



LAS CACTÁCEAS CARACTERÍSTICAS, CULTIVO Y APROVECHAMIENTO

Yolanda Nava Gutiérrez

María Mercedes Rodríguez Palma

LAS CACTÁCEAS CARACTERÍSTICAS, CULTIVO Y APROVECHAMIENTO

Yolanda Nava Gutiérrez

María Mercedes Rodríguez Palma



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Las cactáceas. Características, cultivo y aprovechamiento.

Primera edición, diciembre 2022

© **Universidad Autónoma de Tlaxcala**

Av. Universidad No. 1, Col. Xicotencatl. C.P. 90000

Xicotencatl, Tlaxcala, Tlaxcala. <https://www.uatx.mx>

Tel: (+52)2464629922

Centro de Investigación en Ciencias Biológicas (CICB, UATx)

Jardín Etnobiológico Tlaxcallan

Cuerpo Académico Ecología y Sistemática de hongos y mixomicetes

Km. 10.5 carr. San Martín Texmelucan-Tlaxcala. Ixtacuixtla de Mariano

Matamoros. C.P. 90120. <https://www.cicb-uatx>

Tel: 2484815482

ISBN

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del Copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

Esta obra forma parte del proyecto “Jardín Etnobiológico Tlaxcallan” segunda etapa (321355). CONACYT-F003-2022.

Impreso en México. Printed in Mexico.

Presentación

Las cactáceas, conocidas comúnmente como cactus, son sin duda, especies representativas de nuestro país y tienen alto valor cultural, social y económico, ya que desde tiempos prehispánicos jugaron un papel muy importante en el sustento y la cultura de las primeras tribus nómadas que recorrían ambientes áridos, influyendo en forma marcada en los procesos de sedentarismo y civilización de las mismas. Estas plantas han sido fuente de alimento, bebida, medicina y de materia prima para la construcción de vivienda y para la manufactura de diversas herramientas, adquiriendo tanta importancia, que algunas de ellas llegaron a ser deificadas.

Desde el punto de vista ambiental, estas plantas sirven de alimento y protección para muchas especies de animales como artrópodos, aves, reptiles o mamíferos. Además, protegen el suelo contra la erosión y captan gran cantidad de agua.

México cuenta con la mayor riqueza de este grupo de plantas, pero lamentablemente, también tiene el mayor número de especies de cactáceas en peligro de extinción. Lo anterior es una consecuencia del saqueo en los ambientes naturales para su venta en el comercio ilegal; lo que ha provocado un decremento en las poblaciones naturales. Aunado a ello, la pérdida de hábitats, las especies invasoras, la sobreexplotación, la contaminación y el cambio climático, han contribuido en gran medida a la

afectación de las poblaciones de muchas especies de cactáceas. Ante la situación de riesgo en la que se encuentran, es necesario realizar estudios que permitan conocer la distribución, biología e interacciones ecológicas que presentan, para implementar medidas de manejo y rescate. Sin embargo, los esfuerzos por rescatar y proteger a los cactus son complicados, ya que la explotación de este recurso en su medio natural es muy rápida, en tanto que la mayoría de las especies de este grupo presenta un lento crecimiento y tiene ciclos de vida muy largos.

Ante estas circunstancias, diversas instituciones educativas, gubernamentales o asociaciones civiles, desarrollan estrategias de conservación encaminadas a la preservación de las cactáceas, tales como la protección de germoplasma y la propagación y cultivo de cactus en viveros, con el propósito de que mediante la concientización de los pobladores sobre la importancia de su conservación y el uso de metodologías y tecnologías que puedan ser desarrolladas por los habitantes locales, se contribuya a la protección de las poblaciones naturales, a su uso y aprovechamiento sostenible.

Es por ello, que la presente obra, además de proponer técnicas de cultivo y propagación de cactáceas, tienen la finalidad de crear conciencia y promover en la población tlaxcalteca, el cuidado y la conservación de las poblaciones de estas especies emblemáticas de nuestro país.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento para el establecimiento y desarrollo de las dos primeras etapas del Jardín Etnobiológico Tlaxcallan (JET), el cual fue creado en el año 2021, a través de una iniciativa para la creación de la red nacional de Jardines Etnobiológicos en México, con el fin de tener uno de estos espacios en cada entidad federativa.

El JET tiene como propósito el rescate y conservación de los recursos biológicos con valor de uso y el conocimiento que de ellos tienen los pobladores de las comunidades indígenas y mestizas de la región.

ÍNDICE

	Página
Presentación	i
Agradecimientos	ii
I. Introducción	1
1.1. ¿Qué son las cactáceas?	2
1.2. Importancia de las cactáceas	7
1.3. ¿Cómo se reproducen las cactáceas?	10
II. Técnicas de reproducción	
2.1. Polinización artificial	12
2.2. Propagación por semilla	14
2.3. Reproducción vegetativa	24
III. Cuidados básicos para el cultivo de las cactáceas	36
3.1 Los Sustratos	36
3.2 Condiciones ambientales	37
3.3 Riego	39
3.4 Tipo de macetas	43
3.5 Fertilización	44
IV. Plagas y enfermedades	45
4.1 Plagas	46
4.2 Enfermedades	52
V. Anexos	53
1 Preparación de materiales	53

2 Preparación de insecticidas	55
3 Desinfección y escarificación de semillas	59
Literatura citada	64
Para saber más	65
Glosario de términos utilizados en esta obra	67

Índice de figuras

	Página
Figura 1 Las formas de crecimiento más comunes de las cactáceas. a y b) columnar, c y d) ramificada, e y f) globosa.	4
Figura 2 Formas, tamaños y colores de las areolas (flechas). Estructuras que separan a las cactáceas de todos los demás grupos de plantas.	5
Figura 3 Ejemplares de: a) <i>Pereskiaopsis</i> , b) <i>Epiphyllum crenatum</i> .	8
Figura 4 Parte posterior de la pieza arqueológica conocida como "Teocalli de la guerra sagrada" en el que está plasmado un nopal. Tomado de https://www.inah.mx .	9
Figura 5 Uso de los cactus: a) cerco vivo, b) ornaental, c) ceremonial, d y e) alimenticio, como verdura y fruta.	11
Figura 6 La reproducción de las cactáceas se da mediante a) semillas, b) esquejes o hijuelos, c) injerto y d) cultivo de tejidos vegetales	13
Figura 7 Reproducción sexual inducida. a) se toma el polen de una flor (parte masculina) y se coloca sobre, b) la estructura femenina de la flor de otra planta de la misma especie. c, d y e) flores de diferentes especies de cactáceas en las que se muestran el estigma (flechas rojas), donde se produce el polen, y el estilo (flechas azules) donde se deposita el polen.	15
Figura 8 Frutos y su proceso para obtener semilla. a) de izquierda a derecha: frutos carnosos, semi carnoso y seco, b) fruto carnoso abierto, c) fruto seco abierto, d) lavado de semillas y e) almacenamiento de semilla.	17
Figura 9 Siembra de semillas. a y b) sustratos, c) soluciones y materiales, d y e) desinfección de semillas, f) humedecimiento del sustrato y, g) siembra.	20
Figura 10 Plántulas de <i>Coryphantha ottonis</i> con el tamaño apropiado para el primer trasplante.	23
Figura 11 Ejemplos de cactus apropiados para obtener esquejes y vástagos. a, b y c) para esquejes, d, e y f) para vástagos o hijuelos.	27

Figura 12	Cactus comúnmente usados como porta injerto. a) Garambullo, b) pitahaya, c) alfilerillo y, d) nopal.	28
Figura 13	Preparación de porta injerto. a) tipos de corte comúnmente utilizados: cuña, plano y diagonal, b) materiales para el corte, c) limpieza de navajas antes del corte, d) porta injerto con corte plano, e) injerto con el mismo tipo de corte que el porta injerto.	31
Figura 14	Propagación por injerto. a) colocación del injerto sobre el porta injerto, b) sujeción del injerto con cinta plástica, c) corte en bisel (flecha) de porta injerto con espinas largas y arreglo denso, d) injerto sobre porta injerto cortado en bisel, e) colocación incorrecta y f) colocación correcta de los anillos del injerto sobre el porta injerto.	33
Figura 15	<i>Aporocactus flagelliformis</i> , flor e injerto sobre garambullo, c y d) <i>Selenicereus grandiflorus</i> , planta y flor.	34
Figura 16	Daños causados a las cactáceas por manejo inadecuado. a y b) alargamiento por permanencia en la sombra, c) ejemplar muerto por falta prolongada de agua, d, e y f) plantas atacadas por hongos, debido al exceso de agua.	41
Figura 17	Macetas con ejemplares que necesitan ser trasplantados.	42
Figura 18	Parásitos que atacan a los cactus. a) cochinilla algodonosa sobre un cladodio de nopal, b) cochinilla algodonosa de la raíz, c) gomosis causada por un hongo.	48
Figura 19	Equipo básico de protección para la aplicación de productos tóxicos. a, b y c) equipo básico, d) persona, debidamente protegida, fumigando plantas.	

I. Introducción

Muchos son los factores que en la actualidad amenazan a las cactáceas: el pastoreo de caprinos, el cambio de uso de suelo mediante la destrucción de su hábitat natural a fin de aumentar las áreas de cultivo, o para diversas construcciones como casas habitación, presas y carreteras; los fenómenos naturales climáticos como inundaciones o heladas; las plagas nativas y otras introducidas por el hombre. Además de lo anterior, otro factor negativo de suma importancia es la extracción indiscriminada de ejemplares de las zonas en las que crecen naturalmente, ocasionada por la demanda que estas plantas tienen en países europeos, Estados Unidos o Japón en donde los coleccionistas pagan precios muy altos. Tal demanda hace que muchos extranjeros se presenten en comunidades rurales de nuestro país y soliciten a las personas, generalmente de escasos recursos, la recolección de las especies que crecen en ambientes naturales y que se utilizan como ornato, a cambio de muy poco dinero.

En México, aunque estas plantas no alcanzan precios tan altos como en el extranjero, también es común ver ejemplares de varios años de edad comercializados a precios muy bajos, incluso a la orilla de las carreteras. Si bien esta actividad representa un ingreso para los recolectores, ellos no consideran que tal actividad provoca un grave daño a las poblaciones naturales de estas plantas y que la explotación no regulada del recurso, después de algún tiempo, lleva a la desaparición del mismo.

Con el objetivo de contribuir a disminuir la extracción intensiva de cactáceas en las áreas naturales, se pone a disposición del público interesado esta obra, en la que se destacan las características de este grupo de plantas y su importancia, además de métodos para su

cultivo y propagación de manera que, conociéndolas, se les valore justamente y sin dejar utilizar estos recursos y obtener beneficios económicos, se contribuya a atenuar el daño a sus poblaciones silvestres.

1.1 ¿Qué son las cactáceas?

Etimológicamente, el término *Cactaceae* deriva del griego, "Kaktus" que significa "espinoso". Sin embargo, se conocen especies que pertenecen a este grupo pero no poseen espinas; ejemplos de ellos son *Astrophytum* sp. (bonete de obispo) y *Epiphyllum* spp. (cactus orquídea).

Los cactus son originarios del continente americano y de ellos se conocen especies con un amplio intervalo de tamaños; desde unos cuantos centímetros hasta algunos metros, además de desarrollar diferentes formas (figura 1) como los nopales, órganos, biznagas, peyotes, candelabros, pitayas (Reyes *et al.*, 2001). Su forma de crecimiento está determinada, en gran medida, por las condiciones ambientales de los sitios de origen de las distintas especies.

Par su estudio, la familia *Cactaceae* ha sido dividida en tres subfamilias: *Pereskioideae*, *Opuntioideae*, y *Cactoideae* (Wallace y Gibson, 2002). A nivel global hasta ahora se han reconocido 110 géneros y aproximadamente 1500 especies; para México se conocen 52 géneros y 850 especies de cactus, de las cuales aproximadamente el 85% crece de forma natural exclusivamente en nuestro país, es decir son endémicas. Estos datos ubican a México como el país que posee mayor riqueza de cactus.

Las plantas pertenecientes a los cactus son suculentas, es decir que tienen órganos especializados para reservar agua y presentan casi siempre espinas. Sin embargo, un cactus podría no presentar espinas,

pero siempre deberá presentar unas estructuras de apariencia más o menos algodonosa y casi siempre de color blanco o amarillento, llamadas "aréolas" (figura 2); éstas son yemas axilares altamente especializadas a partir de las que se forman principalmente las espinas, aunque también pueden generar flores o incluso hijuelos. Las areolas son propias y únicas para las cactáceas, a diferencia de las espinas las cuales se presentan en otros grupos de plantas.

En cuanto a la ausencia de hojas, se debe a que las especies de esta familia evolucionaron, transformando las hojas en espinas con lo que se disminuyó la pérdida de agua y esto, a su vez, hace que las plantas soporten mejor el ambiente árido. Solo las especies pertenecientes a la subfamilia Pereskoideae, géneros *Pereskia* y *Peresklopsis* (figura 3a), conservan las hojas, por lo que se les considera menos evolucionadas (Wallace y Gibson, 2002).

Otra particularidad de las cactáceas, que les permite sobrevivir bajo condiciones de aridez, es la presencia de una cubierta (cutícula) gruesa y cerosa, además de la ya mencionada gran capacidad para almacenar agua en forma de jugos mucilaginosos en sus tallos, hojas y raíces (suculencia) durante los períodos de lluvia. Esta última característica la comparte con otras plantas, comúnmente conocidas como suculentas o crasas.



Figura 1. Las formas de crecimiento más comunes de las cactáceas. a y b) columnar, c y d) ramificada y, e y f) globosa.



Figura 2. Formas, tamaños y colores de las areolas (flechas). Estructuras que separan a las cactáceas de todos los demás grupos de plantas.

Las cactáceas también se distinguen por tener un crecimiento muy lento, lo cual depende de diferentes factores ya sean propios, como su capacidad para aprovechar las sustancias del suelo para nutrirse, o externos, como la competencia por recursos con otros individuos de su mismo grupo o de otros grupos de plantas, así como de la depredación a que están expuestas. Durante el invierno el ambiente puede ser más estresante, por ello muchas especies de cactus presentan un periodo de reposo en el que su metabolismo se reduce al mínimo y por ello su crecimiento es aún más lento o se detiene por completo.

Como se mencionó antes, las cactáceas son un grupo originario de América por lo que puede encontrarse gran variedad de especies a lo largo de este continente, excepto en las regiones con hielo permanente. Generalmente se considera que, dadas sus características anatómicas y fisiológicas, tienen gran capacidad para soportar temperaturas ambientales elevadas y aunque alrededor del 70% de estas plantas crecen preferentemente en zonas áridas y semiáridas, también hay especies, como *Epiphyllum crenatum* (figura 3b), que se adaptaron y se desarrollan mejor en selvas tropicales y bosques templados. Es importante mencionar que en el caso de aquellas especies de cactus que crecen en zonas frías, ante condiciones de temperatura muy baja podrían sufrir daños severos ya que el agua que se almacena en sus tejidos podría llegar a congelarse.

Más allá del continente americano, se conocen algunas especies que crecen de forma natural, aunque se considera que no son originarias de aquellos lugares, sino que, a través de las corrientes marinas o transportadas por el hombre, llegaron, se adaptaron y con el tiempo prosperaron en países como Australia y África.

1.2 Importancia de las cactáceas

Desde el punto de vista ecológico las cactáceas funcionan como fijadoras del suelo evitando o disminuyendo la erosión; los frutos son alimentos para muchas aves y los tallos son consumidos por mamíferos silvestres (Mellink y Riojas-López, 2002). Por lo anterior, su desaparición en el entorno natural contribuye al desequilibrio en la naturaleza.

Por otra parte, en México las cactáceas han sido importantes social y económicamente, desde tiempos prehispánicos. Prueba de ello se tiene en la pieza arqueológica encontrada en la actual Ciudad de México, conocida como "Teocalli de la guerra sagrada" (figura 4) en el que se representan los elementos que inspiraron el Escudo Nacional incluyendo, por supuesto, al nopal.

Hay evidencias que indican que antes de la llegada de los españoles, los habitantes de México ya aprovechaban a las cactáceas, específicamente los nopales (Revista Arqueología Mexicana), de diversas formas. Su uso es principalmente alimenticio (flores, frutos y tallos) y ornamental por sus formas llamativas y la belleza de su floración (figura 5). También tienen uso medicinal, industrial, forrajero, como abono y como material de construcción de cercos vivos (figura 5) (Bravo y Sheinvar, 1985, Alanis-Flores y Velasco-Macías, 2008). Se tienen referencias de que algunos pueblos originarios los han usado desde tiempos ancestrales en sus ceremonias religiosas, como los wixarikas, los coras o los huicholes quienes aún hoy en día utilizan el peyote en sus celebraciones religiosas (Alanis-Flores y Velasco-Macías, 2008).



Figura 3. Ejemplares de: a) *Pereskiopsis*, b) *Epiphyllum crenatum*.

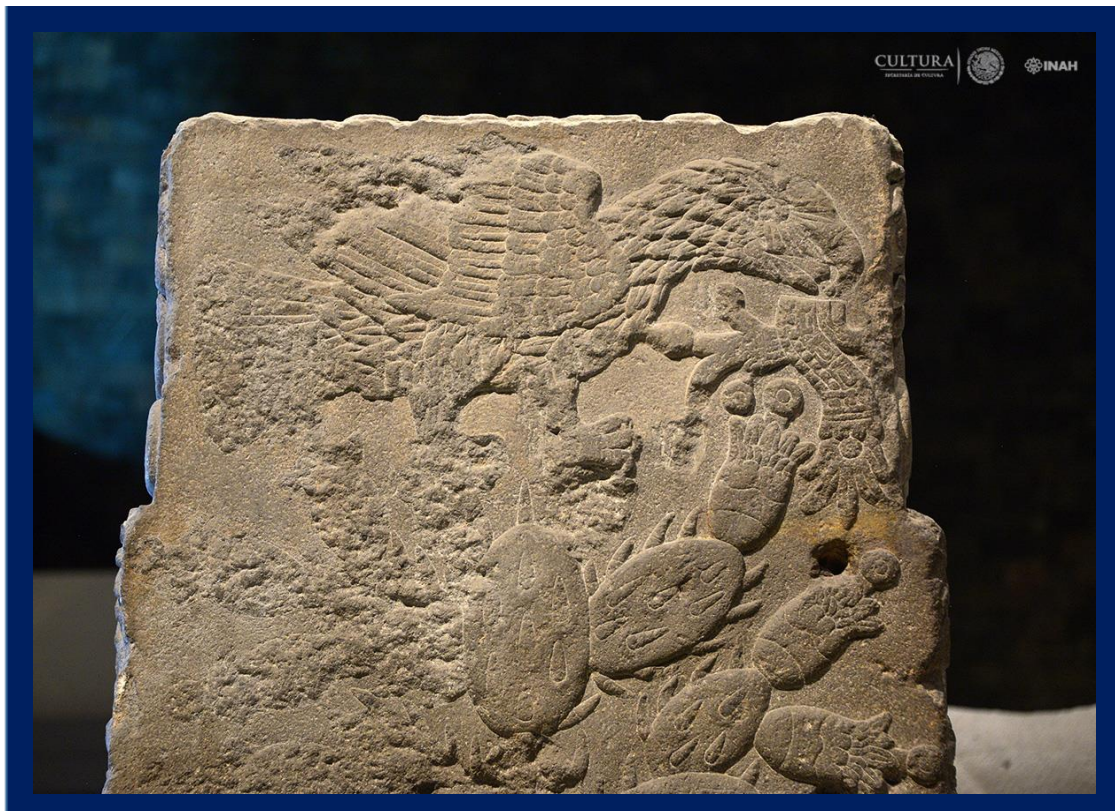


Figura 4. Parte posterior de la pieza arqueológica conocida como "Teocalli de la guerra sagrada" en el que está plasmado un nopal. Tomado de <https://www.inah.mx>

1.3 ¿Cómo se reproducen las cactáceas?

En la naturaleza, las cactáceas se reproducen por semillas o por brotes que se desprenden de una planta adulta. Mientras que algunas especies se pueden reproducir con cierta facilidad, otras pueden presentar baja fecundidad, hecho que es de suma importancia en cuanto a la capacidad de distribución geográfica de las especies.

Para la reproducción inducida, la dificultad para propagar una cactácea dependerá en gran medida de la especie de interés. Es de suma importancia considerar las condiciones ambientales predominantes en el área de crecimiento natural de la especie, así como elegir el método de propagación artificial apropiado a utilizar, ya sea por semillas y brotes o bien, usando un segmento de una planta, mediante el injerto o el cultivo de tejidos.

Todas las técnicas propagación tienen como objetivo disminuir los tiempos de obtención de nuevas plantas, así como incrementar el número de ejemplares disponibles en menor tiempo del que se requiere en su ambiente natural. No obstante, además de la especie y el método de propagación empleados, el éxito dependerá de las condiciones del lugar de trabajo, así como del cuidado que se procure a las plantas en cada una de las diferentes etapas de su desarrollo.



Figura 5. Uso de los cactus: a) Cerco vivo, b) ornamental, d), c) ceremonial, d y e) alimenticio, como verdura y fruta.

II. Técnicas de reproducción

Para el cultivo y producción inducida de plantas, básicamente existen dos formas de manejo: una es la reproducción sexual, mediante las semillas que se generan a través de la polinización artificial; la otra es la reproducción asexual o vegetativa mediante diferentes técnicas: la siembra convencional de yemas, esquejes y vástagos (figura 6); el establecimiento de injertos y, mediante el cultivo de tejidos vegetales (CTV). En todos los casos de propagación inducida, se deben seleccionar y utilizar ejemplares sanos y de calidad, llamadas plantas madre.

Otro aspecto importante a considerar son los requerimientos del área de trabajo, idealmente invernaderos acondicionados con mesas o camas de concreto, o bien, con charolas grandes sobre una base metálica correctamente construidas. De forma rústica también puede realizarse, cuidando que el lugar cumpla con la función de proteger a las plantas bajo cultivo.

2.1 Polinización Artificial

Para la producción de semillas en invernadero o vivero ha de realizarse la polinización de las flores. Este proceso es vital para mantener la variación genética de una especie, en este caso de cactáceas, lo que permite la formación de semillas a partir de las que nacerán plantas fuertes y sanas. Para llevar a cabo esta práctica de manera artificial o inducida, se requieren al menos 20 ejemplares de la especie de interés, porque cuantos más ejemplares haya, mayor será la posibilidad de entrecruzamiento.

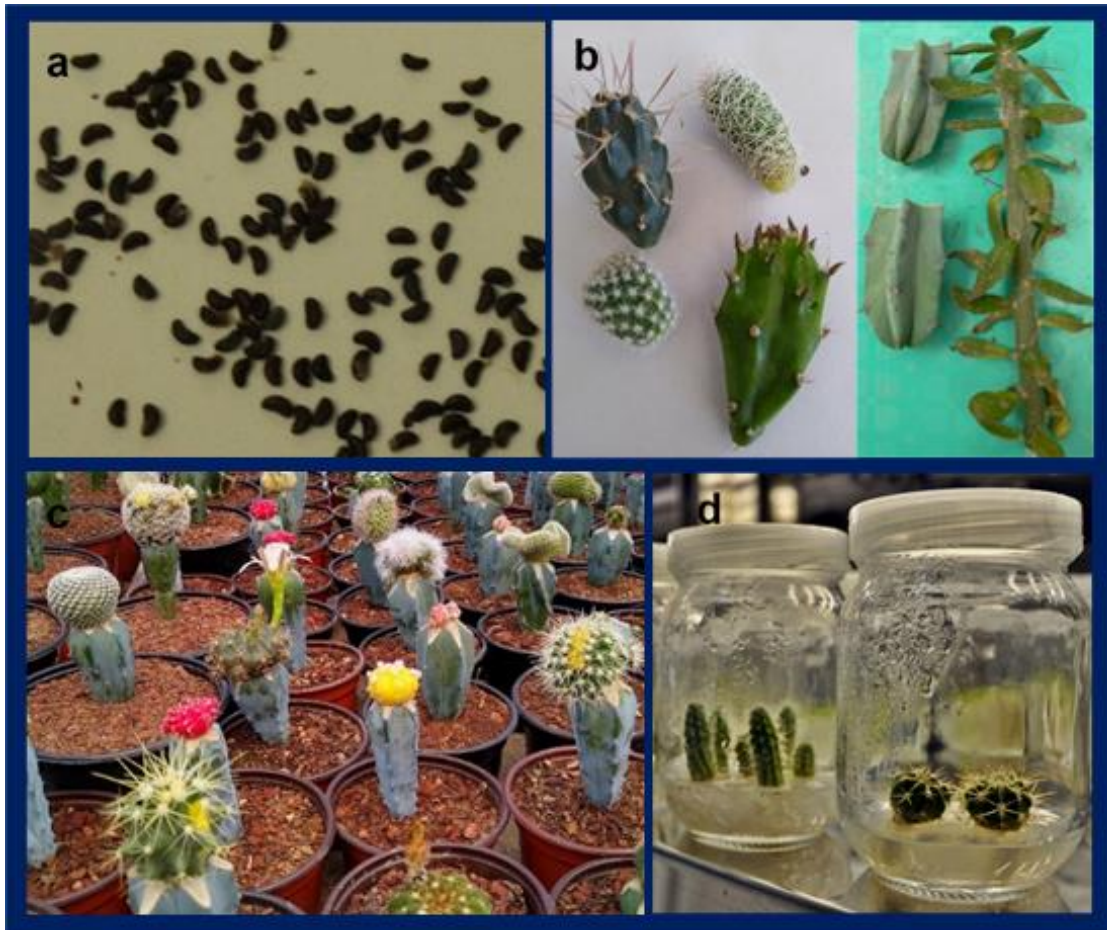


Figura 6. La reproducción de las cactáceas se da mediante a) semillas, b) esquejes o hijuelos, c) injerto y d) cultivo de tejidos vegetales.

La polinización artificial se realiza frotando un pincel de cerdas finas en los estambres de la flor (parte masculina), luego este mismo pincel se frota sobre la flor de otra planta de la misma especie, procurando frotarlo en el estigma (parte femenina) (Figura 7a). De esta manera los granos de polen de una flor son colocados en la otra (Figura 7b) con lo que se promueve la combinación de las dos plantas y que, posteriormente, se produzcan nuevos individuos que heredarán las características de ambas.

En la mayoría de especies de cactus la producción de polen es más abundante al medio día, siendo entonces cuando se recomienda realizar la polinización artificial. Para los cactus cuya floración es nocturna, la polinización se realiza preferentemente en las primeras horas de la mañana.

2.2 Propagación por semilla

Este es el método más importante para la propagación de las plantas debido a que, como se dijo anteriormente, de esta forma se asegura la variación genética y con ello la mayor capacidad de los individuos para enfrentar las situaciones adversas y resistir a las enfermedades, siendo por tanto, de mejor calidad.

Obtención de semillas

Con este fin se recolectan los frutos en el campo, en viveros, en jardines botánicos o en el invernadero. Es importante recalcar que, para obtener plantas o semillas en el campo, se requiere de un permiso oficial para la recolección o posesión de estas plantas ya que muchas de ellas están incluidas en la Norma Oficial Mexicana

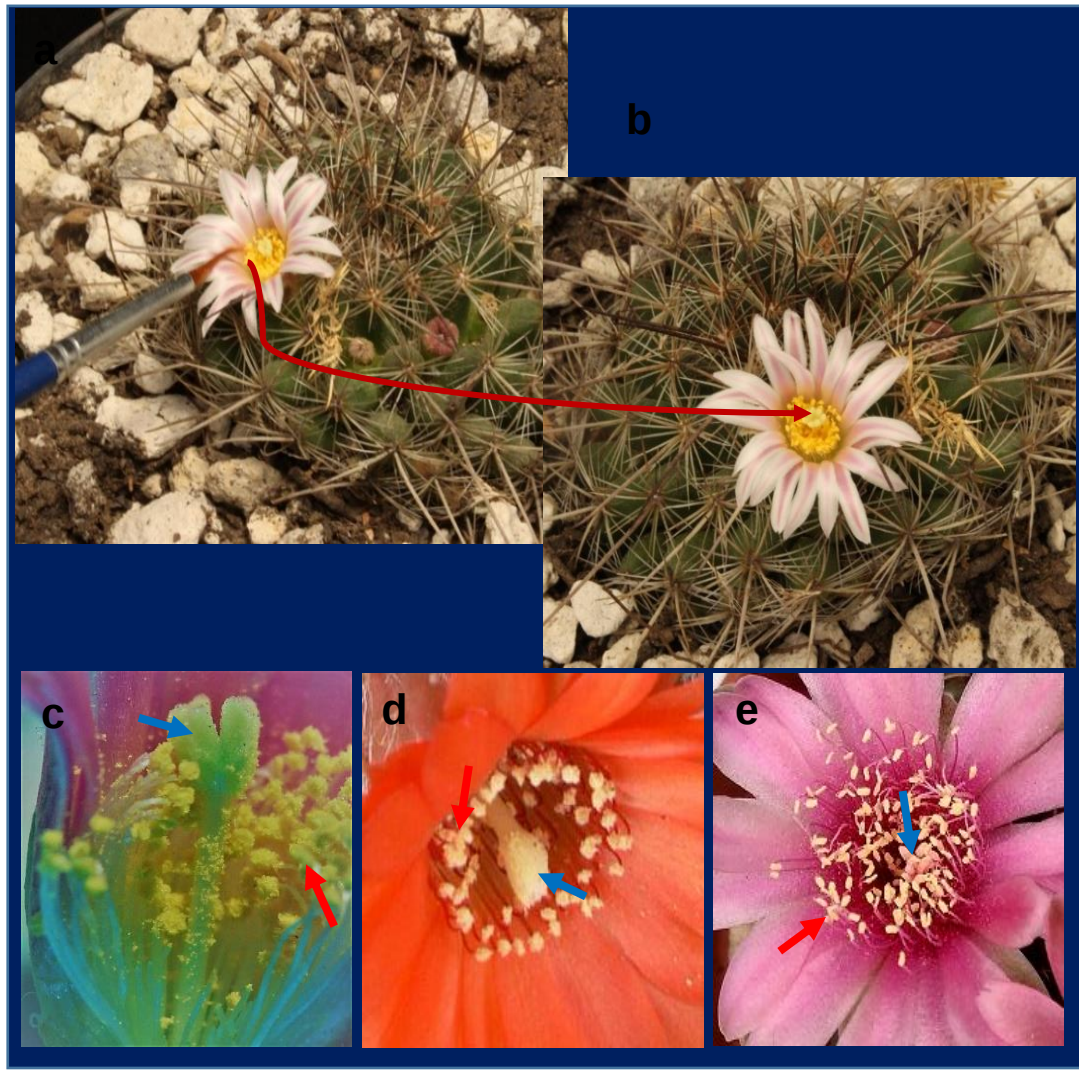


Figura 7. Reproducción sexual inducida. a) Se toma el polen de una flor (parte masculina) y se coloca sobre, b) la estructura femenina de la flor de otra planta de la misma especie. c, d y e) Flores de diferentes especies de cactáceas en las que se muestran el estigma (flechas rojas), donde se produce el polen, y el estilo (flechas azules) donde se deposita el polen.

(NOM 059), que es el órgano oficial que regula su aprovechamiento. Por lo anterior, se recomienda adquirir las plantas en invernaderos o jardines botánicos debidamente registrados y, a partir de ellas, obtener nuevas plantas.

Dependiendo de la especie de cactácea, los frutos pueden tener consistencia carnosa, semi-carnosa, o seca y para obtener la semilla es necesario abrirlos. Los frutos carnosos se abren y la pulpa se coloca en un tamiz o colador frotando con firmeza para separar las semillas; se lavan muy bien hasta eliminar toda la pulpa y se colocan sobre un papel para dejarlas secar a la sombra (Figura 8a-8e).

Para los frutos secos (chilitos), se abren y se extraen las semillas con un pincel húmedo o algún otro dispositivo al que éstas se peguen; si las semillas no están pegadas a los frutos, simplemente se sacuden dentro de una bolsa. En cuanto a los frutos semi carnosos, se hacen cortes a lo largo del fruto y se depositan las semillas sobre un papel. Es importante que en las semillas no queden restos de pulpa para evitar la proliferación de hongos, posteriormente se dejan secar a la sombra (figura 8).

Cualquiera que sea la consistencia del fruto, una vez obtenidas las semillas deberán almacenarse en sobres de papel o en frascos de vidrio (figura 8i y 8j) debidamente etiquetados con el nombre de la especie y la fecha de recolección y mantenerlos en un ambiente fresco y seco (Reyes, 1997).

En el caso de semillas de especies que crecen en zonas donde se registran temperaturas bajas será necesario hacerlas pasar por un tiempo en refrigeración a fin de inducir mayor germinación.

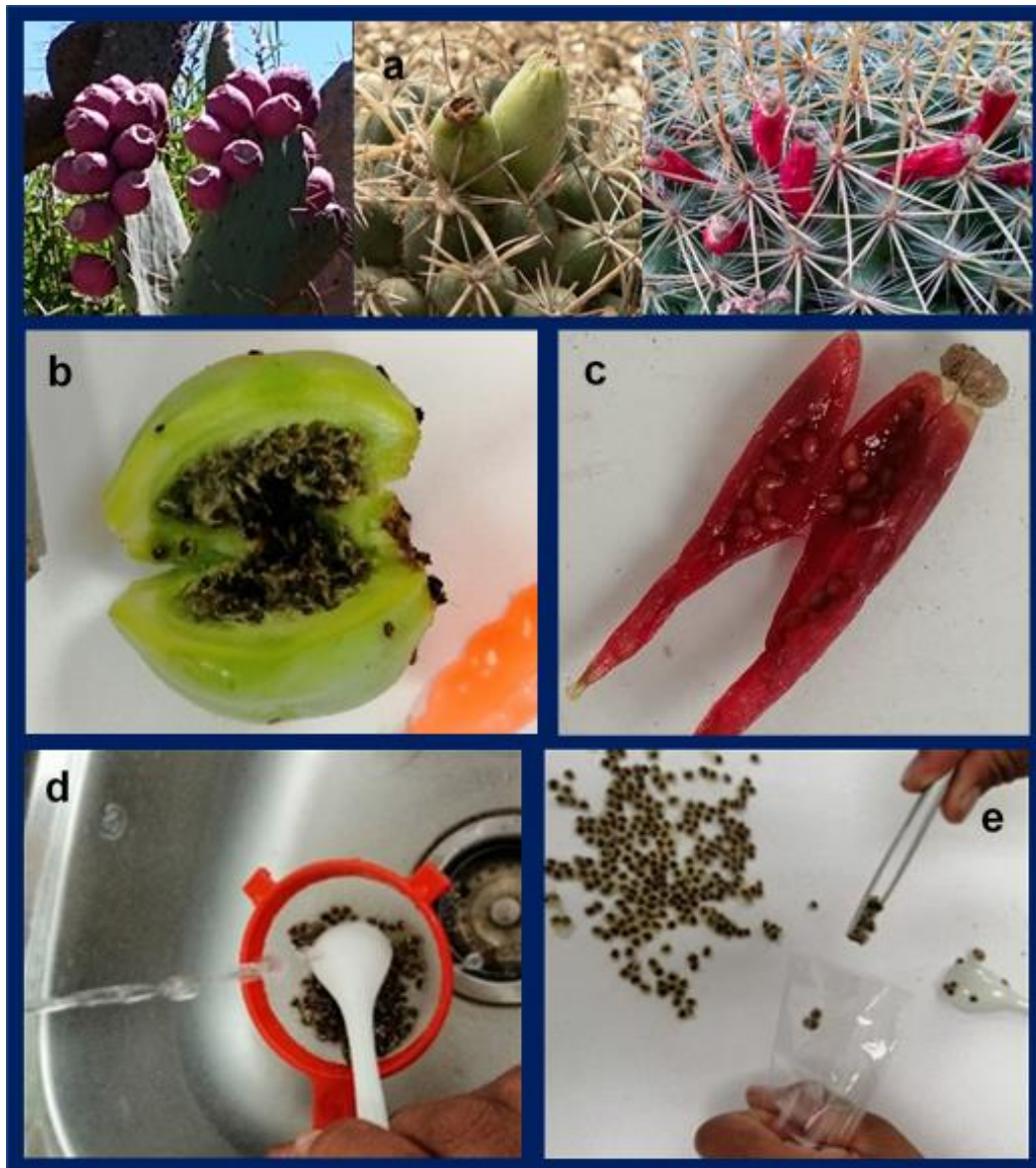


Figura 8. Frutos y su proceso para obtener la semilla. a) de izquierda a derecha: frutos carnosos, semi-carnoso y seco, b) fruto carnosos abierto, c) fruto seco abierto, d) lavado de semilla, e) almacenamiento de semilla.

Preparación de recipientes y sustrato para la siembra

La mejor época para proceder a la siembra es de mediados de marzo a abril ya que corresponde con la época de floración y desarrollo más activo de la mayoría de especies de cactáceas, aunque si se dispone de un lugar acondicionado con temperatura ambiental entre los 21 y 30°C puede realizarse lo largo de todo el año (Ballester, 1977).

Para sembrar las semillas se recomienda utilizar contenedores con tapa a fin de mantener un ambiente más o menos estable en cuanto a temperatura y humedad, lo cual favorecerá la germinación. Los dispositivos o contenedores pueden ser charolas de pvc o frascos de vidrio de boca ancha que permitan la aplicación del riego, así como la adecuada manipulación tanto de las semillas como de las plántulas.

Sin importar el tipo de contenedor que se elija, deberán ser lavadas y posteriormente desinfectadas con cloro al 10% (10 ml de cloro + 90 ml de agua); luego enjuagados abundantemente para eliminar el cloro, preferentemente con agua hervida o embotellada (Reyes *et al.*, 2001). La figura 9 muestra los materiales necesarios para la siembra de semillas.

Como sustrato se puede utilizar una mezcla de suelo de hoja cernida (50%) y granzón fino (50%). El granzón también es conocido como tepojal, piedra pómez, caltete, pumita, cascajo, cacahuatillo, etc. Con el fin de eliminar los microbios que pudieran contaminar a las semillas y mermar la germinación, el sustrato debe ser sometido a un proceso de descontaminación mediante calor a una temperatura cercana a los 120°C durante 15 minutos (esterilización). Lo anterior

puede hacerse utilizando una olla express o, a modo de baño María en una cubeta. Al enfriarse, el sustrato se coloca en la charola y, se Riega con agua estéril hasta que el sustrato esté saturado. Si la cantidad de sustrato a descontaminar es pequeña, puede hacerse incluso en horno de microondas, a potencia máxima durante cinco minutos.

Desinfección y rompimiento de latencia

Desinfección.

Tal como se hace con el sustrato, las semillas también deberán ser desinfectadas para eliminar los microorganismos que pudieran estar presentes en las mismas y así disminuir el potencial riesgo de contaminación. Los desinfectantes pueden ser productos químicos comerciales (fungicidas e insecticidas) o bien, preparados con productos naturales como el ajo; también se recomienda utilizar agua caliente (temperatura menor a 50°C) (ver anexo 2).

Rompimiento de latencia.

La latencia es un estado en el que las semillas no tiene capacidad de germinación. De manera natural, la latencia se rompe con el tiempo o con el paso de las semillas por el tracto digestivo de aves y mamíferos que las consumen. En las prácticas de cultivo, entre los tratamientos que se utilizan está la inmersión de las semillas en ácido, el lavado y la escarificación química o mecánica (anexo 3.2). Mediante estos procesos se busca adelgazar la testa y/o remover compuestos químicos propios de la semilla para promover la germinación en menor tiempo (Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yañez, 2000).

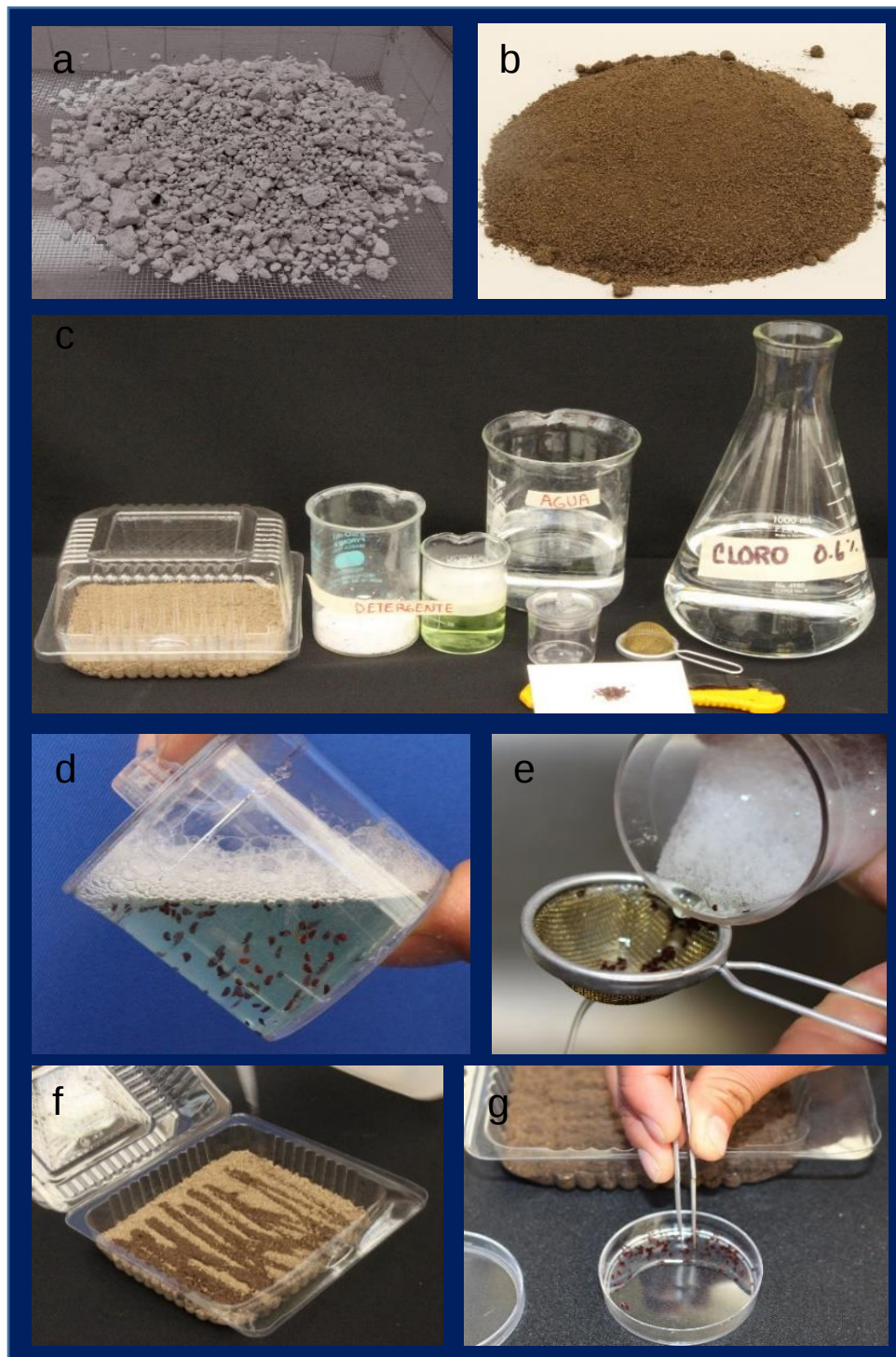


Figura 9. Siembra de semillas. a y b) sustratos, c) soluciones y materiales, d y e) desinfección de semillas, f) humedecimiento del sustrato y, g) siembra.

Los métodos de escarificación son mecánicos y químicos. La elección del mismo dependerá de la dureza de la testa, así como del tamaño de las semillas. Para las cactáceas se prefieren los métodos químicos o con productos naturales ya que además de adelgazar la cáscara de las semillas, se eliminan parte de los patógenos presente en las mismas. En el anexo 3 se describen algunos de los tratamientos utilizados.

Siembra

El sustrato deberá ser humedecido previamente a la siembra de las semillas. Las mayores a 5 mm, se siembran una por una, sumergiéndolas en el sustrato con ayuda de pinzas o pinceles, procurando no encimarlas; semillas menores a 5 mm, se pueden esparcir de forma homogénea sobre el sustrato húmedo; posteriormente se cubrirán con una capa fina de sustrato. Las semillas muy pequeñas (1 mm o menos) no se cubren con la capa de sustrato ya que por su tamaño tienen poca reserva nutrimental y podrían no alcanzar a emerger.

Una vez sembradas, se cierra el contenedor, y se colocan bajo una malla de sombra al 60 o 70% de luz, procurando mantener la temperatura entre 20 y 25°C. Bajo estas condiciones, la germinación iniciará entre los siete y diez días posteriores en la mayoría de las especies. Es importante señalar que los requerimientos entre las especies no son iguales, de modo que el periodo de germinación es muy variable y puede prolongarse varias semanas e incluso meses.

Es fundamental controlar la humedad del sustrato, procurando que se mantenga húmedo, pero sin aplicar agua en exceso a fin de evitar la aparición de patógenos. Desde la siembra y durante las tres primeras semanas a partir de la germinación de las semillas, el agua

de riego debe ser estéril o embotellada, posteriormente se utilizará agua corriente.

Para favorecer el desarrollo de las plantas, se recomienda que después de tres meses de iniciada la germinación de las semillas, se utilice un fertilizante especial para cactáceas (formulación NPK especial) en disolución de 1 gr por litro de agua destilada o baja en minerales; esta forma de fertilización, se repite a los seis meses o antes del trasplante.

Trasplante

Cuando las plántulas alcanzan 1 cm de altura (figura 10), se pasarán a otra charola cuyo contenido en materia orgánica sea mayor para que éstas se desarrollen más rápido.

El trasplante definitivo a contenedores individuales (macetas de 5 cm de diámetro) se realiza cuando las plantas ya han desarrollado sus hojas o espinas y tallo característicos (Ballester, 1977). A partir de este trasplante, se debe aplicar un riego moderado cada cuatro días, lo cual dependerá también de la temperatura ambiental del lugar de trabajo. Junto con el riego se puede aplicar fertilización controlada y además se deberán aplicar tratamientos para el control de parásitos (insectos y arañas).



Figura 10. Plántulas de *Coryphantha ottonis* con el tamaño apropiado para el primer trasplante.

2.3. Reproducción Vegetativa

Además de obtener individuos nuevos en poco tiempo, la propagación vegetativa ofrece la ventaja de que los nuevos individuos son idénticos a la planta de procedencia. Esto es importante cuando se quiere tener muchos ejemplares iguales.

2.3.1 Propagación por esquejes

Es el método asexual más fácil para propagar las cactáceas, así como otras plantas suculentas. La época apropiada para la propagación por este método es de mayo a agosto cuando las plantas presentan mayor desarrollo vegetativo, aunque dependiendo las condiciones podría iniciarse desde marzo (Ballester, 1977).

Obtención de los esquejes

Se inicia cortando trozos del tallo de la planta elegida, se colocan en un lugar seco y bien ventilado durante una o dos semanas, hasta que el corte cicatrice.

Las herramientas para seccionar, navajas o cuchillos, deben ser desinfectadas antes de cada corte, para lo cual se sumergen en alcohol y en seguida se pasan por una flama, dejarlas enfriar y proceder a cortar; posteriormente se puede colocar un poco de azufre o carbón vegetal molido y cernido sobre el corte para facilitar el enraizamiento y evitar la proliferación de hongos o bacterias (Reyes *et al.*, 2001). En cactus de forma columnar se prefiere cortar en bisel toda la periferia de la base para promover una mejor emisión de las raíces. La figura 11 muestra algunas plantas apropiadas para la obtención de esquejes.

El tiempo que transcurra desde el corte hasta la cicatrización dependerá de las condiciones climáticas y del grosor y carnosidad de los ejemplares; si son poco carnosos la cicatrización tiene lugar en una o dos semanas, en el caso de ejemplares grandes y carnosos, puede transcurrir un mes o un poco más, pero siempre habrá que asegurarse de que la herida basal esté perfectamente seca al momento de la plantación. En cualquier caso, durante el proceso de cicatrización, el esqueje deberá ser manipulado en un lugar fresco, sombreado y ventilado (Ballester, 1977).

Siembra. Previo a la siembra, el sustrato debe ser humedecido moderadamente. Al introducir el esqueje en el sustrato, no debe hundirse demasiado, recomendable entre dos y cuatro cm. Los riegos subsecuentes deberán ser moderados a fin de mantener un grado de humedad ligero en el suelo, en general, a mayor grosor y carnosidad del esqueje, menor humedad. En el caso de especies epifitas como *Zygocactus*, *Schlumbergera* o *Epicactus* (figura 10) el sustrato debe ser fino y la humedad mayor (Ballester, 1977).

De los esquejes sembrados surgirán las raíces que desempeñan la función de fijación y absorción. Este método es particularmente recomendable para nopales, órganos y epifitas.

2.3.2 Propagación por vástagos o hijuelos

La obtención de los vástagos o hijuelos, es relativamente sencilla. La técnica consiste básicamente en desprender los brotes que emergen naturalmente alrededor de la planta madre (Figura 9, d, e y f), lo cual ocurre comúnmente en las plantas globosas que forman clones, como las especies de *Mamillaria*, *Coryphanta*, *Notocactus* o *Echinocereus*. Una vez separados se dejan en un sitio seco y ventilado alrededor de dos semanas, hasta que el punto de desprendimiento seque y cicatrice. Una vez cicatrizados, los

vástagos se siembran en un sustrato ligeramente húmedo, colocando la cicatriz en contacto con el sustrato, a una profundidad de dos a cuatro cm. Si el vástago es pequeño, se sumergirá en el sustrato no más de un tercio de su tamaño. También se puede cortar transversalmente a la planta y así se logra mayor número de brotes. Mediante este método, se obtienen de manera rápida plantas adultas (Reyes, 1997).

2.3.3 Propagación por injerto

Este es otro método de propagación vegetativa o asexual que consiste en hacer que los tejidos de dos plantas vivas distintas, se unan y se desarrollen como una sola. Se utiliza en las cactáceas y otras plantas, con diferentes objetivos: para ayudar a aquellas que tienen dificultad para vivir directamente en el suelo por las condiciones poco favorables como salinidad o presencia de metales; para obtener ejemplares raros o llamativos o bien, para salvar plantas que han perdido su sistema radicular, principalmente especies raras, vulnerables o amenazados de extinción (Reyes et al., 2001).

El injerto en las cactáceas no tiene especial problema si se tienen en cuenta algunas normas. La técnica consiste básicamente en colocar una planta, el injerto, sobre otra que funciona como pie de injerto, llamada también porta injerto o planta patrón. El pie de injerto se convierte en el soporte y proveedor de los elementos nutrimentales que requiere el injerto para su desarrollo. En la figura 12 se muestran algunas de las cactáceas utilizadas comúnmente como pie de injerto, son especies de los géneros *Myrtillocactus* (garambullo), *Pereskopsis* (alfilerillo), *Hylocereus undatus* (pitahaya) y de *Opuntia* (nopal).



Figura 11. Ejemplos de cactus apropiados para obtener esquejes y vástagos. a, b y c) para esquejes, d, e y f) para vástagos o hijuelos.



Figura 12. Cactus comúnmente usados como porta injerto. a) Garambullo, b) pitahaya, c) alfilerillo y, d) nopal.

Las consideraciones que deben tenerse al seleccionar al portainjerto son, principalmente:

1. Seleccionar ejemplares sanos.
2. Que el ejemplar sea joven pero maduro para que pueda aportar los nutrimentos necesarios para el injerto. Los ejemplares viejos o muy leñosos dificultan la unión de ambas plantas.

El mejor momento para llevar a cabo este tipo de propagación es cuando tanto el injerto como el patrón se encuentran en la época de mayor crecimiento, lo cual se da en primavera y principios del verano. Si bien puede realizarse en época de frío, se debe considerar que este tipo de plantas generalmente entran en estado de reposo y por tanto la cicatrización y la unión de los ejemplares será más prologada (Ballester, 1977).

Las formas de injerto más utilizadas para las cactáceas son: de caras planas, de cuña y lateral. La más utilizada por su practicidad y los buenos resultados que se obtienen es el de caras planas. Para realizarlo, se deben tener todos los materiales necesarios como una navaja bien afilada que se deberá desinfectar antes de los cortes, alcohol, cinta de plástico adherible y, por supuesto, las plantas que funcionarán como porta injerto e injerto (Figura 13).

Primero, se toma la planta patrón y se corta el tallo transversalmente, más o menos seis centímetros por debajo de la parte apical, en un solo movimiento procurando que el corte sea uniforme, sin aristas que dificulten el acoplamiento de las plantas. La parte superior eliminada puede usarse como esqueje una vez que cicatriza. En cuanto al ejemplar que funcionará como injerto, se le corta por la base de manera uniforme conforme a la forma de injerto seleccionada, igual que en el caso del porta injerto; luego se frotan presionando ligeramente uno contra otro, cuidando de hacer coincidir una parte de los haces o anillos vasculares (el corazón), de

ambos ejemplares (figura 14 e y f). Esto es importante porque es a través de los haces vasculares que se transportan los nutrimentos, del pie de injerto o porta injerto, hacia el injerto.

Si las costillas de los extremos superiores del porta injerto son muy grandes, deben ser cortados en bisel (Figura 14c), para evitar el surgimiento de brotes a partir de las areolas más altas, hecho que tiende a disminuir las posibilidades de prendimiento, además dichos brotes podrían pinchar al injerto, dañándolo (Ballester, 1977). Para mantener unidos patrón e injerto, durante el período de prendimiento se mantendrán sujetos uno a otro, utilizando bandas elásticas o hilos gruesos (Figura 14b).

Cuando el injerto tiene hojas y tallos poco carnosos, como los cactus epifitos *Zygocactus*, *Epiphyllopsis*, la técnica de injerto recomendable es el corte vertical en el centro, dentro del cual se coloca o inserta el injerto (Ballester, 1977). Otra forma consiste en hacer un corte inclinado en el porta injerto y a continuación separar una delgada capa de tejidos en una de las caras del segmento a injertar. Se unen ambas caras seccionadas y se procede al atado; ocho días después se eliminan las ataduras del injerto. Tres a cuatro semanas después del injerto, las plantas podrán tratarse con normalidad.

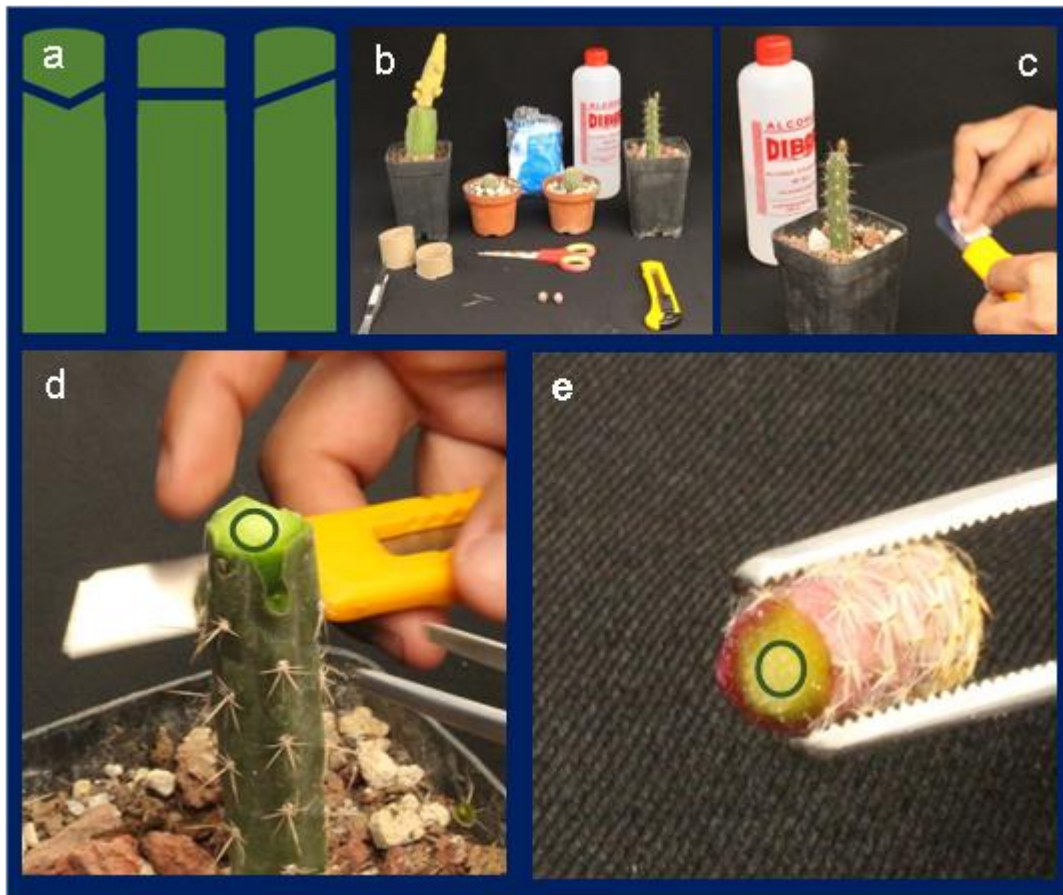


Figura 13. Preparación del porta injerto. a) tipos de corte comúnmente utilizados: cuña, plano y diagonal, b) materiales para el corte, c) limpieza de navajas antes del corte, d) porta injerto con corte plano, e) injerto con el mismo tipo de corte que el porta injerto.

Todo este procedimiento debe ser realizada bajo sombra y no se aplicará riego durante siete días. También es posible injertar plantas epifitas raras o en peligro de extinción cómo las del género *Aporocactus* sobre especies del género *Opuntia* e incluso sobre otros cactus epifitos como *Selenicereus grandiflorus* (figura 15).

La planta injertada quedará fija hasta que forme nuevas raíces o en el caso de cultivares, especies variegatas, híbridos o plantas madre injertadas para la producción de flores, frutos y vástagos en menos tiempo quedarán injertadas toda su vida, por lo que en caso de la muerte del portainjerto se procederá a injertar nuevamente sobre otro porta injerto.



Figura 14. Propagación por injerto. a) Colocación del injerto sobre el portainjerto, b) Sujeción de injerto con cinta plástica c) corte en bisel (flecha) de portainjerto con espinas largas y arreglo denso, d) injerto sobre portainjerto cortado en bisel, e) colocación incorrecta y f) colocación correcta de los anillos del injerto sobre el portainjerto.



Figura 15. a y b) *Aporocactus flagelliformis*, flor e injerto sobre garambullo, c y d) *Selenicereus grandiflorus*, planta y flor (tomada de Campos Díaz et al. 2020).

2.3.4 Propagación por cultivo de tejidos vegetales.

El término de cultivo de tejidos vegetales (CTV) se utiliza para describir la siembra y desarrollo de cualquier parte viva de un ejemplar de una especie de planta bajo condiciones ambientales controladas, totalmente libre de microorganismos y utilizando como sustrato diferentes medios de cultivo artificiales. Los explantes, las partes de una planta que pueden ser utilizadas para el CTV, son por ejemplo las hojas, o trozos de tallo.

Esta técnica de cultivo es una alternativa muy importante cuando la germinación y/o la tasa de crecimiento son muy bajos, tal como ocurre en muchas de las especies de cactus, promoviéndose así el incremento en la producción de plantas.

III. Cuidados básicos para el cultivo de cactáceas

Las indicaciones expuestas en este manual son generales para las cactáceas por lo que es importante señalar que cada especie tiene demandas especiales, dependiendo de su lugar de origen y fisiología. Para los cultivadores inexpertos es aconsejable elegir inicialmente especies fuertes y fáciles de reproducir, y sobre todo, que no estén contempladas dentro de la Norma Oficial Mexicana 059. Conforme se vaya adquiriendo experiencia, tanto en el reconocimiento de especies como de su manejo, se podrá experimentar con ejemplares de aquellas especies que requieren mayores cuidados.

3.1 Los sustratos

La mayoría de las cactáceas pueden sobrevivir en cualquier tipo de sustrato, aunque para su propagación en vivero o invernadero es recomendable que éste tenga buen drenaje y alto contenido de materia orgánica a fin de incrementar las posibilidades de éxito en el establecimiento y desarrollo de las plantas. La elección del sustrato resulta de vital importancia ya que es de donde la planta tomará los nutrimentos necesarios para su establecimiento y desarrollo. Algunos sustratos recomendables para los cactus, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentren, son:

Para germinación de semillas:

1. Suelo, lama (*Sphagnum*) y arenilla de hormigueros mezclados en partes iguales (Reyes, 1997).
2. Tepetate y suelo negro, en combinación de dos partes a una respectivamente (Bravo y Scheinvar, 1999).

3. Suelo de hoja cernida y granzón fino (piedra pómez de origen volcánico), mezclados en partes iguales. (Reyes, 1997).

Para esquejes e hijuelos:

4. Suelo de hojas cernida, lama y granzón mezcladas en proporción 1:1:2, respectivamente.

5. Mezcla de suelo de hoja y carbón vegetal en proporción en partes iguales.

6. Arena gruesa y lama (sphagnum) en partes iguales.

Idealmente los sustratos deben ser desinfectados, ligeramente ácidos (pH de 6.0 a 6.5), y tener un tamaño de partículas más o menos uniformes, para la mayoría de las cactáceas.

3.2 Condiciones Ambientales

Temperatura. El intervalo de temperatura en el que se desarrollan las cactáceas es muy amplio, desde los 10°C durante el invierno hasta los 45°C en los días calurosos, pero requieren de temperaturas frías para la floración. Aunque se recomienda que en invernadero las plantas se mantengan entre los 25°C y 35°C para la germinación de las semillas la temperatura más favorable se ubica entre 17°C y 34°C, situándose el óptimo en 25°C, en la mayoría de los casos.

Las temperaturas bajas no favorecen a las cactáceas por lo que deben ser protegidas de éstas; heladas y granizadas les producen quemaduras. La restricción del riego en la temporada fría les permite resistir mejor los rigores del invierno (Bravo y Scheinvar, 1999), en parte, debido a que en tal época del año, la evaporación de agua es menor y, por tanto, la planta requiere menos agua.

Luz. Aunque la mayoría de estas plantas crecen bien bajo condiciones de alta radiación solar y periodos largos de sequía, se debe recordar que las condiciones ambientales naturales del lugar de procedencia deben ser consideradas, por ello, algunas especies viven mejor y conservan mejor su apariencia original protegidas por una sombra parcial (Bravo y Scheinvar, 1999).

En condiciones de cultivo, las plantas jóvenes nunca deben exponerse directamente al sol por periodos prolongados, ya que podría producirles quemaduras e incluso la muerte. Un poco de sol por las mañanas y luz brillante el resto del día es suficiente. Por lo general, si se observa que las plantas adquieren un color amarillento, aparecen manchas parduzcas o blanquecina en los ápices podría tratarse de exceso de sol y por tanto habrá que reducir el tiempo de exposición; la luz solar filtrada a través de un vidrio o plástico blanco u opaco favorecerá el desarrollo de las plantas. Por otro lado, demasiada sombra por periodos largos hará que el crecimiento de las plantas sea aún más lento, causando un alargamiento exagerado y estrechamiento del diámetro apical. La figura 15 muestra algunos daños causados a los cactus, por mal manejo.

Las especies que crecen mejor con exposición prolongada al sol son las provistas de filamentos, aquellas con espinas muy fuertes o que presentan un arreglo denso y cerrado, ya que la radiación solar alta les ayuda a la formación y coloración de las espinas y pelos; con baja insolación e iluminación su crecimiento es débil y adquieren una coloración pálida, además de hacerse sumamente sensibles a las enfermedades parasitarias. Contrariamente, las especies con pocas espinas toleran mejor el sombreado (Ballester, 1977). Estas características pueden utilizarse, en primera instancia, para decidir el sitio en el que el cultivador coloca su ejemplar. Caso particular son los cactus epífitos, los cuales para su cultivo requieren de humedad ambiental y sombra parcial; esta sombra se puede aportar utilizando

una malla, preferentemente de color, para disminuir la cantidad de radiación (Bravo y Scheinvar, 1999).

Si bien algunas especies de cactus podrían ser mantenidas en interiores, deben estar situadas en espacios que les aporten la luz y el calor necesarios, por ejemplo, una ventana. En estas condiciones, el ambiente no es homogéneo por lo que la planta deberá ser girada periódicamente, cada 15 o 20 días, para evitar que se deforme por el fototropismo (atracción que ejerce la luz).

Humedad ambiental. Los cactus deben mantenerse en un ambiente donde circule el aire, especialmente aquellas procedentes de zonas secas, a fin de disminuir el riesgo de infección por hongos. Caso contrario es el de las cactáceas que naturalmente crecen cerca de la costa o las epífitas, que necesitan más humedad; tal condición se puede controlar en el invernadero aplicando riego cada cierto tiempo, dependiendo de las especies, o saturando el piso con agua. Al evaporarse el agua, se humedece el ambiente (Bravo y Scheinvar, 1999).

3.3 Riego

Debido a que las especies tienen diferentes requerimientos, no se tienen reglas establecidas con exactitud. Sin embargo, de manera general las cactáceas nunca se deben regar en exceso. Durante las estaciones de primavera a otoño al predominar condiciones de alta temperatura y radiación se puede regar a punto de escurrimiento cada 10 o 15 días; durante el invierno las condiciones ambientales cambian y por ello el riego se espaciará aplicando cada 20 o 30 días. De forma práctica, es recomendable dejar que el suelo se seque casi por completo, antes de aplicar otro riego (Ballester, 1977). Debe tenerse en cuenta que con temperaturas inferiores a 10°C los cactus

no deben recibir riego para disminuir el riesgo de pudrición e incluso el daño por congelamiento. Otra consideración es que las plantas jóvenes, en proceso de mayor crecimiento, requieren aporte de agua con mayor abundancia y constancia que las plantas adultas.

Además de todo lo anterior, el riego debe aplicarse sobre el sustrato ya que, si se riega sobre las plantas, debido a las características de sus tallos y la presencia de espinas podrían guardar humedad, lo que promueve la aparición y proliferación de hongos y bacterias. Finalmente, se recomienda regar por la mañana o muy tarde para que haya mejor aprovechamiento del agua.

Por otra parte, los cactus, como otras plantas, deben trasplantarse cuando en el sustrato se presenten problemas de parásitos, hongos o cualquier otro agente de daño. Se hará necesario cambiar a la planta de maceta, cuando haya crecido tanto que ya esté muy presionada (figura 17) o cuando sus raíces salgan por los orificios para drenar el agua. Es necesario considerar que el suelo que utilicemos debe estar desinfectado, para evitar enfermedades en las raíces o que se vuelva a contaminar con parásitos. En ningún caso se deberá trasplantar un cactus en etapa de floración, pues ésta se detendrá por completo. La falta de crecimiento y color normales de la especie o simplemente, un tamaño desproporcionado entre planta y maceta, indican que se hace necesario el trasplante.



Figura 16. Daños causados a las cactáceas por manejo inadecuado. A y b) alargamiento por permanencia en la sombra, c) ejemplar muerto por falta prolongada de agua, d, e y f) plantas atacadas por hongos, debido al exceso de agua.



Figura 17. Maceta con demasiados ejemplares que necesitan ser trasplantados.

Una vez efectuado el trasplante, y en el caso de que éste se haya realizado en primavera o verano, se mantendrá el suelo sin regar durante 3-6 días para dejar que cicatricen las heridas que se haya producido a las raíces durante la manipulación, manteniendo la maceta durante ese período al abrigo de los rayos del sol. Posteriormente podrán aplicarse con prudencia, los primeros riegos para posteriormente, regar con regularidad (Ballester, 1977).

Como parte de los sustratos, tanto para siembra como para trasplante, se aconseja el uso de una capa de grava, tezontle, arena gruesa de río o carbón vegetal en el fondo de la maceta, a fin de mantener un buen drenaje y así evitar la acumulación de agua; la cantidad de estos materiales dependerá del tamaño de la maceta. En la superficie, una vez hecho el trasplante, se puede añadir una capa de gravilla que ayudará a que la planta se sostenga mejor y se disminuya la evaporación del agua; además, puede servir como decoración haciendo que la maceta luzca mejor.

3.4 Tipo de macetas

Dependiendo del tamaño y de la especie de cactus se elegirá el tamaño de la maceta. En general no deben ser exageradamente grandes comparadas con la planta. Debe evitarse colocar ejemplares en exceso en una misma maceta, ya que la competencia por recursos puede inhibir el crecimiento de los individuos.

En cuanto al tipo de macetas, las de plástico cuadrangulares tienen la ventaja de ser impermeable y por tanto el agua se pierde menos rápidamente que en las de barro, lo que contribuye a disminuir la frecuencia de la aplicación de riego; adicionalmente, el plástico es menos pesado que el barro. En contraparte, la ventaja que ofrece una maceta de barro es que, al ser éste un material permeable, se disminuye el riesgo de pudrición de la raíz, en el caso de riego

excesivo (Ballester, 1977). Cualquiera que sea el tipo de maceta que se utilice, pueden reutilizarse cuidando siempre de lavarlas y desinfectarlas antes de su nuevo uso.

Desde un punto de vista práctico, las macetas con forma cuadrangular, permiten un mejor aprovechamiento de los espacios, con respecto a las de forma redonda.

3.5 Fertilización

En el caso de la fertilización, quizá lo idóneo sería tratar de imitar las características del sustrato de los sitios naturales de crecimiento de cada especie, sin embargo, esto resulta altamente complicado. Por ello, y de manera general, se puede utilizar harina de hueso o fertilizantes químicos, preparados en proporción 6-15-12 de nitrógeno, potasio y calcio. Después de la fertilización es importante regar para evitar quemaduras en la planta. La frecuencia de la aplicación puede ser cada tres y hasta seis meses en ejemplares adultos; de quince a veinte días para ejemplares jóvenes en desarrollo.

Otra forma de mantener el sustrato rico en nutrientes es cambiar la primera capa (2-3 cm) de sustrato cada 2 o 3 meses, y agregar tierra rica en nutrientes (humus de lombriz y Tezontle en proporción 1-1) para asegurar que el suelo tiene los nutrimentos necesarios para el pleno desarrollo de los cactus.

IV. Plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades puede hacerse en diferentes formas dependiendo del tipo de organismo causante y del grado de infestación en una planta o un cultivo.

Las prácticas culturales adecuadas son un factor que reducen la habilidad de los patógenos para instalarse y sobrevivir: seleccionar plantas madre sanas y procurar que la humedad, tanto ambiental como del sustrato, sea la apropiada. En el caso de tener plantas altamente contaminadas y difícilmente controlables, se recomienda eliminarlas para evitar la propagación de la plaga. Es mejor perder algunos ejemplares y no toda la colección.

Otra forma de controlar a los insectos que dañan a las plantas es el control biológico. Este tipo de control es recomendable cuando las plagas o enfermedades son leves, y consiste en el uso de organismos que naturalmente atacan al insecto que está afectando a las plantas de interés. Sin embargo, se debe conocer muy bien la biología de la plaga que ataca a las plantas para saber qué otro organismo lo ataca y en qué momento aplicarlo.

Aunque el control químico puede ser el más rápido método, es importante saber que suele ser muy agresivo para el ambiente de manera que su aplicación será solo en los casos en que la plaga presente niveles muy altos. Si bien, mediante los insecticidas y fungicidas químicos se erradica la población de plagas y patógenos que atacan a un cultivo, se corre el riesgo de afectar a otros organismos que son benéficos.

4.1 Plagas

Son varias las plagas que afectan a las cactáceas, atacan sus tallos y raíces causándoles diversas enfermedades que pueden ser transmitidas a otras plantas. Por ello es recomendable revisar las plantas con regularidad para prevenir y controlar los organismos que pudieran causar pérdidas a la colección.

Cuando el ataque de una plaga es aún leve, se puede hacer un control mecánico, quitando cada uno de los insectos o aplicando una solución jabonosa en la parte afectada; si la plaga se ha propagado a varios individuos, pero aún se pueden tratar uno a uno, se les separará para tratarlas o incluso, para eliminarlas de forma definitiva pero nunca serán arrojadas a la basura sin antes descontaminarlas o quemarlas. Uno de los principales enemigos de las cactáceas es la cochinilla algodonosa (género *Aenoidiella*), la cual está cubierta por una secreción serosa de aspecto algodonoso (Figura 18a); este insecto se instala en la parte aérea, provocando que las plantas tengan un desarrollo más lento y las hace más susceptibles al ataque de hongos o bacterias.

El piojo o cochinilla algodonosa de las raíces es otro insecto de aspecto similar al anterior, pero ataca a las raíces, principalmente de plantas en maceta, hasta destruirlas. En las masas algodonosas sobre o cerca de las raíces se encuentran los huevecillos del insecto (figura 18b). En general es difícil eliminar a las cochinillas, pero, como se mencionó arriba, se debe revisar frecuentemente y, en su caso, cambiar del sustrato por uno nuevo previamente esterilizado y eliminar las partes dañadas (anexo 2). El tratamiento tanto por métodos químicos u otros métodos se ha de dirigir especialmente a los estados larvarios, que son más sensibles que los adultos.

Si no son abundantes, estas cochinillas se pueden eliminar con agua a presión para retirar completamente la plaga y sus huevecillos; retirarlas manualmente utilizando unas pinzas, o bien con ayuda de un algodón remojado en alcohol y dispuesto sobre un palillo (Figura 18). Enseguida, se deberá espolvorear la planta con un insecticida cuya base sea azufre. El caldo sulfocálcico o polisulfuro de calcio es un insecticida recomendable por ser relativamente amable con el ambiente. En el anexo 2 se describe la manera de elaborar algunos insecticidas.

En cualquier caso, es aconsejable colocar la planta en un espacio separado hasta estar seguro de que ya no está plagada (Reyes, 1997). En casos extremos de invasión de estos y otros insectos como la mosca blanca, pulgones y trips se recomienda aplicar químicos como dimetoato o diazinon 25% CE, en proporción de 1.5 a 2 g diluidos en un litro de agua.



Figura 18. Parásitos que atacan a los cactus. a) cochinilla algodonosa sobre un cladodio de nopal, b) cochinilla algodonosa de la raíz, c) Gomosis causada por un hongo.

Los productos químicos siempre tienen cierto grado de toxicidad por lo que antes de usarlos se debe leer la etiqueta para conocer su grado de toxicidad y otras indicaciones, además de utilizar equipo de protección adecuada (figura 19).

Entre otras precauciones, los insecticidas químicos no deben aplicarse directamente en cuerpos de agua ya que son altamente tóxicos para peces y plantas acuáticas, ni en sitios donde los mantos acuíferos se encuentren a menor de 75 cm de profundidad o los suelos sean altamente permeables (arenosos). También debe cuidarse de no aplicarlo en época de floración de los cultivos ya que, como se dijo antes, se pueden afectar otros organismos, como las abejas, las cuales son muy sensibles a estos productos. En general, dependiendo de los ciclos de cultivo, se aplican por la mañana o por la tarde evitando las horas de máximo calor, o bien, en temporadas frías.

Otra plaga, común en los nopales, es el picudo de nopal (*Cactophagus spinolae*), organismo que perfora la parte aérea y se alimenta tanto de las flores como de la pulpa, causando el debilitamiento de la planta. Cuando en una planta dañada no se descubren insectos en el tallo, habrá que pensar en la posibilidad de que el causante se halle en las raíces. Entonces deberá desarrollarse el plan de revisión de este órgano, cortando las partes que se encuentren dañadas, espolvoreando las plantas con insecticida azufroso y cambiándolas de maceta. Si las raíces están totalmente invadidas por la plaga o la enfermedad, es mejor cortar todo el sistema radicular, curar las heridas con azufre o polvo insecticida azufroso, dejar cicatrizar y plantar nuevamente para que se produzcan nuevas raíces. Tanto en los tallos como en las raíces deberá cortarse toda la parte hasta llegar a los tejidos verdes y sanos, y cubrir la herida con el mismo polvo insecticida azufroso o con simple flor de azufre (azufre en polvo).

En jardines exteriores, las plantas pueden ser atacadas por los caracoles, babosas, pulgones y cochinillas, debido a la humedad. Estas plagas pueden ser evitadas rociando nicotina en polvo o en solución disolviendo una cucharada en medio litro de agua, aplicando alrededor de la planta, nunca sobre ella. Algunas veces el mal aspecto de las cactáceas es resultado de una mezcla inadecuada de suelos, falta de sol o de ventilación y falta o exceso de humedad. Al adquirir nuevas plantas siempre hay que revisarlas meticulosamente para evitar la introducción de plagas y enfermedades.

Los cactus tienen una forma de metabolismo conocido como "CAM" que básicamente consiste en que, a diferencia de otros grupos de plantas que lo hacen en el día, durante la noche llevan a cabo el intercambio de gases, entra a la planta el dióxido de carbono (CO_2) presente en el aire, y sacan el oxígeno que produce. Por eso, durante el día mantienen cerrados sus estomas, que es por donde se lleva a cabo el mencionado intercambio de gases. Esta característica puede ser aprovechado para controlar plagas si éstas se presentan en pocas plantas dentro del cultivo (anexo 2).



Figura 19. Equipo básico de protección para la aplicación de productos tóxicos. a, b y c) equipo básico, d) persona debidamente protegida fumigando plantas.

4.2 Enfermedades

Las enfermedades en los cactus pueden aparecer en las partes aéreas, en la raíz y en el cuello o base de la raíz. Son causadas principalmente por bacterias, virus y hongos; el mal manejo, incluido el del ambiente y la aplicación de fumigantes, contribuye altamente a que estas enfermedades se presenten, (Zimmermann y Granata, 2002).

Entre las enfermedades causadas por hongos están, la fusariosis, la roya, pudrición de la raíz, la mancha dorada; las bacterias pueden causar pudrición blanca y mancha negra. Es común que los hongos aparezcan en las plantas debilitadas por ataques de insectos o por exceso de humedad por un tiempo prolongado.

Para combatir bacterias y hongos se puede emplear productos que contengan cal y/o cobre, como el caldo bordelés (anexo 2). En espacios cerrados es necesario mantener una buena ventilación, y procurar que tanto la temperatura como la humedad sean las adecuadas, a fin de prevenir la aparición de plagas y enfermedades.

V. Anexos

Anexo 1. Preparación de materiales

1. **Lugar de trabajo.** Se requiere de invernaderos o viveros acondicionados con mesas metálicas o camas de concreto.
2. **Contenedores.** Para sembrar las semillas se pueden utilizar charolas de plástico transparente o frascos con boca ancha, ambos con tapa a fin de crear un micro ambiente que mantenga tanto la humedad como la temperatura más o menos constantes, que favorezcan la germinación.
3. **Sustrato.** Rutinariamente se usa una mezcla de suelo de hoja cernida y granzón fino o arenilla de hormiguero en proporción de uno a uno, para el trasplante de plantas a partir de semilla.
4. **Limpieza y descontaminación.**
 - 1) De contenedores. Las charolas o frascos deben ser lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 10% (10 mL de cloro en 90 mL de agua); posteriormente se enjuagan muy bien con agua hervida y se dejan secar; el mismo procedimiento para cualquiera otro utensilio que no sea para cortar los brotes o esquejes.
 - 2) Del sustrato. Para eliminar organismos que pudieran dañar a las semillas o pequeñas plantas, el sustrato se pasteuriza a una temperatura cercana a los 120°C durante 15 minutos esto puede hacerse en una vaporera o en olla express a manera de baño María.

3) De herramientas cortantes. Cuchillo, bisturí y/o navajas se limpian bien con un algodón empapado en alcohol y se pasan por una flama, justo antes de utilizarlos y antes de cada corte. Se dejan enfriar antes de efectuar el corte.

Anexo 2. Preparación de insecticidas

2.1 Caldo Bordelés.

Este compuesto es tóxico por lo que debe mantenerse fuera del alcance de animales y niños. Al manipularlo se debe utilizar vestimenta de protección adecuada.

Materiales:

Sulfato de cobre (80 g)
Cal viva (de piedra) (80 g)
Recipientes de plástico (dos)
Varilla o cuchara de madera (dos)
Agua (20 L)

Preparación:

- En uno de los recipientes depositar 18 litros de agua, agregar la cal viva y remover hasta disolver.
- En otro recipiente depositar 2 litros de agua, agregar el sulfato de cobre y remover hasta disolver.
- Después de diluir los dos ingredientes por separado, mezclar poco a poco. Al momento de combinar las soluciones de sulfato de cobre y cal; se debe vaciar el sulfato disuelto sobre la cal, NUNCA al contrario porque el caldo pierde su eficiencia.

Cuidados en la elaboración:

En la elaboración del caldo bordelés no deben utilizarse recipientes plásticos.

Al disolver la cal viva en el agua, la reacción hace que la mezcla alcanza temperatura de ebullición y llega a salir del recipiente por lo tanto se debe tener cuidado para evitar alguna quemadura (en este

paso es mejor utilizar recipiente metálico y luego, al enfriarse, vaciarlo al de plástico).

El caldo bordelés no debe aplicarse durante la temporada de floración, por el efecto negativo que pudiera tener sobre los polinizadores.

2.2 Caldo Sulfocálcico o Polisulfuro de Calcio

Materiales:

Cal apagada o viva (medio kg)

Azufre (1 kg)

Agua (3 a 6 litros)

Recipiente de plástico (uno)

Cubeta de metal (una)

Recipiente de metal con capacidad suficiente para la mezcla (uno)

Pala de madera

Preparación:

1. Si usa cal viva, apagarla colocándola en la cubeta metálica y agregar un litro de agua, dejar que reaccione.
2. Disolver el azufre en aproximadamente un litro de agua.
3. En el recipiente metálico grande poner dos litros de agua
4. Enseguida verter la cal ya apagada y luego el azufre
5. Poner a fuego alto
6. Mover constantemente hasta que comience a hervir
7. Al hervir la mezcla tiende a derramarse (como la leche) por lo que se debe rociar agua fría en la superficie para evitar el derramamiento.
8. Repetir el paso anterior cuatro veces
9. Retirar el fuego, dejar enfriar y reposar 24 horas.
10. Vaciar la parte líquida de la preparación en botellas o garrafas cuidando de no vaciar el sedimento.

Cuidados en la elaboración:

La cal viva hierve violentamente al reaccionar con el agua por lo que se debe tener mucha precaución para no sufrir quemaduras.

Siempre se usará un recipiente metálico para apagar la cal, ya que la temperatura que alcanza es muy alta y el plástico se derretirá.

El apagado de cal y disolución del azufre se realizan un día antes de mezclarlos.

La parte líquida debe ser color café-rojizo oscuro y es lo que se utiliza como insecticida.

Puede almacenarse y utilizarse entre seis y doce meses; se recomienda poner aceite poco a poco para formar una especie de tapón de aproximadamente un cm de grosor; esto ayuda a evitar que el aire la oxide el producto.

En el fondo del recipiente queda la parte sólida (pasta sulfocálcica) que puede guardarse para proteger las ramas cuando se poda.

Debe utilizarse equipo de protección (gafas, guantes) para evitar sufrir quemaduras durante el proceso.

Para aplicar, se diluyen 150 mL de caldo en 850 mL de agua.

2.3 Alcohol y detergente.**Materiales:**

Detergente o jabón líquido para trastes (una cucharada o un chorro)

Agua tibia (50 - 100 mL)

Agua fría (un litro)

Alcohol industrial (una cucharada)

Preparación:

- En un recipiente colocar el agua tibia,
- Agregar el detergente o el jabón líquido
- Verter en el litro de agua fría
- Mezclar
- Agregar el alcohol

Nota: Se aplica sobre los insectos directamente con una brocha pequeña o bien se asperja, por arriba y por debajo de las hojas. Lavar la planta 30 o 40 minutos después de la aplicación.

2.4. Fumigación aprovechando el metabolismo CAM

Materiales:

- Un contenedor transparente con tapa, de tamaño adecuado a la planta a tratar (frasco u otro recipiente)
- Insecticida líquido
- Recipiente pequeño (uno), (por ejemplo, la tapa de un envase de refresco).

Procedimiento:

- Colocar la planta a tratar dentro del contenedor
- Llenar el recipiente pequeño o tapa de refresco, con insecticida.
- Colocar el recipiente lleno, cuidadosamente dentro del contenedor, junto a la planta.
- Cerrar muy bien el contenedor.
- Mantener este dispositivo en un lugar muy soleado.
- Después de 25 o 30 minutos, abrir el contenedor y permitir que la planta se ventile muy bien.

NOTA: El calor intenso del sol aumenta la temperatura dentro del dispositivo; el insecticida se evapora de manera que el gas que se desprende intoxica a los parásitos al respirar, pero no a los cactus que bajo estas condiciones mantienen cerrados sus estomas.

Anexo 3. Desinfección y escarificación de semillas

3.1. Desinfección.

3.1.1 Desinfección con detergente y cloro

Materiales:

En este caso, las cantidades dependerán de la cantidad de semillas a desinfectar, siempre asegurando que éstas queden inmersas en el producto correspondiente.

Detergente líquido para trastes

Cloro al 20% o al 30%

Fungicida captán

Agua hervida

Procedimiento:

Colocar las semillas en un frasco, agregar agua y dos o tres gotas de detergente líquido; agitar con firmeza durante cinco minutos (Figuras 10a y 10b). Desechar el detergente, vertiendo sobre un colador de malla cerrada, para evitar que las semillas se pierdan, especialmente si éstas son muy pequeñas (Figura 10c) y enjuagar con agua hervida o embotellada (tres veces). Añadir el hipoclorito de sodio al 20-30% y agitar durante 20 minutos, desechar el cloro y enjuagar como se hizo anteriormente. Añadir nuevamente agua hervida o embotellada, tapar y dejar en reposo durante 24 horas.

Transcurridas las 24 horas desechar el agua, enjuagar y colocar las semillas en otro recipiente previamente limpio y desinfectado. Agregar el fungicida en solución (un gramo de captán en 100 ml de agua destilada estéril*), en cantidad suficiente para cubrirlas.

NOTA:

El agua se esteriliza en la olla express durante 15 minutos, contados a partir de que la olla comienza a sacar vapor, o bien, si la cantidad es pequeña, en horno de microondas a potencia máxima, durante

El tamaño de los utensilios dependerá de la cantidad de semillas a desinfectar.

3.1.2 Desinfección con cloro

El tratamiento de semillas con una solución de lejía de cloro puede eliminar de manera efectiva los patógenos bacterianos y algunos virus superficiales (ej. el virus del mosaico de tabaco).

Materiales:

Cloro

Agua potable

Detergente líquido para trastes

Procedimiento:

Poner el agua en un recipiente y agregar el cloro y el detergente (tres gotas de cloro y dos de detergente en 100 mL de agua); mezclar muy bien e incorporar las semillas. Agitar vigorosamente durante un minuto y luego enjuagar con abundante agua fría para eliminar el desinfectante. Posteriormente dejarlas secar sobre un papel limpio.

3.1.3 Desinfección con etanol y cloro

Materiales:

Etanol al 50%

Hipoclorito de sodio al 2%
Agua estéril

Procedimiento:

Colocar las semillas en un recipiente, agregar etanol en cantidad suficiente para cubrir y dejar reposar durante dos minutos. Posteriormente, eliminar el etanol y agregar el hipoclorito dejando reposar durante tres minutos. Después de esto, enjuagar con agua abundante agua estéril agitando y cambiando el agua al menos cuatro veces. Finalmente dejar secar sobre un papel limpio.

3.1.4 Insecticida con ajo.

Materiales:

Ajo (cuatro cabezas)
Agua (un litro)
Botella para asperjar

Preparación:

- Hervir las cuatro cabezas de ajo en el litro de agua, durante 10 minutos
- Dejar enfriar
- Vaciar en la botella y rociar sobre las semillas

3.1.5 Agua caliente.

Materiales:

Agua
Bolsa de tela

Preparación:

- Calentar agua suficiente para la cantidad de semillas a desinfectar. El agua no deberá rebasar los 50°C.
- Colocar las semillas en una bolsa de tela u otro dispositivo que permita la entrada del agua.
- Sumergir las semillas durante 20 a 30 minutos
- Remover el agua continuamente para que el calor sea homogéneo en el lote de semillas.

3.2 Escarificación

3.2.1 Escarificación con Ácido sulfúrico

Materiales:

Ácido sulfúrico al 20%

Agua destilada

Procedimiento:

Sumergir las semillas en ácido sulfúrico durante un minuto para ablandar la testa de las semillas y luego enjuagar con agua destilada agitando y cambiando el agua tres o cuatro veces (al verter las semillas usar una coladera de malla fina para evitar perderlas). Posteriormente se colocan las semillas sobre papel para dejarlas secar.

Una vez secas, se colocan las semillas en agua destilada y se dejan en ella durante 24 horas remojando; agita con frecuencia (de ser posible cada hora), si el agua se enturbia deberá ser cambiada. Transcurrido el tiempo, se escurren muy bien y se dejan secar sobre un papel.

3.2.2 Escarificación mecánica

Materiales:

Arena gruesa

Contenedor de plástico con tapa

Procedimiento:

- Colocar las semillas en el contenedor
- Agregar la arena
- Sacudir con fuerza durante 10 - 20 minutos

Literatura citada

- Alanís-Flores GJ y Velazco Macías CG. 2008. Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *Ciencia UANL*. 11(1): 5-11
- Ballester, O. J. F. 1977. Los Cactus y las Otras Plantas Suculentas. Barcelona: Floraprint.
- Bravo, H. y L. Schienvar. 1999. El Interesante Mundo de las Cactáceas. UNAM. México D. F.
- Mellink E. y M. Riojas-López. 2002. Consumption of platyopuntias by wild vertebrates. In: Nobel (ed). *CACTI biology and uses*. University of California Press. Pp. 109-124.
- Reyes, S. J. 1997. Usos y Conservación, Cultivo y Propagación Como Plantas de Ornato. En *Suculentas Mexicanas: Cactáceas*. CONABIO. México, D. F.
- Reyes, S. J., A. Gutiérrez y J Sevilla. 2001. Producción de cactáceas y Suculentas Mexicanas. STUNAM. Cuadernos de comunicación sindical No. 63. México, D. F
- Wallace R.S y A.C. Gibson. 2002. Evolution and systematics. In: Nobel (ed). *CACTI biology and uses*. University of California Press. Pp. 1-22.
- Zimmermann H.G. y G. Granata. 2002. Insect pests and diseases. In: Nobel (ed). *CACTI biology and uses*. University of California Press. Pp. 145-254.

Para saber más

Campos-Díaz MJ, Burelo Ramos CM y Arias S. 2020. La familia Cactaceae en Tabasco, México. *Acta Botánica Mexicana* 127: e1635 | 2020 | 10.21829/abm127.2020.1635.

Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.

Rojas-Aréchiga M y C. Vázquez-Yañez 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*, 44: 85-104.

http://www.tacsa.mx/DEAQ/src/productos/650_11.htm
(consultado el 20 de mayo, 2020).

<https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/182-octubre-2006/biofungicidas-y-control-biologico-de-hongos-fitopatgenos-aplicacin-en-la-filosfera> (consultado el 20 de mayo, 2020).

https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=14207 (consultado el 27 de mayo, 2020).

<https://jardineriaplantasyflores.com/tipos-de-cochinillas-y-como-combatirlas/> (consultado el 27 de mayo, 2020).

<https://www.lsuagcenter.com/~media/system/1/b/6/c/1b6ce6720de9342cfb18a4c37d71430e/pub3447-span%20-%20vegetableseedsanitationpdf.pdf>

<https://miroytengo.es/blog/tipos-de-cactus-sin-espinas/>

De los usos medicinales del nopal, prehispánicos y actuales |
Arqueología Mexicana (arqueologiamexicana.mx)
miroytengo.es/blog/tipos-de-cactus-sin-espinas

<https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/de-los-usos-medicinales-del-nopal-prehispanicos-y-actuales>

<https://www.britannica.com/plant/cactus>

Tratamiento natural de las semillas - Ing. Agr. Fernando Díaz
Shenker (*) - ABC Rural - ABC Color

www.cactusysuculentas.org/enfermedades/

Glosario de términos utilizados en esta obra

Anillos vasculares. Estructuras ubicadas en el centro de los tallos, a través de los que se transporta la savia.

Ápice. Extremo superior o punta del tallo o la hoja.

Aréola. Estructura distintiva de los cactus que se observa en la superficie de la planta, parecida a una almohadilla o protuberancia más o menos algodonosa. El color puede diferir entre las especies.

Cladodio. Tallo modificado, aplanado que tiene apariencia de una hoja y que la reemplaza en funciones.

Corte en bisel. Es el proceso de corte de una pieza con un borde en diagonal, de dentro hacia afuera del tallo.

Corte longitudinal. Corte efectuado a lo largo del tallo.

Cultivo de tejidos. Conjunto de técnicas que presentan en común el hecho de que un explante se siembra en un medio de cultivo artificial, de composición química definida y libre de gérmenes, bajo condiciones ambientales controladas.

Desinfección. Eliminación de los gérmenes superficiales que infectan o que pueden provocar una infección en un cuerpo o un lugar.

Entrecruzamiento. Intercambio de porciones de las cromátidas entre cromosomas homólogos.

Epífitas. Plantas que utilizan como soporte a plantas de otras especies; nunca toman de la planta sobre la que crecen, los nutrimentos que requieren para su desarrollo.

Escarificación. Proceso que disminuye la dureza o resistencia de la envoltura de la semilla, para facilitar que la germinación ocurra en menor tiempo del normal.

Espina. Estructura endurecido, agudo y punzante presente en diferentes especies de plantas.

Esquejes. Fragmentos o trozos de plantas, separados con una finalidad reproductiva.

Flor. Elemento de las angiospermas que porta los órganos sexuales, generalmente acompañados de piezas protectoras (pétalos y sépalos).

Fruto. estructura seca o carnosa que encierra a la semilla, originada a partir del ovario de la flor.

Floración. Fenómeno por el cual la yema floral se desarrolla, formándose la flor.

Glóquidas: Pelos barbados delgados, generalmente invisibles, encontrados en las aréolas de algunos cactus y otras plantas.

Germinación. Proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta.

Granzón. Piedra pómez de origen volcánico, característicamente ligera y porosa.

Hábitat. Espacio vital en el que se desarrollan los organismos.

Homogénea. Situación o condición formada por elementos con características comunes referidas a su clase o naturaleza, lo que permite establecer entre ellos una relación de semejanza y uniformidad.

Injerto. Método de propagación vegetativa artificial de las plantas, en el que una porción de tejido procedente de una planta se une sobre otra ya enraizada en el sustrato (portainjerto), de tal modo que el conjunto de ambos crezca como un solo organismo.

Meristemo. Tejido vegetal siempre joven, responsable del crecimiento de las plantas y la formación de tallos y hojas.

Mucilaginoso. Material pegajoso y espeso que suele ser resbaladizo.

Plagas. Grupo de organismos, animales o vegetales, que ataca y destruye la vegetación.

Plantas suculentas. Plantas que poseen hojas, tallos y raíces gruesas y carnosas, que tienen la capacidad de almacenar agua en cantidad mayor que otro tipo de plantas; por ello presentan mayor resistencia ante el bajo aporte de agua.

Plántula. Embrión ya germinado y en los primeros días de su desarrollo.

Polinización. Fenómeno mediante el cual se transfiere el polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos

Porta injerto. Planta sobre la que se hace crecer a otra, generalmente de la misma familia.

Propagación. La multiplicación de plantas por medio de semillas o por medios vegetativos.

Protoplasto. Son células vegetales a las que se les ha quitado la pared, la cual protege al contenido de dicha célula.,

Radiación solar. Energía producida por el sol y emitida a través del espacio hasta la tierra.

Reproducción asexual. Forma de reproducción que se produce sin la fusión de células sexuales, sino por otros medios, como la fisión o la gemación, en esta obra, por esquejes e hijuelos.

Reproducción sexual. Proceso de crear un nuevo organismo descendiente a partir de la combinación de material genético proveniente de dos organismos de la misma especie.

Sustrato. Material que da el soporte y los nutrimentos necesarios para el establecimiento y desarrollo de las plantas.

Tallo. Órgano de las plantas sobre el que se desarrollan las hojas. Puede ser simple o ramificado, aéreo, acuático o subterráneo.

Variación genética. Diversidad en el material genético propio de los individuos pertenecientes a una población o una especie.

Vástagos. Brotes que emergen alrededor de la planta madre con la capacidad de funcionar como individuos independientes. También referidos como hijuelos.

Yemas. Órgano complejo de las plantas que se forma habitualmente en la axila de las hojas, formado por un meristemo apical parecido a un botón escamoso que darán lugar a la formación de hojas o flores.

Universidad Autónoma de Tlaxcala

Las Cactáceas. Características, cultivo y aprovechamiento.

Se terminó de imprimir en

Cromo Editores, S.A. de C.V.

Miravalle No. 703, Portales Oriente,

Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03570. CDMX

cromoeditores@gmail.com

La edición consta de 500 ejemplares

Las Cactáceas. Características, cultivo y aprovechamiento

Los cactus son un grupo de plantas maravilloso al que los hombres han encontrado una gran variedad de usos, razón por la que sus poblaciones naturales han sido y siguen siendo sometidas a la sobreexplotación.

Conocer sus características y su importancia, así como las maneras de cultivarlas y producirlas contribuye a que los interesados en estas plantas las valoren justamente, e incluso, promuevan acciones para preservarlas en sus sitios naturales de crecimiento.



Proyecto “Jardín Etnobiológico Tlaxcallan”
segunda etapa. 321355. CONACYT-F003



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología