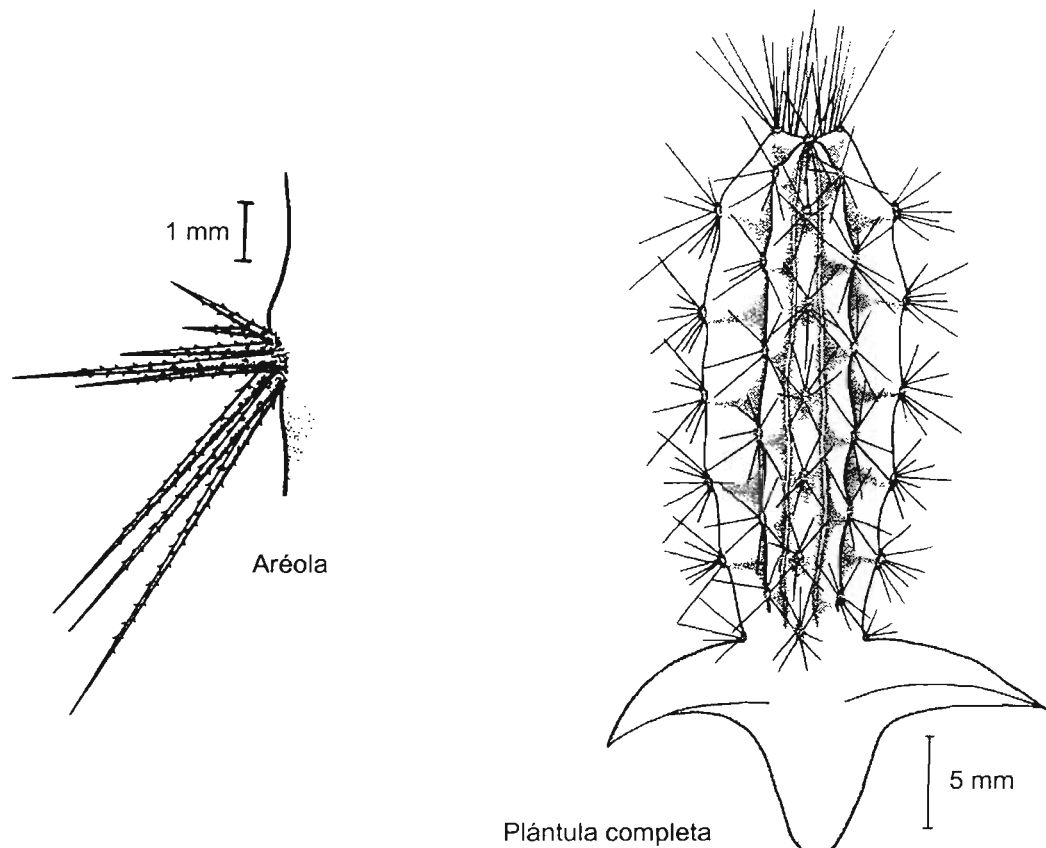


Figura XXXIV. Plántula de *Pachycereus tepamo* con 6 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 38 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 7 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 9.5 mm (el menor) y 10.5 mm (el mayor) de longitud, 9.5 mm (el menor) y 10 mm (el mayor) de diámetro, 4 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** cilíndrico, 27 mm de longitud, 11 mm de diámetro, maculado. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 52, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 52, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 7-9, subuladas, base bulbosa, blancas. **Espinas centrales:** 1, 2.5 mm de longitud, porrecta, dirigida ligeramente hacia abajo. **Espinas radiales:** 6-8, 0.5-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres o cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 1$  mm, una a cada lado con 2-2.5 mm de longitud y dos o tres hacia abajo con longitud  $\geq 3$  mm.

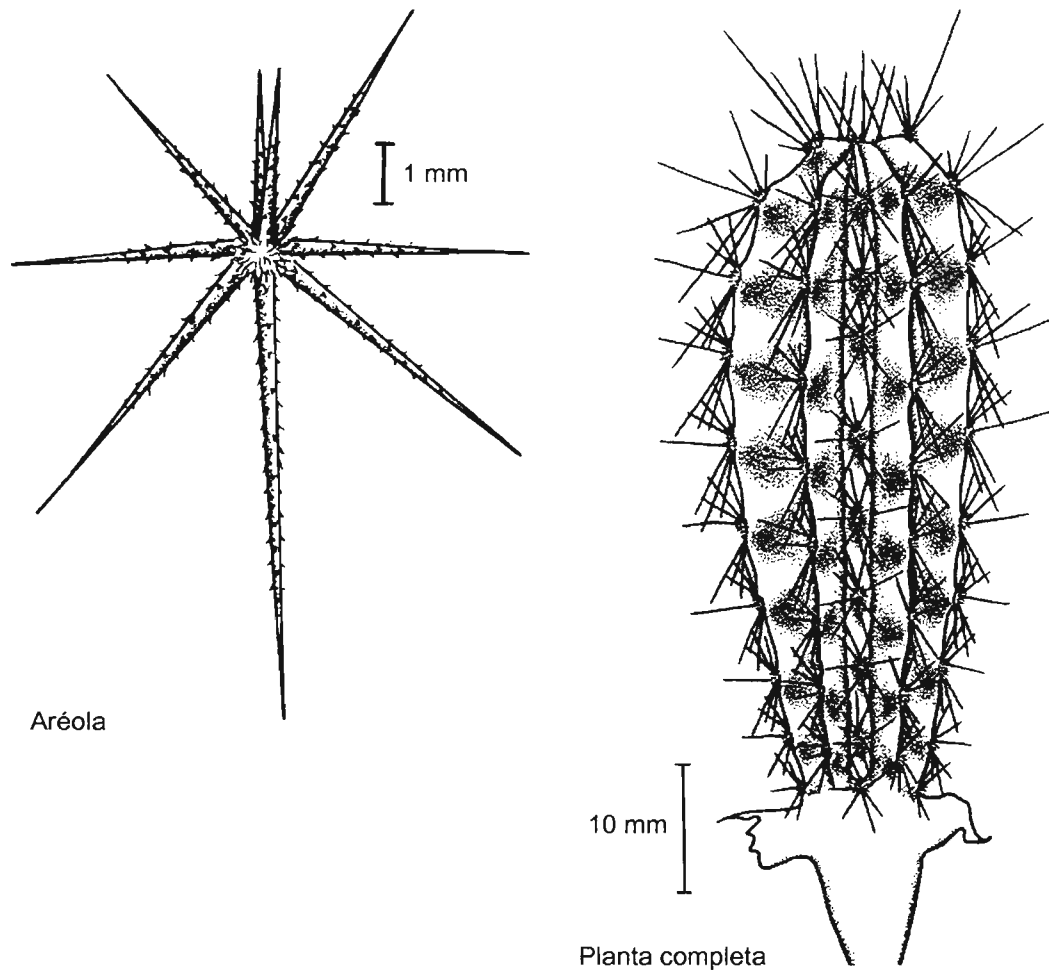


Figura XXXV. Planta joven de *Pachycereus tepamo* con 10 meses de edad.

Plantas con posición erecta, 52 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 7 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** necrosados. **Tallo:** cilíndrico, 41 mm de longitud, 15 mm de diámetro, maculado. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 68, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 68, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 9-10, subuladas, base bulbosa, blancas con ápice rojizo. **Espinas centrales:** 1, 6 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 8-9, 2-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres hacia arriba con longitud  $\leq 3$  mm, una a cada lado con 3 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm.

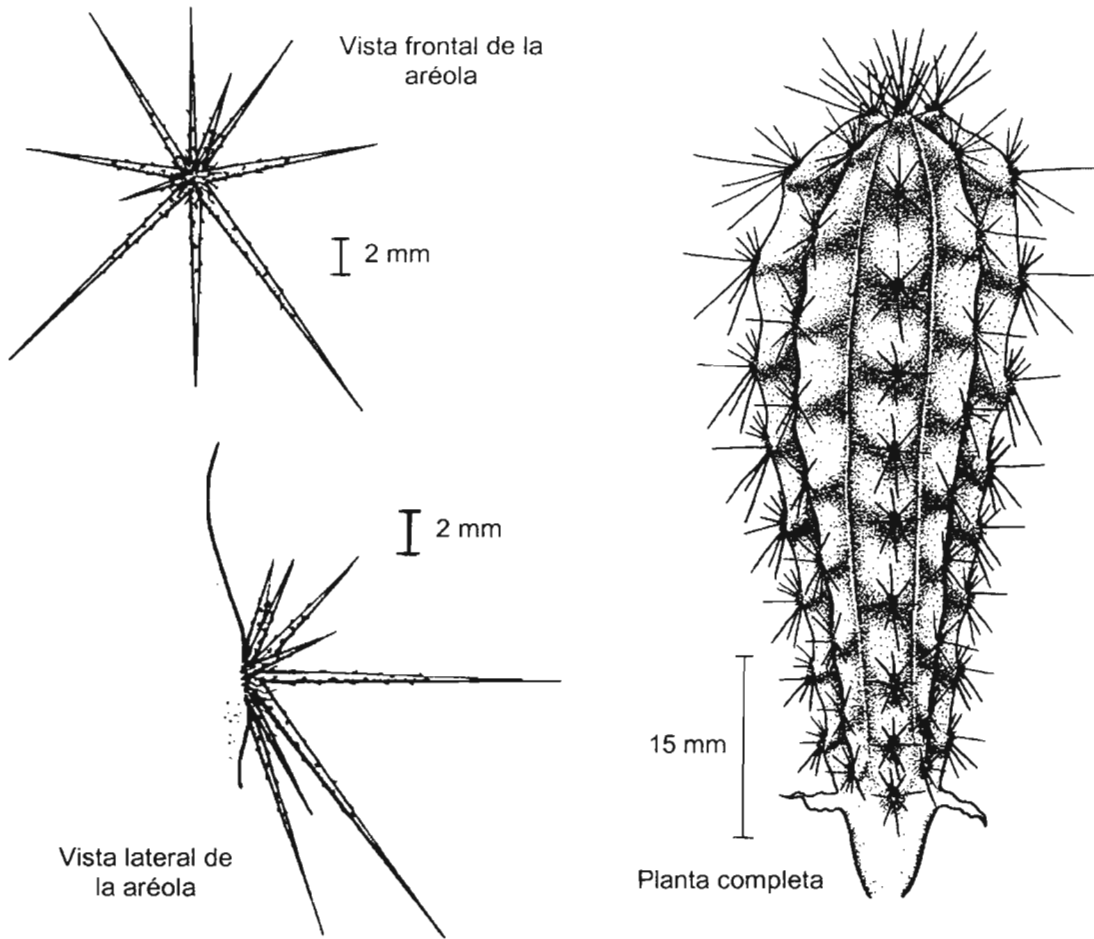
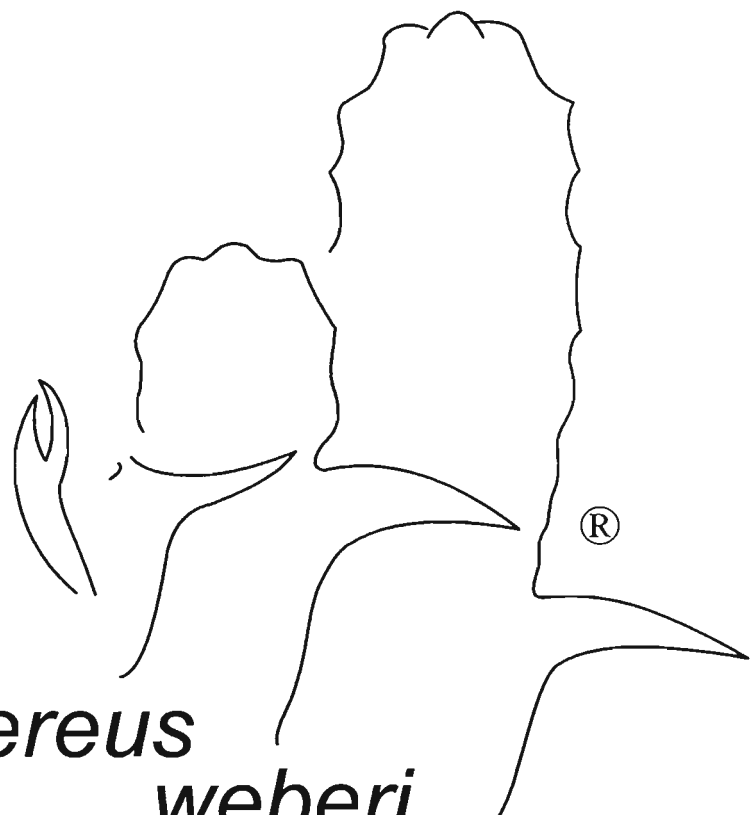


Figura XXXVI. Planta joven de *Pachycereus tepamo* con 12 meses de edad.

Plantas con posición erecta, 65 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** obcónico, 7 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** necrosados. **Tallo:** cilíndrico, 54 mm de longitud, 19 mm de diámetro, maculado. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 77, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 77, circulares, 2 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena, soportadas cada una por un tubérculo y situadas en el ápice del mismo. **Espinas:** 7-9, subuladas, base bulbosa, blancas con ápice rojizo. **Espinas centrales:** 1, 8 mm de longitud, porrecta. **Espinas radiales:** 6-8, 2-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 4$  mm, una a cada lado, dirigidas ligeramente hacia arriba con 3-4 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm.





*Pachycereus*  
*weberi*

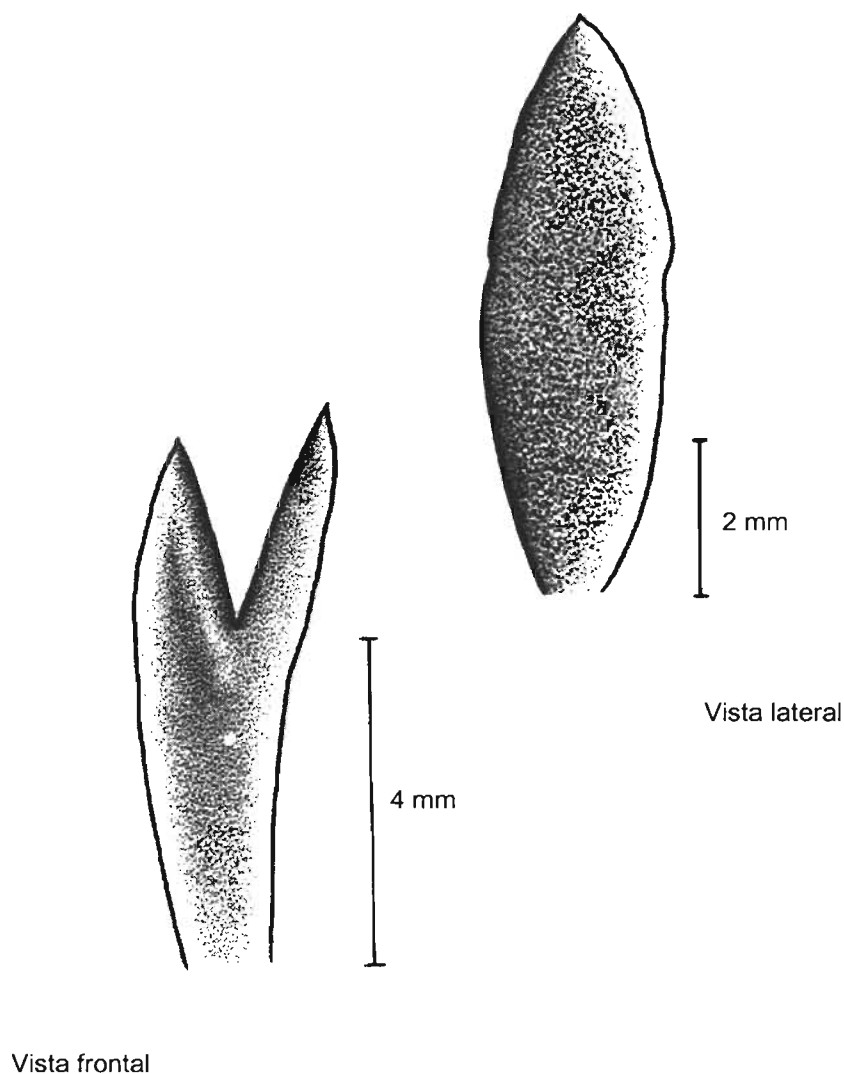


Figura XXXVII. Plántula de *Pachycereus weberi* con 2 días de edad.

Plántulas curvadas, 4 mm de longitud, succulentas. **Hipocótilo:** 4 mm de longitud, forma obcónica, 2 mm de diámetro basal, 3 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** ligeramente separados, 4 mm (el menor) y 4.5 mm (el mayor) de longitud, 4 mm de diámetro, ápices agudos y márgenes rectos.

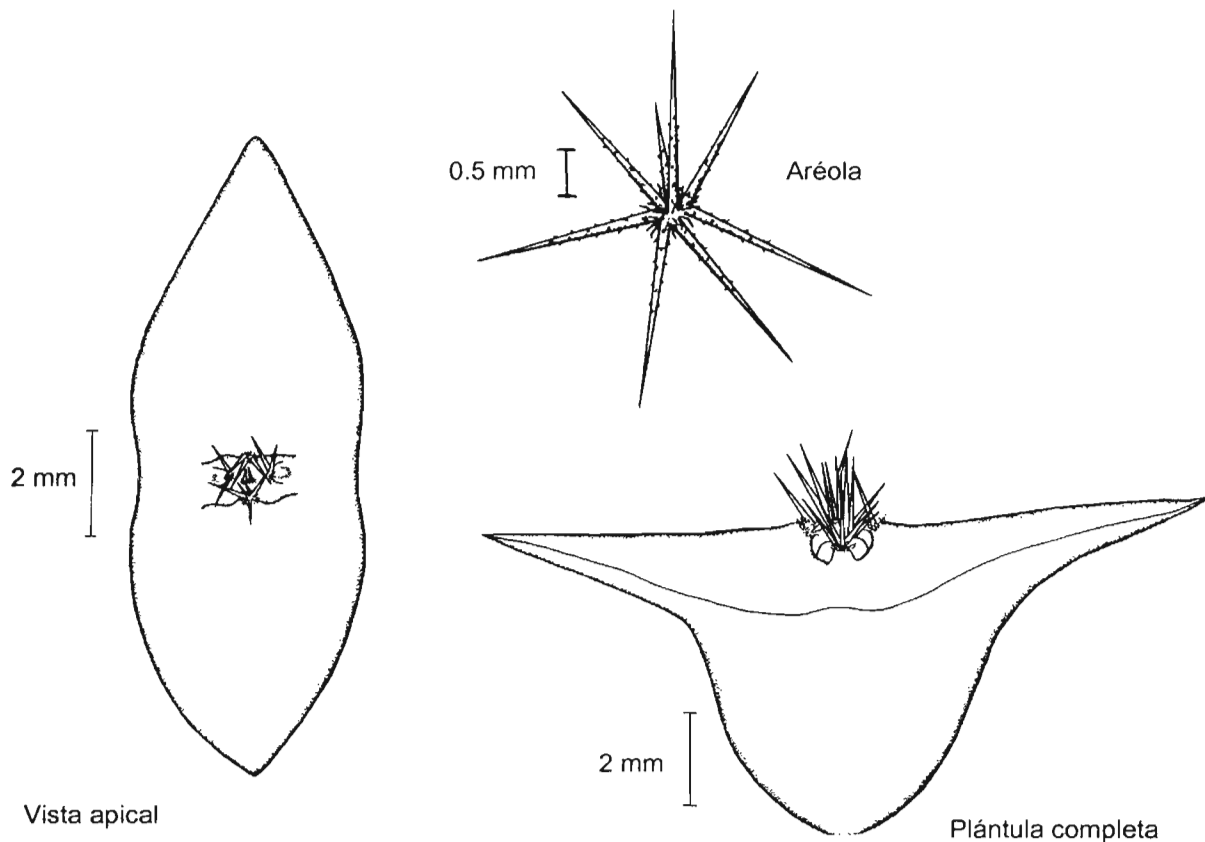


Figura XXXVIII. Plántula de *Pachycereus weberi* con 1 mes de edad.

Plántulas erectas, 6.5 mm de longitud, succulentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 4 mm de longitud, 2 mm de diámetro basal, 6 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** desplegados totalmente y en posición perpendicular al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 6 mm de longitud, 6.5 mm de diámetro, 2.5 mm de espesor. Evidencia en un individuo de un tercer cotiledón insertado a la altura del nudo cotiledonar. **Tallo:** no definido. **Tubérculos:** 8, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 8, circulares, 0.5 mm de diámetro, cubiertas por múltiples tricomas transparentes y retorcidos, localizadas en el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 7-8, subuladas, indumento estriguloso, transparentes. **Espinas centrales:** 1, porrecta, 3 mm de longitud. **Espinas radiales:** 6-7, 1-3 mm de longitud, dispuestas en la aréola, tres dirigidas hacia arriba con longitud  $\leq 2$  mm y tres o cuatro dirigidas hacia abajo con longitud de 3 mm.

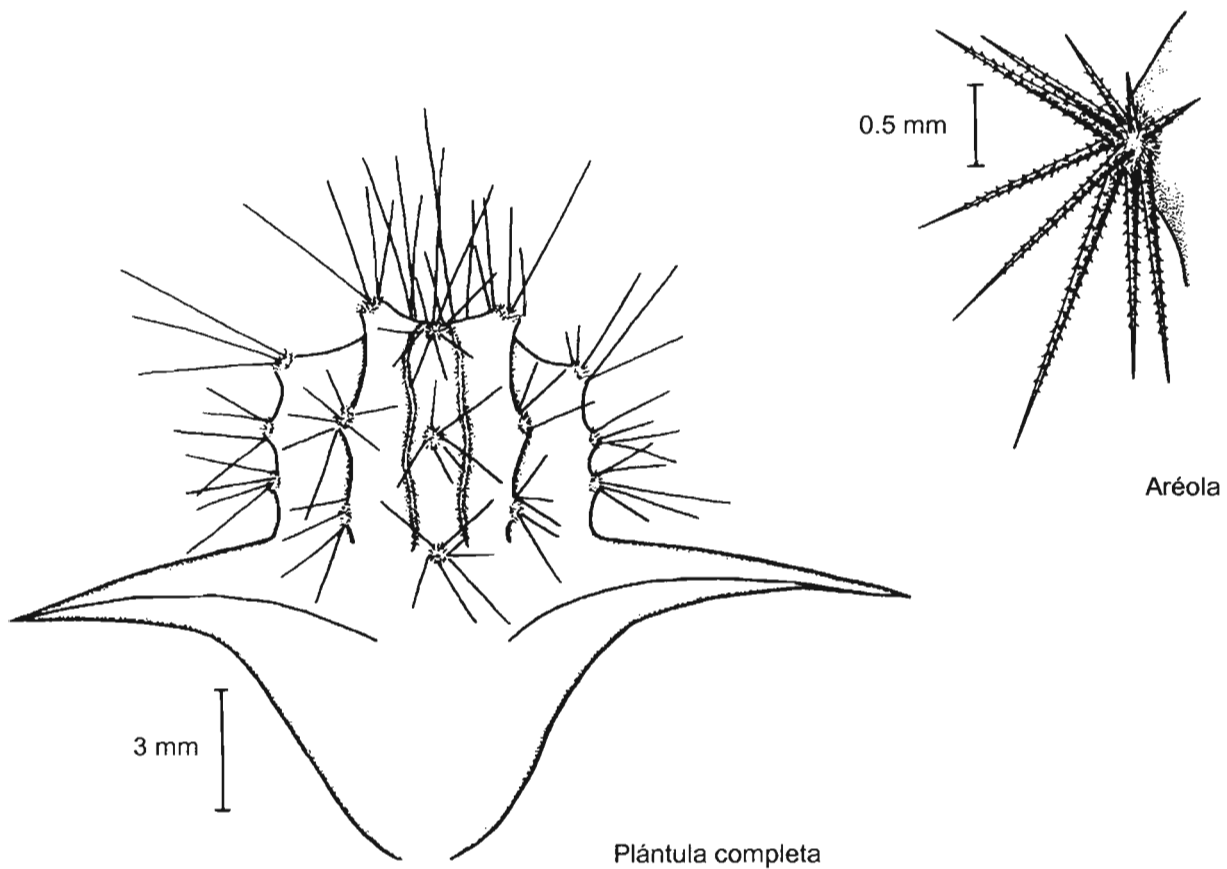


Figura XXXIX. Plántula de *Pachycereus weberi* con 3 meses de edad.

Plántulas erectas, longitud de 13.5 mm, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 4 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7.5 mm de longitud, 7.5 mm de diámetro, 3.5 mm de espesor. **Tallo:** semigloboso, 6 mm de longitud, 8 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 24, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 24, circulares, 0.5 mm de diámetro, cubiertas por múltiples tricomas amarillo-cristalinos y retorcidos. **Espinas:** 8-12, subuladas, indumento estrigoso, transparentes con base color marrón. **Espinas centrales:** 1-3, porrectas, 2-3.5 mm de longitud, una dirigida hacia arriba con 2 mm de longitud y dos hacia abajo con 1-3.5 mm de longitud. **Espinas radiales:** 7-9, 1-3 mm de longitud, dispuestas en la aréola, cuatro hacia arriba con longitud  $\leq 1.5$  mm y cuatro hacia abajo con longitud  $\geq 2$  mm.

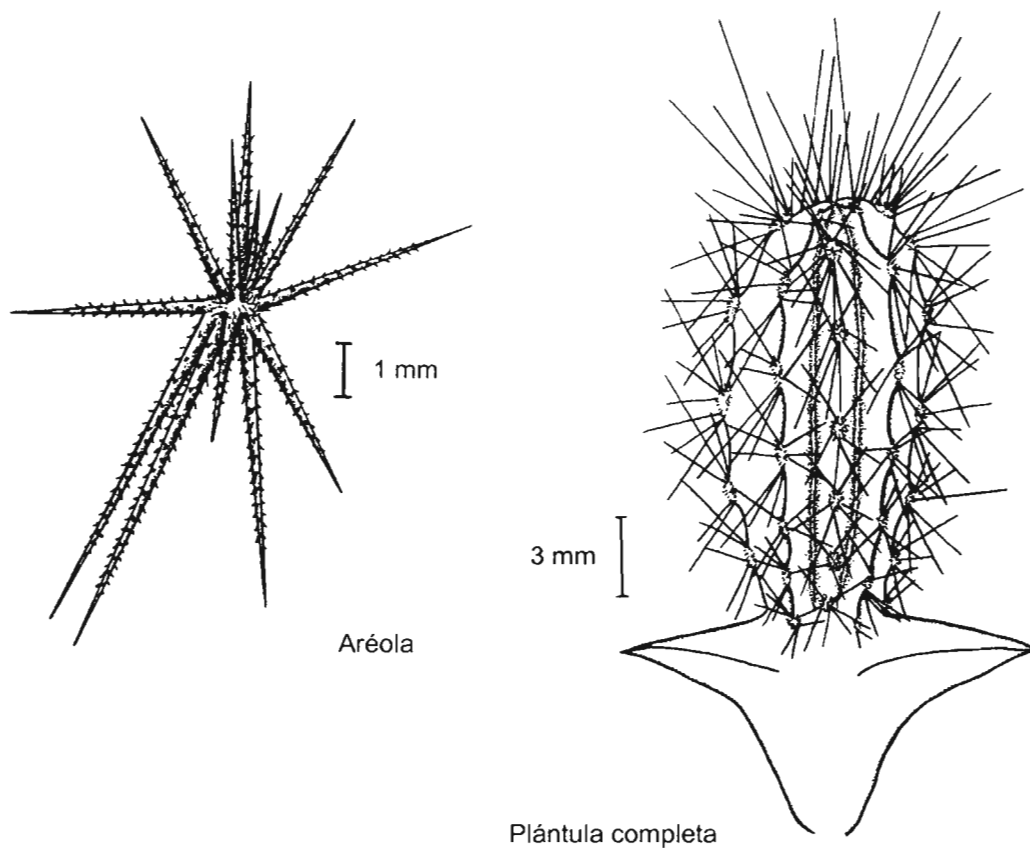


Figura XL. Plántula de *Pachycereus weberi* con 6 meses de edad.

Plántulas erectas, 22.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 4 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, ápices agudos y márgenes rectos, 7.5 mm de longitud, 7.5 mm de diámetro, 3.5 mm de espesor. **Tallo:** cilíndrico, 15 mm de longitud, 10 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 50, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 50, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena. **Espinas:** 9-13, subuladas, base engrosada, blanco-amarillentas con ápice color marrón, indumento estrigoso. **Espinas centrales:** 2-3, porrectas, 4-8 mm de longitud, una dirigida hacia arriba con 4 mm de longitud y una o dos dirigidas hacia abajo con 8 mm de longitud. **Espinas radiales:** 7-11, 0.5-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, cinco hacia arriba con longitud  $\leq 3$  mm, una a cada lado con 4 mm de longitud y cuatro hacia abajo con longitud  $\geq 4$  mm.

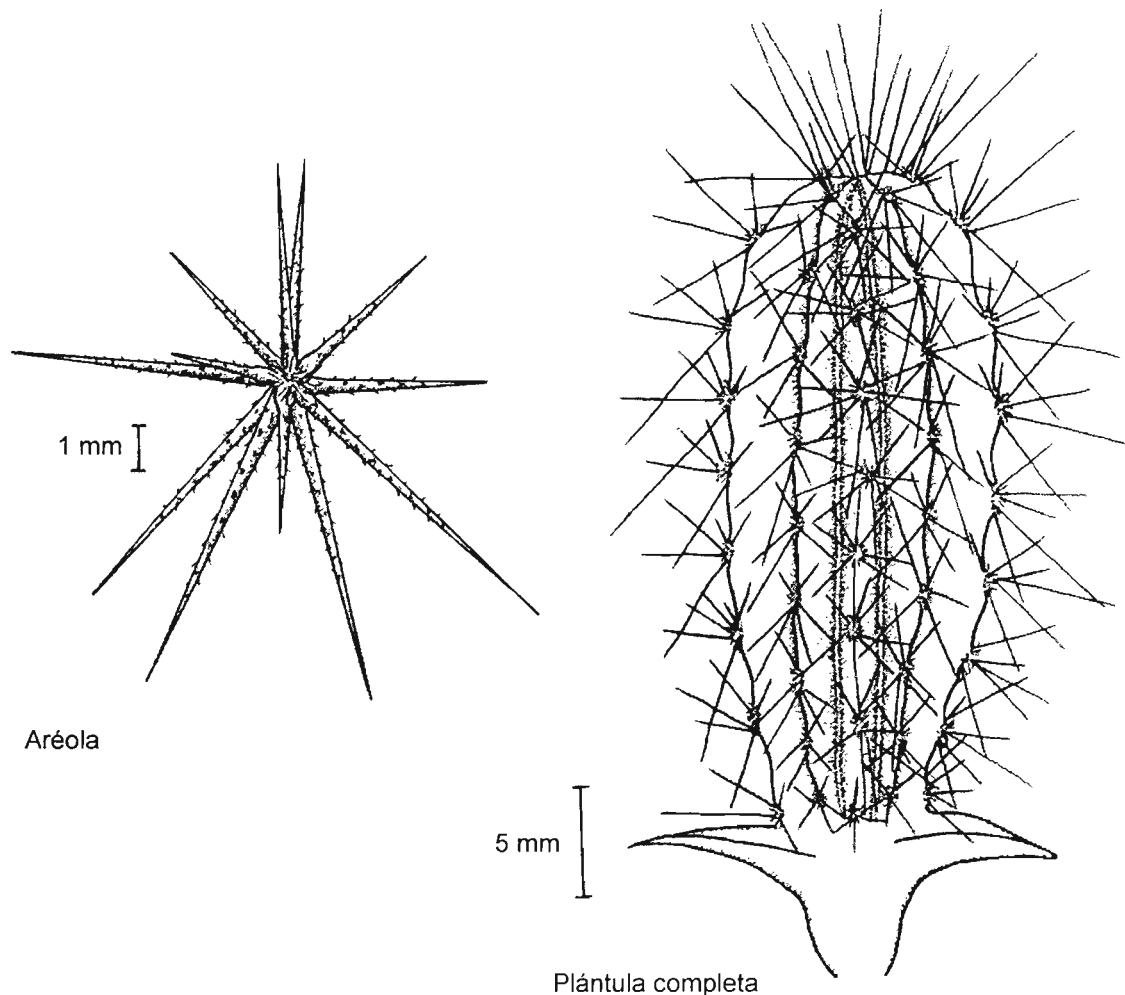


Figura XLI. Plántula de *Pachycereus weberi* con 10 meses de edad.

Plantas erectas, 37.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 4 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal, 3.5 mm de espesor. **Cotiledones:** necrosados. **Tallo:** cilíndrico, 30 mm de longitud, 13 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 76, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 76, ligeramente elípticas, 1.5×2 mm de diámetro, fieltro color amarillo arena. **Espinas:** 11-14, subuladas, base engrosada, blancas con ápice rojizo, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 3-4, porrectas, 2-9 mm de longitud, dos o tres dirigidas hacia arriba con longitud  $\leq 5$  mm y una hacia abajo con 9 mm de longitud. **Espinas radiales:** 8-10, 1-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, dos hacia arriba con 2 mm de longitud, una a cada lado con  $\geq 4$  mm de longitud y cinco dirigidas hacia abajo con longitud  $\leq 3$  mm.

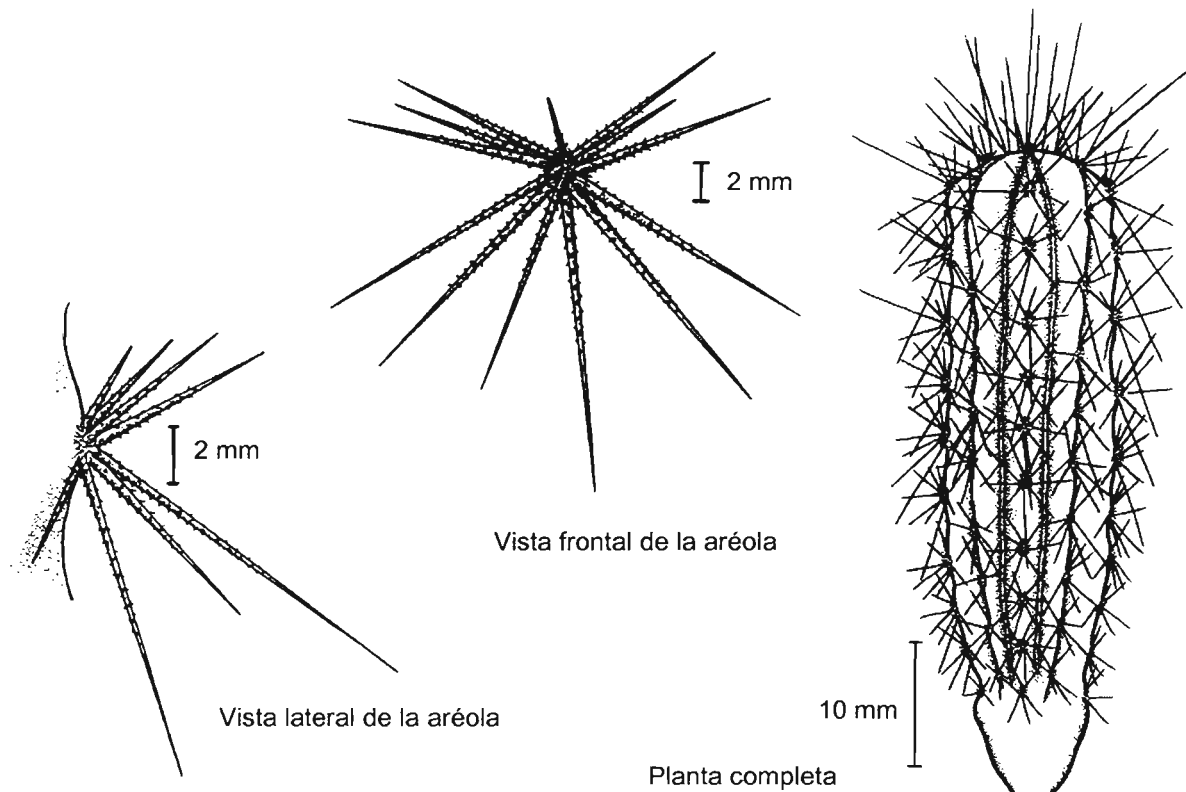
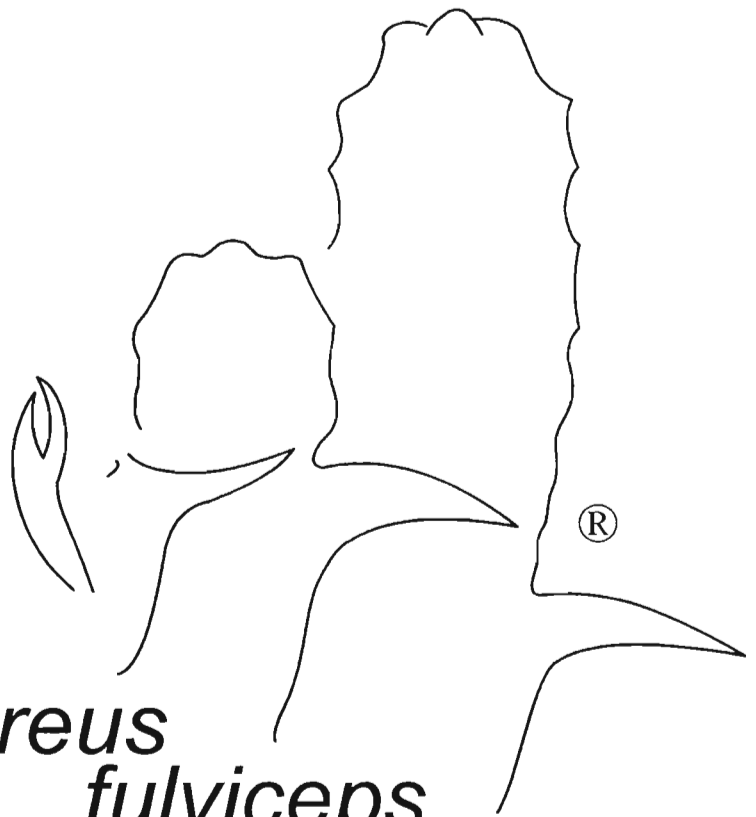


Figura XLII. Planta joven de *Pachycereus weberi* con 12 meses de edad.

Plantas erectas, 51.5 mm de longitud, suculentas. **Hipocótilo:** caliciforme, 4 mm de longitud, 3 mm de diámetro basal, 7 mm de diámetro terminal, 3.5 mm de espesor. **Cotiledones:** necrosados. **Tallo:** cilíndrico, 44 mm de longitud, 15 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 84, moderadamente pronunciados, emergencia en ciclos alternados de cuatro unidades. **Aréolas:** 84, ligeramente elípticas, 1.5×2 mm de diámetro, fieltro color arena. **Espinas:** 11-14, subuladas, base engrosada, blancas con ápice rojizo, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 3-4, porrectas, 4-9 mm de longitud, dos o tres dirigidas hacia arriba con longitud  $\leq 5$  mm y una hacia abajo con 9 mm de longitud. **Espinas radiales:** 8-10, 2-8 mm de longitud, dispuestas en la aréola, dos hacia arriba con 2 mm de longitud, una a cada lado con 4 mm de longitud y cinco dirigidas hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm.



***Mitrocereus  
fulviceps***



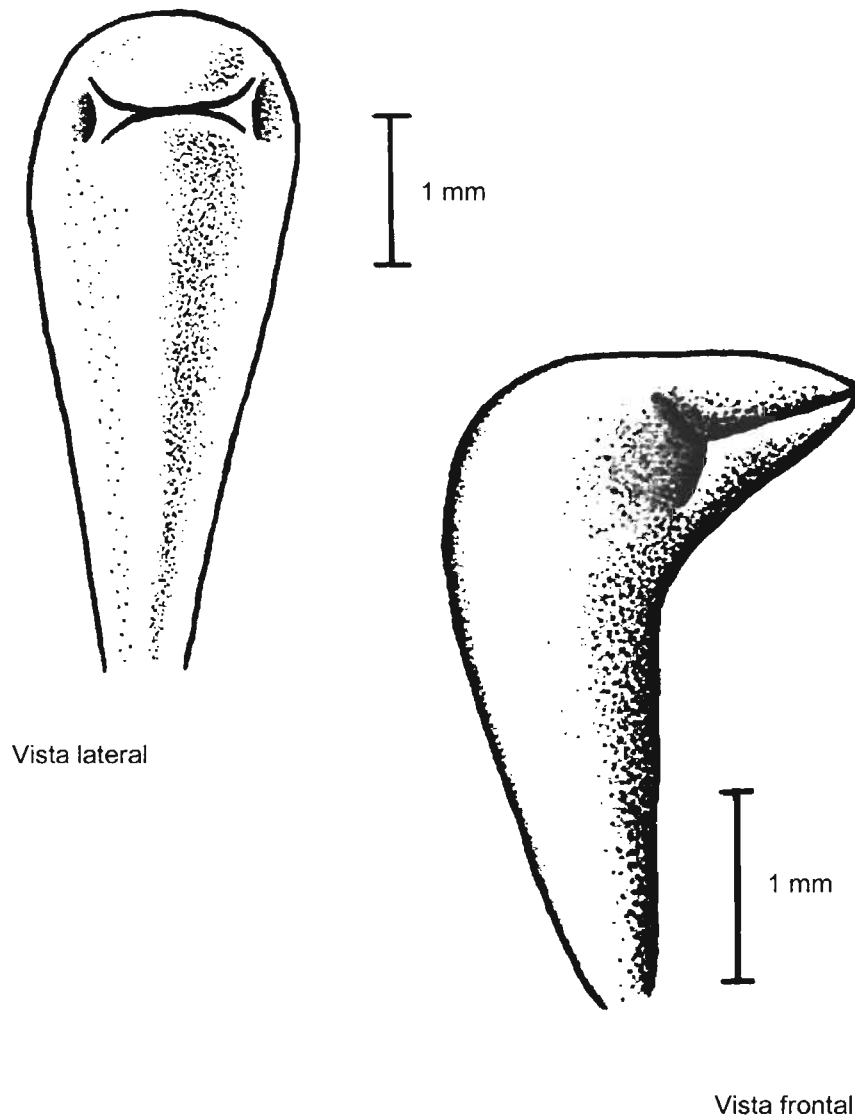


Figura XLIII. Plántula de *Mitrocereus fulviceps* con 2 días de edad.

Plántulas con posición curva, 4 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** 4 mm de longitud, 1 mm de diámetro basal, 2 mm de diámetro terminal, forma obcónica. **Cotiledones:** plegados, 1 mm (el menor) 2 mm (el mayor) de diámetro 1 mm de longitud, ápices agudos y márgenes rectos.

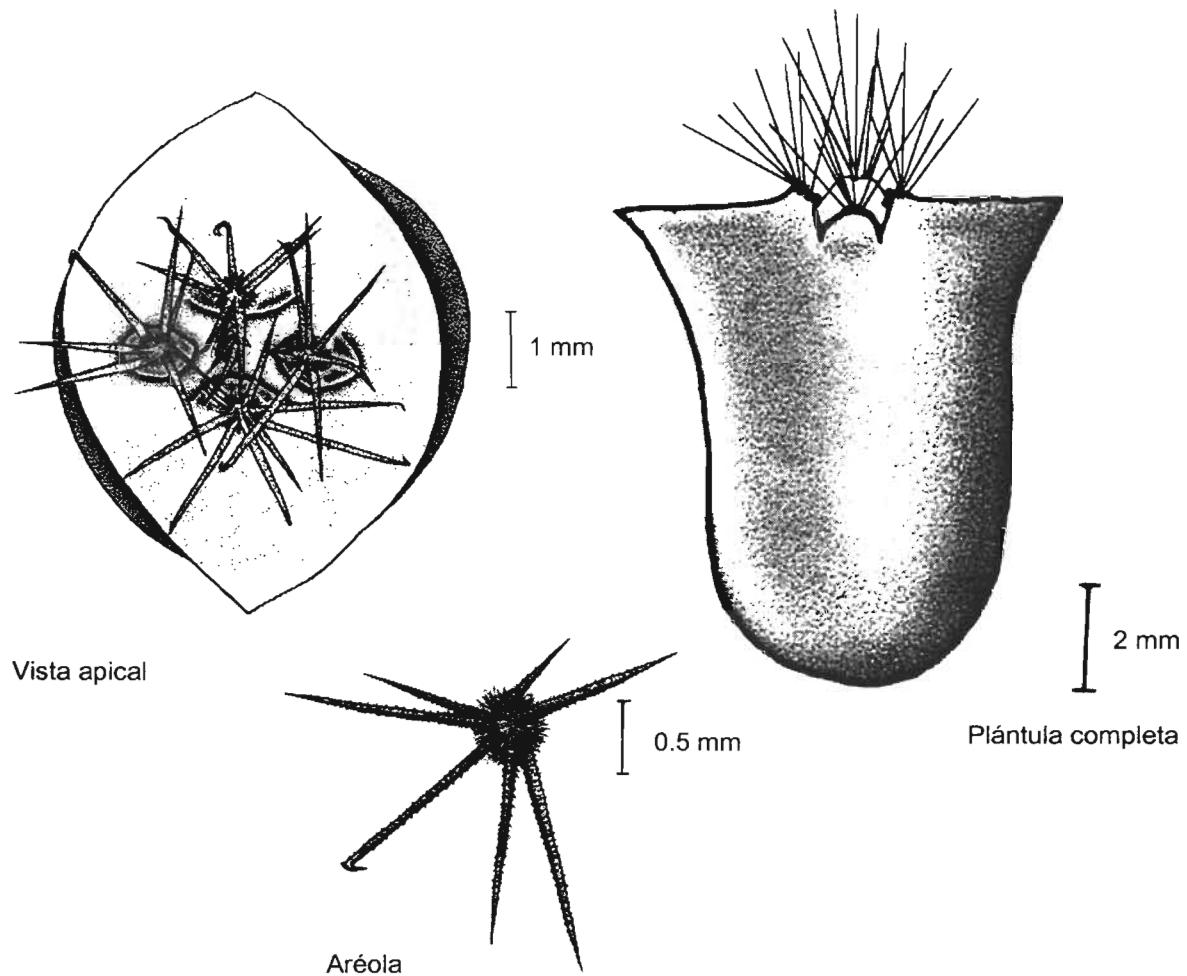


Figura XLIV. Plántula de *Mitrocereus fulviceps* con 1 mes de edad.

Plántulas con posición erecta, 9 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** toneliforme, 6.5 mm de longitud, 5 mm de diámetro. **Cotiledones:** completamente desplegados y en posición perpendicular al hipocótilo, 3.5 mm de diámetro, 3.5 mm de longitud, 2.5 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** no definido. **Tubérculos:** 6, emergencia en grupos de cuatro unidades dispuestas en ciclos alternados. **Aréolas:** 6, circulares, 0.5 mm de diámetro, con numerosos tricomas transparentes y retorcidos, sustentadas sobre el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 6-8, subuladas y subuladas con punta doblada, indumento muy estrigoso. **Espinas centrales:** 1, rojo-cristalina, 2 mm de longitud, correcta. **Espinas radiales:** 6-7, transparentes, 1-3 mm de longitud, disposición radial desordenada.

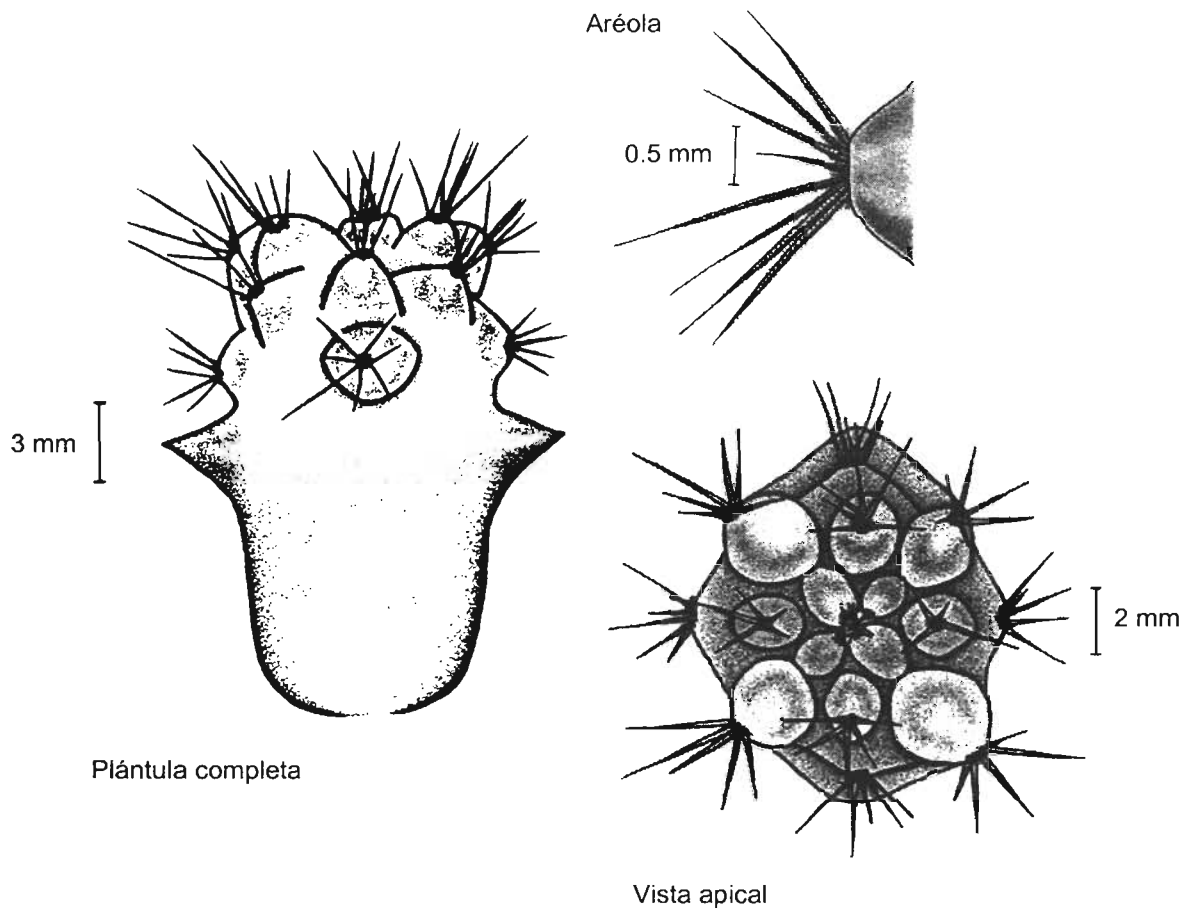


Figura XLV. Plántula de *Mitrocereus fulviceps* con 3 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 15 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** toneliforme, 6.5 mm de longitud, 7 mm de diámetro. **Cotiledones:** posición perpendicular al hipocótilo, 5 mm de diámetro, 6 mm de longitud, 3 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** semigloboso, 5.5 mm de longitud, 9 mm de diámetro. **Costillas:** indefinidas. **Tubérculos:** 16, muy pronunciados, emergencia en grupos de cuatro unidades dispuestas en ciclos alternados. **Aréolas:** 16, circulares, 0.5 mm de diámetro, con numerosos tricomas transparentes y retorcidos, sustentadas sobre el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 8-9, subuladas, indumento muy estrigoso. **Espinas centrales:** 1, rojo-cristalina, 2.5 mm de longitud, porrecta, dirigida ligeramente hacia abajo. **Espinas radiales:** 7-8, transparentes, 1.5-3 mm de longitud, dispuestas en la aréola, cuatro o cinco hacia arriba con longitud de 1.5-3 mm y tres hacia abajo con longitud > 2.5 mm.

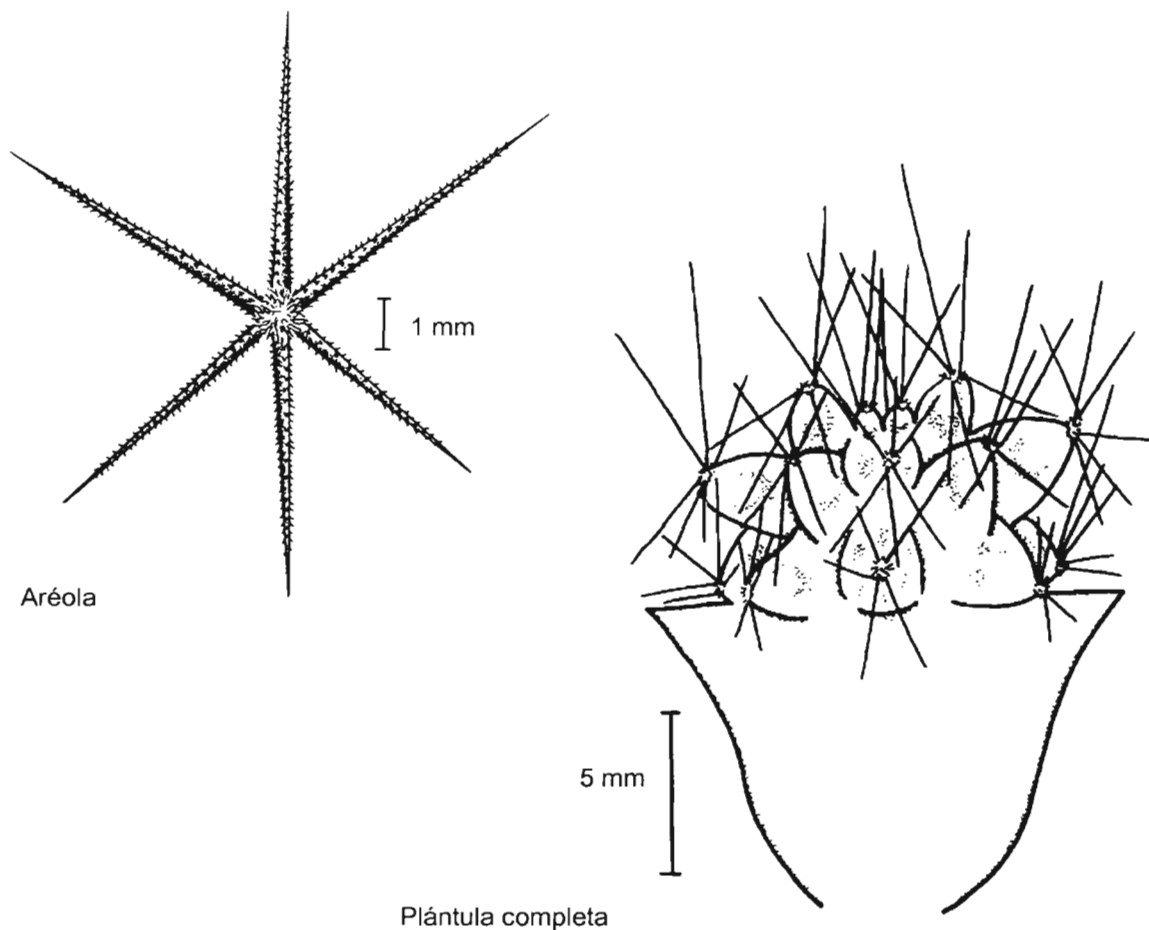


Figura XLVI. Plántula de *Mitrocereus fulviceps* con 6 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, longitud de 16.5 mm, crasas. **Hipocótilo:** toneliforme, 6.5 mm de longitud, 7 mm de diámetro. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 5 mm de diámetro, 6 mm de longitud, 3 mm de espesor; ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** globoso; 12 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 20, muy pronunciados, emergencia en grupos de cuatro unidades dispuestas en ciclo. **Aréolas:** 20, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, sustentadas sobre el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 5-7, subuladas, base gruesa, color ocre, indumento muy estrigoso. **Espinas radiales:** 5-7, 2-3 mm de longitud, disposición en la aréola, tres o cuatro hacia arriba con longitud de  $\leq 2.5$  mm y tres hacia abajo con longitud  $\geq 2.5$  mm.

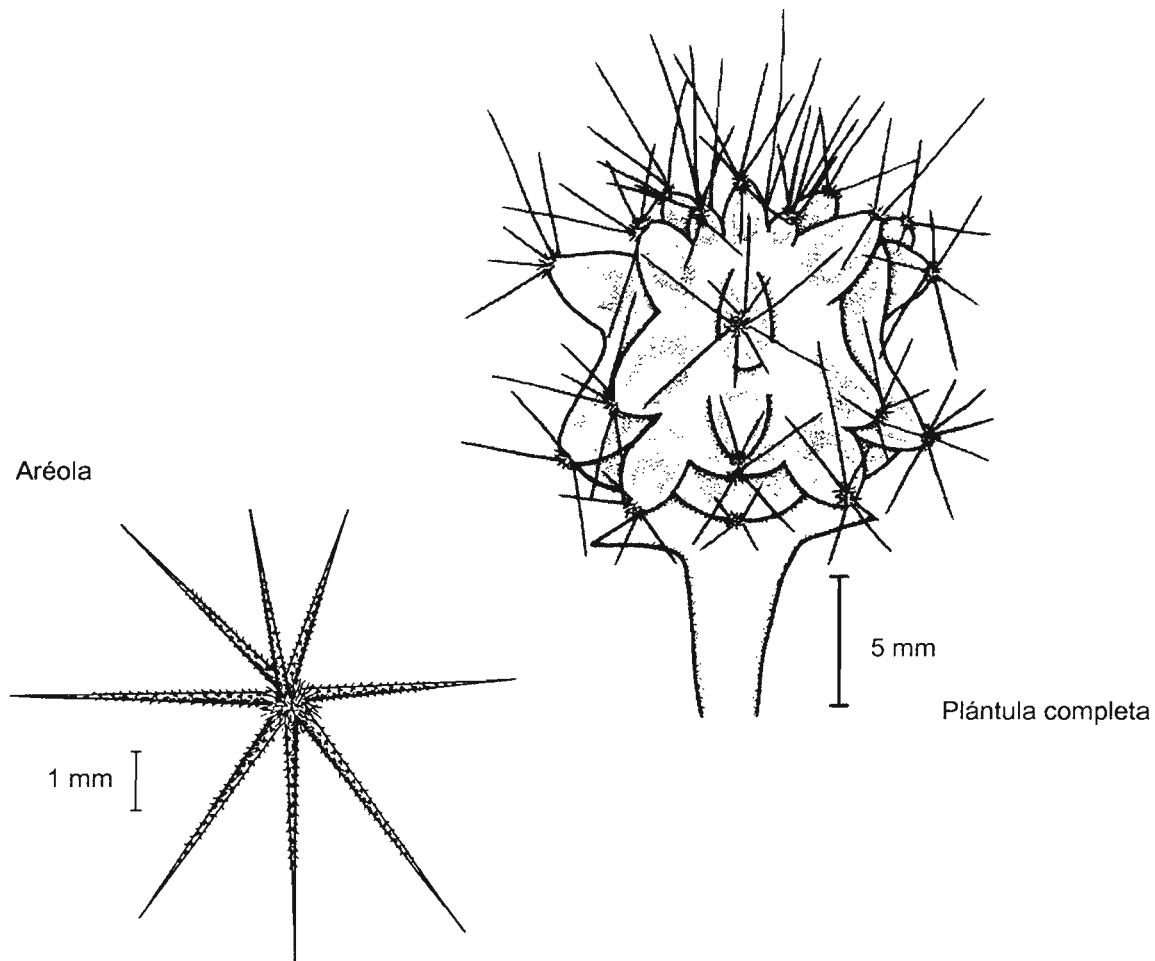


Figura XLVII. Plántula de *Mitrocereus fulviceps* con 10 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, longitud de 20.5 mm, crasas. **Hipocótilo:** toneliforme, 6.5 mm de longitud, 7 mm de diámetro. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 5 mm de diámetro, 6 mm de longitud, 3 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** globoso, 11 mm de longitud, 13 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 29, muy pronunciados, emergencia en grupos de cuatro unidades dispuestas en ciclo. **Aréolas:** 29, circulares, 1 mm de diámetro, fieltro blanco, sustentadas sobre el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 7-8, subuladas, base gruesa, color ocre, indumento muy estrigoso. **Espinas centrales:** 1, 7 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 6-7, 4-7 mm de longitud, dispuestas en la aréola, una a cada lado con 5 mm de longitud, dos hacia arriba con 4 mm de longitud y tres hacia abajo con longitud  $\geq 5$  mm.

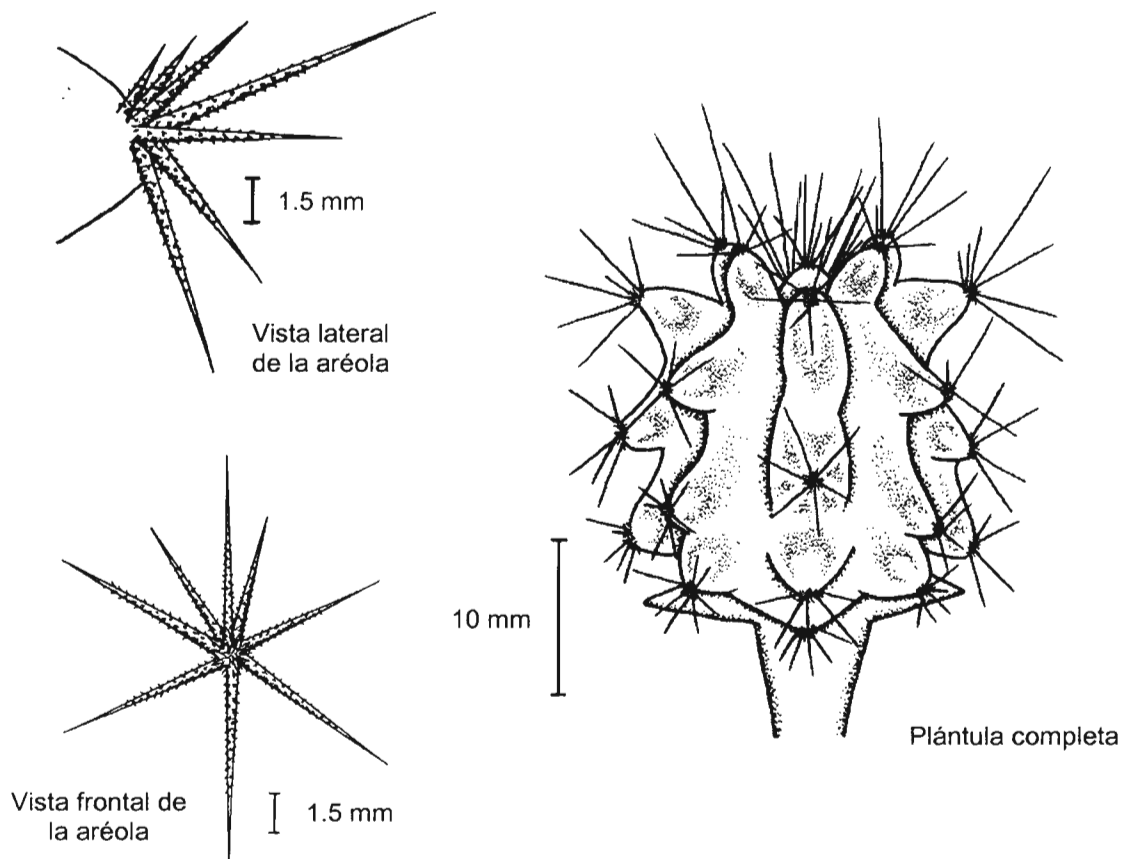


Figura XLVIII. Plántula de *Mitrocereus fulviceps* con 12 meses de edad.

Plántulas con posición erecta, 30.5 mm de longitud, crasas. **Hipocótilo:** toneliforme, 6.5 mm de longitud, 7 mm de diámetro. **Cotiledones:** con posición perpendicular al hipocótilo, 5 mm de diámetro, 6 mm de longitud, 3 mm de espesor, ápices agudos y márgenes rectos. **Tallo:** globoso, 21 mm de longitud, 22 mm de diámetro. **Costillas:** 8. **Tubérculos:** 37, muy pronunciados, emergencia en grupos de cuatro unidades dispuestas en ciclo. **Aréolas:** 37, circulares, 1.5 mm de diámetro, fieltro blanco, sustentadas sobre el ápice tubercular, una por tubérculo. **Espinas:** 7-8, subuladas, base gruesa, color ocre, indumento estriguloso. **Espinas centrales:** 1, 6 mm de longitud, porrecta, dirigida hacia arriba. **Espinas radiales:** 6-7, 2-6 mm de longitud, dispuestas en la aréola, dos a cada lado con 5-6 mm de longitud, dos hacia arriba con 2 mm de longitud y una hacia abajo con 6 mm de longitud.

# Anexo II

## CLAVES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLÁNTULAS DEL GÉNERO *PACHYCEREUS*

### 2-5 días de edad

- 1 Cotiledones con márgenes convexos
  - 2 Hipocótilo de 2 mm de longitud; cotiledones de 3 mm de ancho.....*P. grandis*
  - 2 Hipocótilo de 5 mm de longitud; cotiledones de 5 mm de ancho.....*P. pecten-aboriginum*
  
- 1 Cotiledones con márgenes rectos
  - 3 Hipocótilo de 5 mm de longitud; ancho cotiledonar de 2.5 mm.....*P. tepamo*
  - 3 Hipocótilo de 4 mm de longitud; ancho cotiledonar igual o mayor a 3 mm
    - 4 Cotiledones de 3 mm de ancho; hipocótilo con diámetro terminal de 2 mm.....*P. pringlei*
    - 4 Cotiledones de 4 mm de ancho; hipocótilo con diámetro terminal de 3 mm.....*P. weberi*



## 1 mes de edad

- 1 Cotiledones con márgenes convexos
  - 2 Cotiledones iguales, con 7 mm de longitud.....*P. grandis*
  - 2 Cotiledones desiguales, con 12-13 mm de longitud.....*P. pecten-aboriginum*
  
- 1 Cotiledones con márgenes rectos
  - 3 Hipocótilo obcónico; cotiledones desiguales, con 8-10 mm de longitud.....*P. tepamo*
  - 3 Hipocótilo caliciforme; cotiledones iguales, con longitud igual o menor a 7 mm
  - 4 Espinas estrigosas; 5-6 espinas radiales de 0.5-4.5 mm de longitud.....*P. pringlei*
  - 4 Espinas estrigulosas; 6-7 espinas radiales de 1-3 mm de longitud.....*P. weberi*

### 3 meses de edad

- 1 Cotiledones con márgenes convexos
  - 2 Tallo globoso; espinas estrigulosas; cotiledones con longitud y ancho igual o mayor a 14 mm.....*P. grandis*
  - 2 Tallo cilíndrico; espinas estrigosas; cotiledones con longitud y ancho igual o menor a 14 mm.....*P. pecten-aboriginum*
  
- 1 Cotiledones con márgenes rectos
  - 3 Hipocótilo obcónico; espinas estrigulosas; cotiledones con longitud y ancho igual o mayor a 9 mm.....*P. tepamo*
  - 3 Hipocótilo caliciforme; espinas estrigosas; cotiledones con longitud y ancho igual o menor a 7.5 mm
    - 4 Tallo globoso de 7.5 mm de longitud; cotiledones con longitud y ancho de 7 mm.....*P. pringlei*
    - 4 Tallo semigloboso de 6 mm de longitud; cotiledones con longitud y ancho de 7.5 mm.....*P. weberi*

## 6 meses de edad

- 1 Tallo con máculas.....*P. tepamo*
- 1 Tallo sin máculas
  - 2 Cotiledones con márgenes convexos
    - 3 Tallo con 8 costillas; espinas estrigulosas;  
cotiledones con longitud y ancho igual o  
mayor a 14 mm.....*P. grandis*
    - 3 Tallo con 9 costillas; espinas estrigosas;  
cotiledones con longitud y ancho igual o  
menor a 14 mm.....*P. pecten-aboriginum*
  - 2 Cotiledones con márgenes rectos
    - 4 Tallo con 8-10 costillas; 1-3 espinas centrales  
de 4.5 mm de longitud.....*P. pringlei*
    - 4 Tallo con 8 costillas; 2-3 espinas centrales de  
4-8 mm de longitud.....*P. weberi*

## 10 meses de edad

- 1 Tallo con máculas.....*P. tepamo*
- 1 Tallo sin máculas
  - 2 Presencia de cotiledones
    - 3 Tallo con 10 costillas; espinas radiales de 1-10 mm de longitud.....*P. pringlei*
    - 3 Tallo con 8 costillas; espinas radiales de 1-8 mm de longitud.....*P. weberi*
  - 2 Ausencia de cotiledones
    - 4 Tallo con 8 costillas; espinas estrigulosas; 8-10 espinas radiales de 2-10 mm de longitud.....*P. grandis*
    - 4 Tallo con 10 costillas; espinas estrigulosas; 7-9 espinas radiales de 2-16 mm de longitud.....*P. pecten-aboriginum*

## 12 meses de edad

- 1 Tallo con máculas.....*P. tepamo*
- 1 Tallo sin máculas
  - 2 Presencia de cotiledones.....*P. pringlei*
  - 2 Ausencia de cotiledones
    - 3 Tallo con 10 costillas; 7-9 espinas radiales de  
1-15 mm de longitud.....*P. pecten-aboriginum*
    - 3 Tallo con 8 costillas; 8-10 espinas radiales de  
2-11 mm de longitud
      - 4 Espinas estrigulosas; 1 espina central de  
8 mm de longitud.....*P. grandis*
      - 4 Espinas estrigosas; 3-4 espinas centrales de  
4-9 mm de longitud.....*P. weberi*