

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Departamento de Producción Agrícola y Animal

Licenciatura en Agronomía

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

Elaboración de un manual para el manejo agronómico de suculentas de la familia Crassulaceae

Prestador de Servicio Social

Brian Abraham Nader Espejo

Matrícula: 2142033101

Asesor

Dr. Antonio Flores Macías

No. Económico 13174

Lugar de realización:

Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Fecha de Inicio y terminación:

Del 12 de enero al 12 julio de 2022.

Índice

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Marco teórico.....	3
Antecedentes.....	3
Importancia	4
Clasificación Botánica	4
Características generales	4
Requerimientos del cultivo.....	5
Objetivo.....	5
Metodología	5
Actividades realizadas.....	5
Objetivo y metas alcanzadas	6
Resultados y discusión	6
Conclusión	7
Recomendaciones	7
Bibliografía.....	8
Introducción.....	12
Origen.....	13
Importancia	13
Clasificación	14
Características generales	14
Selección de especies	14
Sustratos	15
Propagación.....	16
Reproducción sexual	17
Siembra	18
Trasplante.....	20
Reproducción asexual.....	22
Esquejes	23
Vástagos o hijuelos	25
Propagación por hoja y brácteas.....	26
.....	28

Poda	28
.....	29
Luz y temperatura	30
Riego	32
Fertilización	33
Plagas y enfermedades	33
Bibliografía	36

Resumen

El presente informe de la elaboración de un manual para el manejo agronómico de suculentas de la familia Crassulaceae fue realizado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana en el Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC).

Las suculentas son un grupo de plantas normalmente de fácil cuidado, atractivas a la vista y con una importante adaptación al medio; existen diferentes familias como la Crassulaceae que tiene géneros con una gran diversidad y endemismo en México. Este, es un factor importante para tomar en cuenta al realizar investigaciones que ayuden a conocer sus diferentes ejemplares, así como sus poblaciones silvestres, que debido al aumento en la demanda ha ocasionado problemas por saqueos constantes. La idea de este manual es proporcionar conocimientos prácticos y bibliográficos, así como herramientas para realizar un buen manejo agronómico y difundir técnicas para reproducir, propagar y cuidar adecuadamente este tipo de plantas.

Introducción

Las Crasuláceas comprenden a diversas plantas suculentas, compuesta por 34 géneros y 1,410 especies descritas (Eggli, 2003), las cuales tienen como centros de origen principalmente a México y Sudáfrica, aunque se pueden encontrar en todo el mundo. Tienen características particulares en cuanto a su tamaño, formas y colores, que las han identificado con un gran potencial para la mejora genética y, su estudio se ha hecho importante por su entrada en el mercado ornamental (Zúñiga et al., 2021).

Las Crasuláceas son hierbas anuales o perennes, a menudo aglomeradas en una roseta, las flores crecen en racimos o espigas y raramente solitarias, también poseen adaptaciones especiales debido a su metabolismo MAC (metabolismo ácido de las Crasuláceas). Tienen la propiedad de almacenar agua en sus tejidos y sus hojas están recubiertas de una cera llamada pruina para evitar la evaporación, lo que les permite soportar prolongadas sequías (Ayala & García, 2017). Muchas de estas son buscadas, colectadas y propagadas por aficionados y productores dada su belleza y formas, además de que se les han descubierto algunas propiedades medicinales. Esto, provocó que fueran sustraídas de manera irracional de su hábitat natural con la finalidad de cubrir el mercado nacional e internacional, lo que ha dado como resultado la desaparición completa de algunas especies de su hábitat natural, e incluso su extinción, reduciéndose las poblaciones silvestres y afectando el medio de manera significativa (Islas et al., 2011).

Ante esta situación de riesgo, resulta necesario el proporcionar a los interesados en esta familia, el conocimiento para propagarlas y cultivarlas, lo que puede realizarse mediante manuales que describan su manejo agronómico y que aporten información de las prácticas de campo y los cuidados necesarios para propagarlas.

Marco teórico

Antecedentes

Una planta suculenta posee adaptaciones genéticas importantes que le han permitido su supervivencia, lo que las ha definido como plantas de fácil manejo o cuidado. La familia de las Crassulaceae presenta plantas que durante los periodos

de humedad tienden a reservar agua en sus tallos, hojas y raíces, función que realizan los jugos mucilaginosos, lo que les permite mantenerse sin agua en periodos de sequía o en ambiente desfavorables para su crecimiento, estas adaptaciones les han permitido que su distribución sea generalizada en casi todos los países (Nessmann, 1999).

Importancia

La familia Crassulaceae tiene una gran riqueza y endemismo en México, por su belleza en hojas, flores y formas se han considerado plantas de alto valor en el mercado ornamental, también potencial para una mejora genética. A pesar de su alta demanda, son pocos los viveros con registro y que reproduzcan estas especies de manera adecuada y sin explotar o dañar a sus ejemplares silvestres. Paralelamente, se han descubierto grandes beneficios de estas plantas desde un punto de vista ambiental, ornamental, medicinal y comercial (Escutia et al., 2017).

Clasificación Botánica

Las Cactáceas o suculentas son un grupo de plantas que normalmente se clasifican e identifican por su tallo, hojas, espinas o por carecer de tallo, entre las numerosas familias que contienen se encuentra la familia Crassulaceae, que se clasifica normalmente en la clase de las suculentas con tallo. Se calcula que esta familia está integrada por unos 30 géneros y cerca de 1,400 especies. En México existen aproximadamente 350 especies, destacando los géneros *Echeveria*, *Pachyphytum*, *Graptopetalum* y *Sedum* (Islas et al., 2011).

En la actualidad está en constante cambio su clasificación, pero se encuentra en el Dominio Eukarya, Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Eudicotiledónea, Orden Saxifragales, Familia Crasulácea (IPNI, 1999).

Características generales

La familia Crasulácea se caracteriza por sus flores regulares del tipo 5 (5 sepalos, 5 pétalos, 5 estambres). Algunos ejemplares pueden alcanzar varios metros de altura, pero por lo regular son plantas pequeñas herbáceas, que en conjunto pueden cubrir una superficie limitada, siendo perfectas para hacer colecciones. La adaptación de estas plantas puede ser sorprendente; se ha descrito que algunos de

sus generos pueden soportar (de -30°C en invierno hasta 50°C en verano) asi como condiciones de sequia y humedad contrastadas (Nessmann, 1999).

Requerimientos del cultivo

Los requerimientos son mínimos para este tipo de plantas, ya que soprtan bastante bien las condiciones climáticas distintas, las necediades en cuanto a luz son importantes para su crecimiento y desarrollo, por lo general 50% de luz es lo más recomendado; al igual debe de existir una buena ventilación para evitar problemas con hongos. La temperatura debe rondar entre -5°C y 45°C; en épocas de invierno el frio tiende a estimular la floración. En cuanto a riego, se debe de hacer cada que el sustrato este seco y depende mucho de las condiciones climaticas; en cuanto a la fertilización no requiere mucho, pues esta adaptado a suelos escasos en materia orgánica, pero lo más recomendado es fertilizar con bajas cantidades de nitrogeno y más de potasio y calcio (Arredondo, 2002).

Objetivo

Elaborar un manual sobre el manejo agronómico de plantas suculentas de la familia Crassulaceae.

Metodología

El presente manual se elaboró con base en la búsqueda de información en revistas científicas, publicaciones de instituciones, centros de investigación, universidades y en internet. Al igual, se agregan opiniones y experiencias con base en fundamentos de anteriores trabajos hechos por las diferentes instituciones. La información se presenta tomando como referencia la metodología descrita en el folleto técnico N° 21 de INIFAP (Arredondo, 2002).

Actividades realizadas

1. Se realizó una revisión bibliográfica nacional e internacional sobre la familia Crassulaceae.
2. Se clasificó la información para la definición de los contenidos del manual.
3. Recolección de información sobre diferentes sustratos para esta familia.
4. Redacción y explicación de la reproducción sexual.

5. Redacción y explicación de la reproducción asexual o propagación vegetativa.
6. Redacción de información de siembra, trasplante y requerimientos (cuidados, fertilización, riego, etc.)
7. Redacción de información sobre plagas y enfermedades más comunes y como identificarlas.
8. Una vez recolectada la información y redactada se procedió a la elaboración del manual.

Objetivo y metas alcanzadas

Se logró recabar información de artículos científicos, instituciones, revistas e internet, con el fin de dar un mensaje claro al lector, con ello se elaboró el manual que incluyó conocimientos básicos para poder realizar un correcto cuidado, reproducción y propagación de las plantas.

Resultados y discusión

Con la búsqueda, recolección y clasificación de la información bibliográfica recabada de la familia Crassulaceae se logró elaborar un manual con contenidos de técnicas y procesos para realizar un buen manejo agronómico, información sobre su origen e importancia, así como de técnicas de reproducción sexual y asexual, manejo de condiciones para evitar problemas con plagas y enfermedades. Con ello, se favorece la producción controlada de la familia y se favorece la disminución de la sustracción y desaparición de su hábitat natural.

Las suculentas tienen un auge entre las plantas de ornato debido a lo atractivas que son ya sea por sus colores o formas; también por la facilidad en sus cuidados. El problema en sus poblaciones silvestres resulta de la sustracción ilegal, el saqueo de especies y destrucción de su hábitat; las nuevas investigaciones muestran las propiedades medicinales, mejoras genéticas y cualidades que poseen estas plantas (Zúñiga et al., 2021, Báez et al., 2021, Bravo et al., 2016, Guillot et al., 2008). México tiene una gran diversidad y endemismo de especies de esta familia, lo que puede favorecerse mediante la difusión de su manejo controlado mediante información de

artículos, libros o manuales referenciados y de calidad, así como de información en internet (Reyes, 2011, Salgado, 2015).

Conclusión

México es de los países más diversos, además con gran endemismo de plantas de esta familia, por lo que se sugiere realizar más investigaciones sobre los ejemplares, y difundir la información que promueva su protección en hábitats naturales y su reproducción controlada.

Falta estudiar e investigar los beneficios que tienen este tipo de plantas, dejando de lado el tema ornamental.

La creciente demanda de estas plantas ha permitido generar información sobre sus cuidados, pero también, problemas de saqueos, daños a su hábitat en poblaciones silvestres e incluso, extinción de algunos ejemplares.

La creación de manuales, artículos o libros ayudará a realizar un adecuado manejo agronómico, otorgando a los interesados información para incrementar su reproducción.

Recomendaciones

Con base en la información recaba en el presente servicio social y en la elaboración del manual, se recomienda que México al ser un país muy diverso y con muchas especies con endemismo, debe de realizar más investigación sobre un buen manejo agronómico de la planta, lo que beneficiará a los productores en términos económicos, evitando así, dañar el hábitat y poblaciones silvestres; además, con la debida asesoría, se puede aprovechar el material genético de las diferentes especies, para crear nuevos materiales vegetales y con ello diversificar la producción de este tipo de plantas.

Bibliografía

- Arredondo, G. A. (2002). Propagación y mantenimiento de cactáceas. *folleto técnico N° 21, INIFAP, 37.*
- Ayala, E. I., & García, L. F. (2017). *Importancia cultural de las crasuláceas.* Morelos: Hypatia Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Gobierno del Estado de Morelos.
- Báez, M. E. (2021). Actividad antioxidante y antiinflamatoria en extractos hidroalcohólicos de *Kalanchoe daigremontiana* Raym. -Hamet & H. Perrier. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm*, 50(1), 86-99.
- Bravo, -Á. F.-S.-H. (2016). Regeneración de *Sedum praealtum* A.DC (siempreviva) vía organogénesis . *Revista Electrónica Nova Scientia*, pp. 126-139.
- Eggl, U. (2003). *Illustrated Handbook of succulent Plants: Crassulaceae.* En U. Eggl. Zürich Switzerland: Springer.
- Escutia, J., Reyes, S. J., & Islas, L. M. (2017). *De la gestión del conocimiento al aprovechamiento del capital natural: Colección Nacional de Crasuláceas.* Ciudad de México: ALTEC Jardín Botánico, IB-UNAM.
- IPNI. (1999). Índice Internacional de Nombres de las Plantas. Disponible en:

Reyes, S. J. (2011). Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas sucuelnetas mexicanas. Jalisco, México: Comisión Nacional Forestal.

Salgado, G. M. (2015). Regeneración in vitro de echeveria calycosa moran (Crassulaceae), vía organogénesis. *Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.*

Zúñiga, O. Á., & Carrodegua, G. A. (2021). Echeveria (Crassulaceae): Potencial para la mejora genética como ornamental. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25.

Universidad Autónoma
Metropolitana Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y
de la Salud

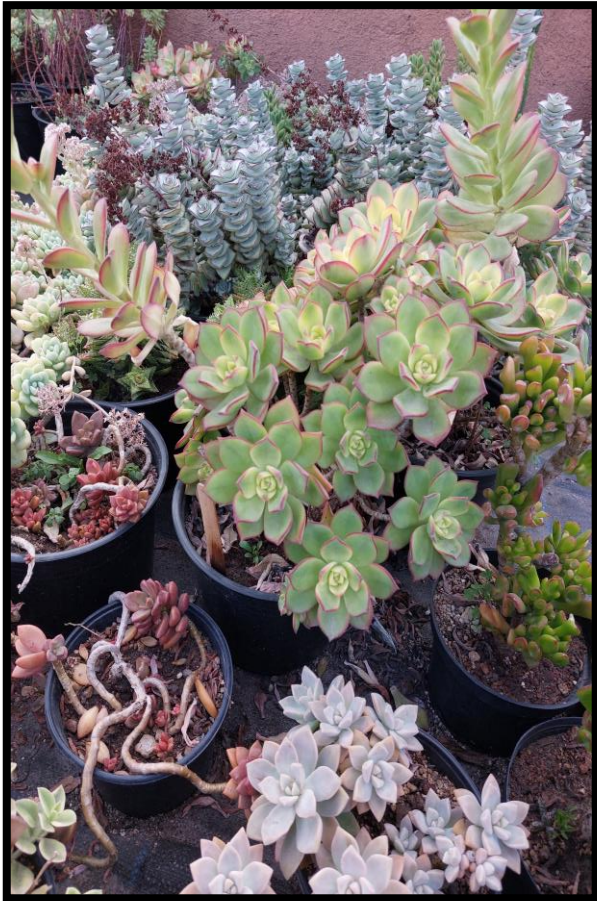
Departamento de Producción
Agrícola y Animal

Licenciatura en Agronomía

Manual para el manejo agronómico de
suculentas de la familia Crasulácea

Brian Abraham Nader Espejo

Dr. Antonio Flores Macías



Contenido

Introducción	12
Origen	13
Importancia	13
Clasificación	14
Características generales	14
Selección de especies	14
Sustratos	15
Propagación	16
Reproducción sexual	17
Siembra	18
Trasplante	20
Reproducción asexual	22
Esquejes	23
Vástagos o hijuelos	25
Propagación por hoja y brácteas	26
.....	28
Poda	28
.....	29
Luz y temperatura	30
Riego	32
Fertilización	33
Plagas y enfermedades	33
Bibliografía	36

Introducción

Las Crasuláceas comprenden a diversas plantas suculentas, compuesta por 34 géneros y 1,410 especies descritas (Eggli, 2003), las cuales tienen como centros de origen principalmente a México y Sudáfrica, aunque se pueden encontrar en todo el mundo. Tienen características particulares en cuanto a su tamaño, formas y colores, que las han catalogado con un gran potencial para la mejora genética y su estudio, se ha hecho importante por su entrada en el mercado ornamental (Zúñiga & Carrodegua, 2021).

Las Crasuláceas son hierbas anuales o perennes, a menudo aglomeradas en una roseta, las flores crecen en racimos o espigas y raramente solitarias, también poseen adaptaciones especiales debido a su metabolismo MAC (metabolismo ácido de las Crasuláceas). Tienen la propiedad de almacenar agua en sus tejidos y sus hojas están recubiertas de una cera llamada pruina para evitar la evaporación, lo que les permite soportar prolongadas sequías (Ayala & García, 2017). Muchas de estas son buscadas, colectadas y propagadas por aficionados y productores dada su belleza y formas, además de que se les han descubierto algunas propiedades medicinales. Esto provocó que fueran sustraídas de manera irracional de su hábitat natural con la finalidad de cubrir el mercado nacional e internacional; lo que ha dado como resultado la desaparición completa de algunas especies de su hábitat natural, e incluso su extinción, reduciéndose las poblaciones silvestres y afectando el medio de manera significativa (Islas et al., 2011).

En esta situación de riesgo, resulta necesario el proporcionar a los interesados información en el tema, para difundir el conocimiento sobre como propagarlas y cultivarlas, lo que puede realizarse mediante manuales que describan su manejo agronómico y que aporten información de las prácticas de campo y los cuidados necesarios para propagar las especies de esta familia Crasulácea.



Crassula green perforata.
Fuente: Elaboración propia.

Origen

La familia Crasulácea tiene una gran distribución, con pequeñas excepciones en Australia y Polinesia, lo que la cataloga como plantas cosmopolitas; comprende una diversa familia de plantas suculentas compuesta por 34 géneros y 1,410 especies descritas (Eggl, 2003). México, es el mayor centro de origen y diversidad con más de 300 especies, seguido del sur de África, la región mediterránea y sudeste de Asia, con climas ideales en regiones áridas, templadas y templado-cálidas (Guillot et al., 2008).



Crassula perforata.
Fuente: Elaboración propia.



Crassula rogersii.
Fuente: Elaboración propia.

Importancia

La poca información ha limitado la difusión de los grandes beneficios de este tipo de plantas, como lo son que la mayoría de los géneros y especies presentan interés económico, como plantas ornamentales y de potencial para la mejora genética (Zúñiga et al., 2021). Además, esta familia ocasiona un beneficio ambiental, el rescate y preservación de las especies en peligro de extinción, así como evitar la pérdida de la diversidad biológica y excesiva erosión del suelo aunado a la disponibilidad de alimento y refugio para muchas especies animales (Reyes, 2011). Algunas plantas también han presentado propiedades medicinales como los *Kalanchoes* (Báez et al., 2021), *Sedum* (Bravo et al., 2016) *Crassula* y *Cotyledon* (Guillot et al., 2008). A pesar de los múltiples beneficios, muchas están en peligro de extinción y en la mayoría de los casos su estatus está pobremente documentado (Salgado, 2015).

Clasificación

Las Cactáceas o suculentas son un grupo de plantas que normalmente se clasifican e identifican por su tallo, hojas, espinas o por carecer de tallo. Entre las numerosas familias que contienen se encuentran la familia Crasulácea que se clasifica normalmente en la clase de suculentas con tallo. En México destacan sobre todo los géneros *Echeveria*, *Pachyphytum*, *Graptopetalum* y *Sedum* (Islas et al., 2011).

En la actualidad, está en constante cambio su clasificación, pero se encuentra en el Dominio Eukarya, Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Eudicotiledónea, Orden Saxifragales, Familia Crasulácea (IPNI, 1999).

Características generales

Es una familia de angiospermas morfológicamente diversa y compleja, son plantas desde herbáceas hasta arbustivas, solitarias o cespitosas con hojas dispuestas en forma de roseta (Oviedo, 2003). Este tipo de plantas tiene un metabolismo MAC (metabolismo ácido de las Crasuláceas), originando un uso eficiente de agua (Salgado, 2015). Se caracteriza también por sus flores regulares del tipo 5 (5 sepalos, 5 pétalos, 5 estambres) y pueden soportar condiciones de sequía y humedad contrastadas (Nessmann, 1999).

Selección de especies

Entre los géneros más importantes de la familia Crasulácea se encuentran los *Aeonium*, *Cotyledon*, *Crassula*, *Echeveria*, *Graptopetalum*, *Kalanchoe*, *Pachyphytum*, *Sedum*, *Sempervivum*.



Variedad de géneros de la familia Crasulácea. Fuente: Elaboración propia.

Sustratos

Existen diferentes tipos de sustratos que se pueden ocupar para este tipo de plantas, debido a su metabolismo son plantas que no requieren gran cantidad de agua y pueden soportar la sequía. Aunque su comercialización sea en diferentes tipos de sustratos se puede crear uno que sea ideal para su crecimiento y desarrollo de la planta.

Un sustrato se describe como cualquier material orgánico e inorgánico que de forma pura o mezclada sirva para el anclaje del sistema radicular de la planta, que puede o no intervenir en el proceso de nutrición, lo que los puede clasificar en sustratos químicamente activos e inertes (Pastor, 1999).

Dentro de la diversidad de sustratos que se pueden ocupar se encuentran: Los activos u orgánicos, se encuentra principalmente las turbas, composta, corteza de pino, fibra de coco, cascarilla de arroz, aserrín, carbón. Entre los inertes u inorgánicos se puede utilizar la perlita, vermiculita, arena, grava, tepojal, tezontle y piedra pómez entre otros.

Con base en el conocimiento práctico de cada sustrato, se pueden hacer diferentes tipos de mezclas dependiendo la etapa de la planta; lo importante de un sustrato es que cumpla con los requerimientos de la raíz para garantizar un óptimo desarrollo. Un buen sustrato debe de ser poroso, que no se comprima o apelmace, que tenga buen drenaje, una buena aireación, retenga la humedad y los nutrientes (Figura 1).

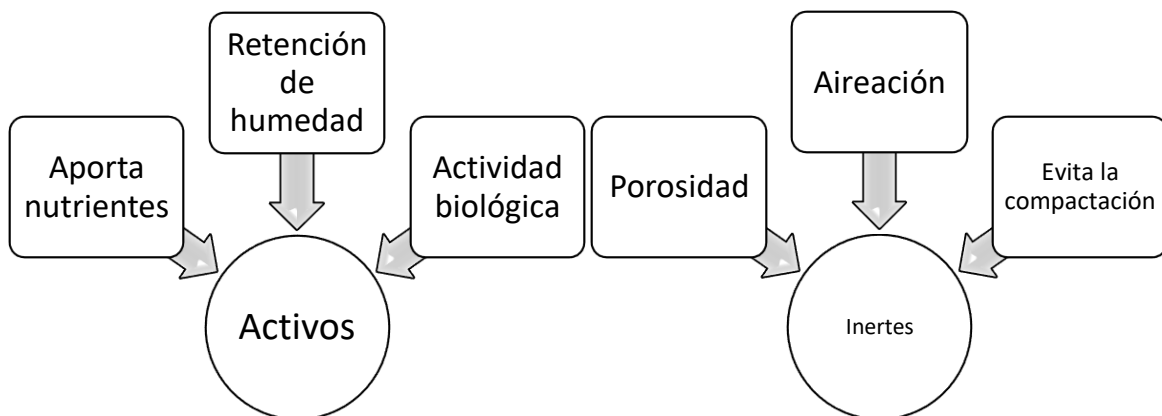


Figura 1. Características importantes de los sustratos activos e inertes. Fuente: Elaboración propia.

En general, un buen sustrato será creado con la combinación de las diferentes características como se puede ver en la Figura 1; la literatura recomienda hacerlo en proporciones o partes iguales, a modo de ejemplo, puede ser una parte de uno orgánico (tierra negra, composta, turba, tierra de hojas, corteza de pino, etc.) y una parte de inorgánico (perlita, tezontle, tepojal, gravilla, etc.) o el que sea más fácil de conseguir en cada región que cumpla con las funciones mencionadas.

Es conveniente hacer un sustrato combinado, pero va a depender de los factores ambientales de cada zona, las condiciones y disponibilidad, esto con el fin de beneficiar a la planta de todas las características de cada sustrato.

Un sustrato recomendado es un poco más inerte que activo (Figura 2), utilizando composta para garantizar una buena actividad microbiológica, nutrientes y retención de humedad. Este se combina con tezontle o tepojal, perlita y vermiculita, para garantizar una buena aireación, porosidad y drenaje. El resultado es un sustrato suelto, liviano, que no se compacta y con los nutrientes necesarios para el correcto desarrollo de la planta.



Figura 2. Sustrato.

Fuente: Elaboración propia

Propagación

La propagación es una parte importante para conseguir más ejemplares de plantas ya sea por medio de semillas (reproducción sexual) que por lo regular tiende a ser a gran escala o, por medio de esquejes, hijuelos, hojas o brácteas (reproducción asexual). La familia Crasulácea tiene diferentes tipos de reproducción, dependiendo de los géneros se pueden encontrar varios tipos de propagaciones, lo que hace ideal presentar y conocer este tipo de prácticas para aprovechar su manejo y lograr más ejemplares.



Es importante que siempre que se realice una de estas propagaciones se revise la normativa y legislación vigente, debido a los problemas con sus poblaciones silvestres que son a menudo saqueadas.

Reproducción sexual

La obtención de la semilla es por medio de la reproducción sexual, debemos de tener al menos dos ejemplares de la misma especie para que se pueda realizar la polinización. Esto es necesario para hacer programas de mejoramiento genético y mantener la diversidad genética, aunque en las crasuláceas es común la autogamia, también se utiliza la alogamia, haciendo prácticas como la polinización cruzada o indirecta como es el caso más común en las *Echeverias* (Zúñiga & Carrodegua, 2021).

En el caso de hacer el proceso de reproducción sexual se recomienda hacerlo de manera manual (Figura 3).

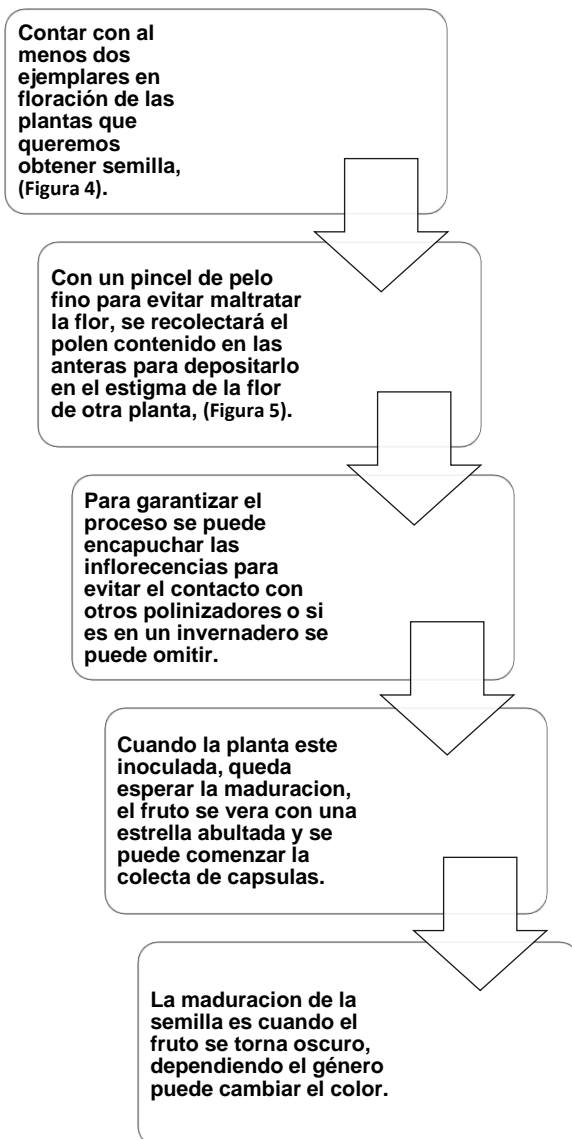


Figura 3. Ejemplo de obtención de semilla. Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Floración *Sedum clavatum*. Fuente: Elaboración propia

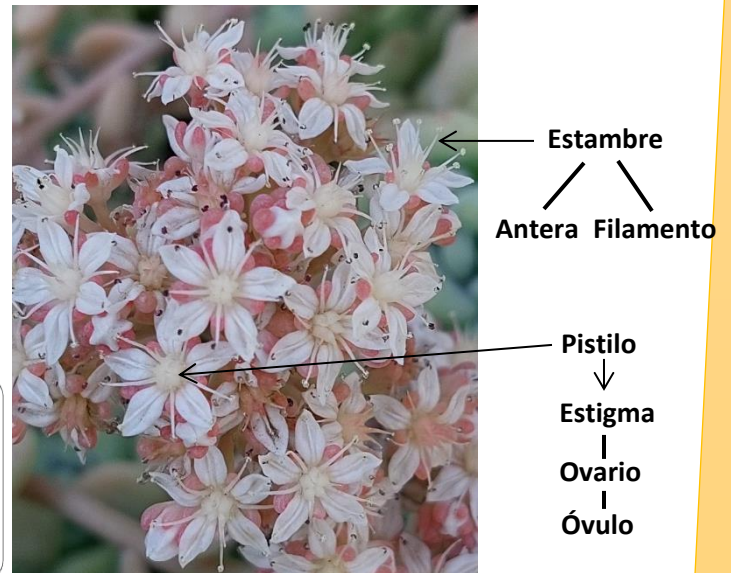


Figura 5. Flor de *Sedum clavatum*. Fuente: Elaboración propia



Una vez recolectados los frutos, es recomendable colocarlos en papel estraza, almacenar en un lugar seco y oscuro para prolongar la vida de la semilla, de igual forma es importante rotular con datos de la especie y fecha de recolección.

La semilla para el proceso de germinación se debe extraer del fruto, siguiendo el ejemplo de la planta *Sedum clavatum*, se tendrían que desprender las cápsulas del tallo floral, colocarlas en un colador de malla fina y sacudir para que las semillas vayan cayendo, a la par colocarlas en bolsas de papel estraza, rotular y guardar para su posterior uso.

Las cápsulas que vayan quedando pueden guardarse y triturar para obtener la mayor cantidad de semillas, pero eso baja la calidad de la semilla por los residuos que se puedan colar, también se deben de guardar en papel y rotular con la diferencia de poner el grado de trituración (Reyes, 2011).

Siembra

La siembra en este tipo de plantas puede ser complicada por el tamaño de la semilla y la sanidad que debe de llevar el proceso; para garantizar una buena práctica agronómica es necesario seguir una serie de pasos para lograr el mayor índice de germinación.

Como primer paso es necesario hacer un buen sustrato para germinar las semillas (Tabla 1); este debe de ser poroso para cuando comience a crecer la raíz de la planta, además debe de retener la humedad que será necesario para romper la dormancia de la semilla. Es recomendable poner un sustrato más inerte que activo, todo tamizado por malla de 2 a 3 mm. Algunas posibles combinaciones se presentan al igual en la Tabla 1.

Activos	Inertes
Composta	Perlita- Vermiculita
Vermicomposta (humus de lombriz)	Tepojal- Tezontle

Combinación

1 parte de sustrato activo x 2 partes de sustrato inerte

Tabla 1. Sustrato para siembra y trasplante.

Teniendo el sustrato preparado y homogéneo, se debe de esterilizar para evitar problemas con algún microorganismo fitopatógeno que pueda intervenir en el proceso de siembra y en germinación, especialmente los hongos.

La esterilización del sustrato se puede dar por varios métodos (Tabla 2). El sustrato siempre debe ser previamente humedecido, para poder realizar algún método de esterilización, nunca se debe de realizar en seco.

Horno o microondas	En caso de horno precalentar a 80 a 90°C y hornear por 30 min. En microondas calentar por 15 minutos.
Fuego al exterior o fogata	En una cazuela agregar el sustrato y remover constantemente por al menos 20 minutos.
Por solarización	Tapar el sustrato con algún plástico que capte el calor solar, puede tardar semanas.

Tabla 2. Métodos de esterilización de sustratos. Fuente: Elaboración propia.

Al momento de realizar un método de esterilización es importante taparlo con alguna bolsa transparente para evitar la contaminación de este, se debe de dejar templar las macetas con el sustrato para pasar a la siembra, no se debe de tardar mucho tiempo en el proceso de siembra y lo recomendable sería hacerlo el mismo día para evitar una posible contaminación.

En el proceso de siembra es recomendable utilizar macetas de tres o más pulgadas, dependiendo de las semillas que se tengan, agregar algún sustrato inerte no necesariamente fino, hasta la mitad de la maceta, con el fin de tener un buen drenaje, después adicionar el sustrato que se preparó para la siembra previamente

esterilizado. Se puede utilizar algún fungicida para evitar problemas posteriores (IICA, 2018); en el caso del agua es recomendable usar de garrafón o hervida y usar alcohol o gel antibacterial para las manos.

En el momento de depositar las semillas, se deben de colocar por encima del sustrato de forma homogénea, cuidando no enterrarlas ni sobreponerlas una contra otra. Se puede aplicar el fungicida en esta etapa, posteriormente, se debe de colocar en alguna cubierta o en una bolsa, con el fin de evitar contaminar el sustrato. Es importante mantener la humedad y evitar bajas temperaturas. Para que las bolsas no se peguen al sustrato, es ideal dejar un poco de aire dentro de la bolsa.

Las macetas se rotulan para reconocer el género y especie, así hacer un seguimiento de su crecimiento. Los cuidados posteriores a la siembra incluyen el dejar las macetas en un lugar iluminado (no a sol directo), que no esté expuesto a temperaturas bajas; el riego se debe de hacer cada tercer día evitando que se seque el sustrato.

Trasplante

El trasplante, al igual que la siembra, son etapas de mucho cuidado y sanidad debido a que las plántulas pueden estar expuestas a daños bióticos y abióticos, por lo que es siempre recomendable hacer uso de cubiertas, fungicidas y tener las condiciones de humedad e iluminación adecuadas, propiciando un clima óptimo para su crecimiento.

Previamente, se debe de contar con las macetas del proceso de siembra que contienen las semillas de interés, agua de garrafón o hervida, charolas germinadoras (preferentemente de 98 cavidades, pero depende del género que se va a trasplantar), tenedor, alcohol, fungicida y sustrato preparado en proporciones iguales al ocupado en la siembra.

Para un mejor manejo se realizan dos trasplantes, uno al momento de la germinación más o menos de cuatro a seis meses después de la siembra (dependiendo el género y especie puede variar), en este momento la plántula

empieza con su desarrollo radicular y crecimiento vegetativo, pasado el tiempo se procede a realizar el proceso de la Figura 6.



Para realizar una buena práctica, es recomendable realizar cuando el sustrato este húmedo provocando un estrés mínimo al momento del trasplante, igualmente el sustrato donde se trasplanta debe de estar bien humedecido.

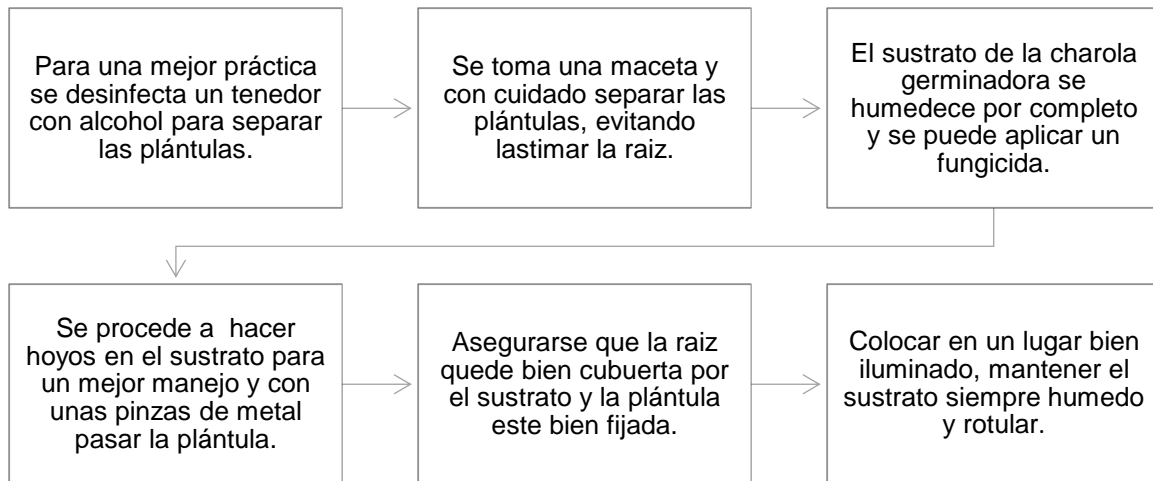


Figura 6. Proceso del primer trasplante. Fuente: Elaboración propia.

El crecimiento de la plántula variará en tiempo, dependiendo el género puede tardar entre otros cuatro a seis meses, se puede acelerar el proceso aplicando algún fertilizante, enraizador o fitohormonas. Posteriormente, se procede al segundo trasplante; este se realiza cuando la planta tiene una raíz bien desarrollada.

El beneficio del segundo trasplante es que la planta ya se considera de valor comercial; en este momento, ya se puede trasplantar a una maceta de 3 pulgadas o mayor, dependiendo el género. En este momento, la mezcla del sustrato puede cambiar de proporción, la recomendación es 3 a 3 (3 porciones activas y 3 inertes). Sin embargo, pueden utilizar otras mezclas (Tabla 1).

El proceso del segundo trasplante es más sencillo (Figura 7), dependiendo del tamaño de la planta, se requiere macetas de 3 o más pulgadas, sustrato preparado

en las proporciones recomendadas o en la proporción que mejor convenga en función del clima, región o recursos disponibles.



Antes de realizar el trasplante, es necesario aplicar en el fondo de la maceta una pequeña capa de tepojal, tezontle, aserrín o algún material que favorezca al buen drenaje de la maceta, esto evitará muchos problemas en la planta.

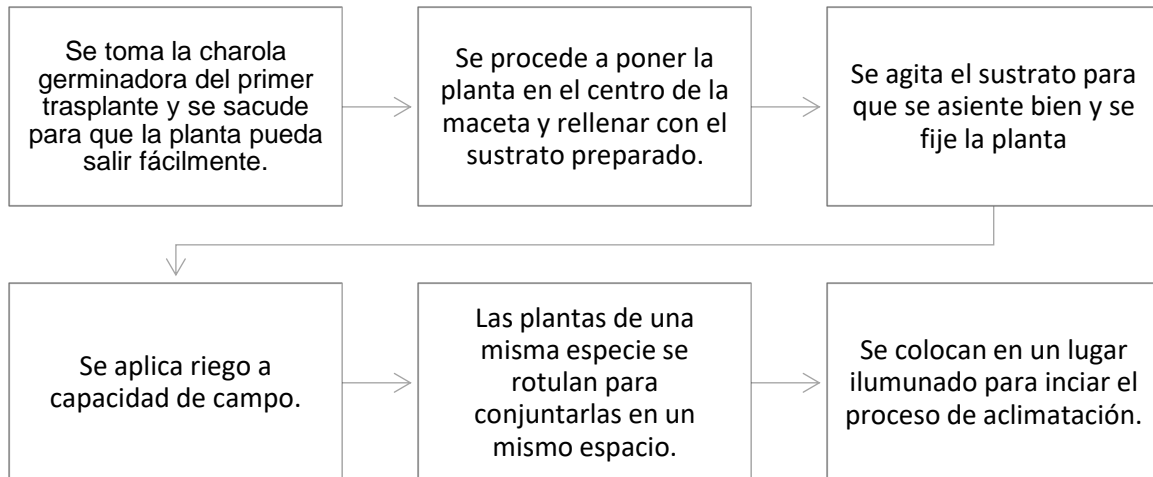
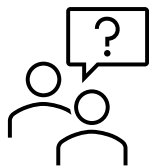


Figura 7. Proceso del segundo trasplante. Fuente: Elaboración propia.



Las suculentas requieren largas exposiciones de sol; sin embargo, si se realiza el proceso completo desde semilla, se debe aclimatar al sol de manera gradual, ya que ponerlas a sol directo o durante mucho tiempo, puede provocar que la planta se “queme”. La aclimatación se puede hacer poniendo la planta unas horas al sol en la mañana y regresar a un lugar iluminado, ascendiendo la exposición semana a semana hasta que la planta este adaptada a la iluminación directa del sol.

En este momento los riegos deben de realizarse cuando el sustrato este medianamente seco.

Reproducción asexual

En comparación con la reproducción sexual que se realiza a partir de semillas con variabilidad genética, en la reproducción asexual o propagación vegetativa se

obtendrán plantas de una manera más rápida, que serán clones de la planta madre en cuestión.

En la familia Crasulácea, en sus muchos géneros se van a poder realizar diversas formas de propagación como son los esquejes, hijuelos o vástagos, hojas y brácteas.

Esquejes

El esqueje es el corte que se realiza sobre el tallo de una planta madre, pero para poder formar una nueva planta, se debe poner a enraizar, este proceso puede tardar de entre cuatro a seis semanas.

Para obtener un esqueje, se debe de contar con una planta madre del género que se quiera propagar, tijeras podadoras, alcohol, enraizador, sustrato y charola germinadora. El esqueje se obtiene a partir de un corte transversal, que se deja cicatrizar durante una semana preferentemente a sombra. Los géneros *Sedum*, *Graptopetalum*, *Crassula*, entre otros, crecen hacia la luz (fototropismo), por lo que se puede deformar y hacer difícil la práctica de enraizado, además puede perder su valor comercial (Figura 8).



Figura 8. Deformación de esquejes por fototropismo.

Siguiendo la idea para evitar el problema por fototropismo se puede realizar algún método de esterilización de sustrato mencionados anteriormente, colocar en la charola germinadora, dejarlo secar casi por completo y comenzar con el esqueje como se describe a continuación (Figura 9).

Se selecciona la planta madre de la cual se hará el esqueje. Se limpia con alcohol las tijeras podadoras y se procede a hacer un corte transversal de entre 5 a 10 cm, preferentemente hacerlos en la zona leñosa de la planta.



En este momento, se aplica un enraizador para acelerar el proceso, aunque no es indispensable, para grandes cantidades es mejor utilizarlo, si no se utiliza también se puede hacer uso de algún fungicida, ya aplicado algún producto se insertan en la charola germinadora evitando regar por lo menos cinco días, después regar cada que el sustrato este seco.



Después de un mes la planta ya debe de empezar a mostrar raíz y alrededor de 6 a 8 semanas ya se tendrá una nueva planta y se puede trasplantar a una maceta.



Alcanzado su tamaño comercial, se puede cambiar de maceta sucesivamente cada que supere el tamaño de esta, con lo que se evita la deformación del esqueje y se asegura el correcto crecimiento del esqueje.



Realizar esquejes favorece la aparición y crecimiento de nuevos brotes, beneficiando a la planta.

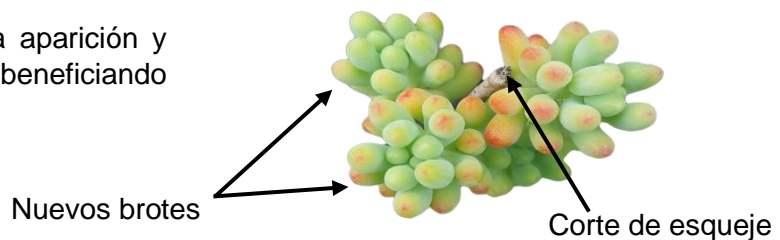


Figura 9. Proceso de obtención de esqueje. Fuente: Elaboración propia.

Con este proceso se evitan problemas como la deformación del esqueje o etiolación, y con la aplicación de algún enraizador y fungicida en la herida, se evitan problemas de pudrición del esqueje.

Vástagos o hijuelos

En la familia Crasulácea se tienen géneros como las *Echeverias* y *Sempervivum* entre las mejores representantes de la propagación conocida por hijuelos o también llamados vástagos. Este tipo de propagación se da en el tallo, donde comienzan a emerger nuevos brotes, que se forman alrededor de la planta y que posteriormente comenzaran a desarrollar raíz y a crecer formando un clon de la planta madre (Figura 10).

Para poder obtener los hijuelos, se procede a hacer la práctica del deshijé; se puede hacer cuando la planta haya superado la capacidad de la maceta junto con los hijuelos. Se debe de contar con un cutter o navaja y alcohol para esterilizar la herramienta, maceta si se va a trasplantar, sustrato preparado, enraizante o fungicida.



A la maceta de la planta madre se le aplica un buen riego, así estará bien hidratada y soportara las heridas para obtener los hijuelos, además se pueden quitar las hojas secas para rejuvenecer la planta y checar su estado evitando alguna plaga o enfermedad en la misma.

Como ejemplo en esta *Echeveria secunda* se nota la presencia de hijuelos que se desarrollan en el tallo de la planta, para proceder a sacarla de la maceta, ubicar los hijuelos y hacer un corte sobre el hijuelo (algunos ya pueden contar con raíz).

Teniendo el hijuelo se puede aplicar algún enraizante y fungicida se coloca en el sustrato preparado, preferentemente esterilizado y sin riego durante 2 a 4 días para que cicatrice la herida. Lo mismo aplica para la planta madre; posteriormente se riega cada que el sustrato este seco.



Después de enraizar el hijuelo, este será una nueva planta madre donde sacar más hijuelos.



Figura 10. Proceso de extracción de hijuelos. Fuente: Elaboración propia.



El proceso de cicatrización se puede realizar también en seco, en un lugar aireado y con buena iluminación, evitando el sol directo. Después de 4 a 5 días ya se puede colocar en el sustrato.

Propagación por hoja y brácteas

Otra forma de propagar las suculentas es por medio de sus hojas. En la mayoría de los géneros de la familia Crasulácea se puede encontrar esta característica, aunque cabe mencionar que el proceso puede ser largo dependiendo el género.

El método es sencillo y cabe destacar que cuando se separa un esqueje o se desprende un hijuelo las hojas caídas pueden servir para realizar la propagación por hoja y así obtener nuevos ejemplares (Figura 11).

Para realizar este método, la planta tiene que estar preferentemente bien hidratada y las hojas que se ocupan son las intermedias ya que son hojas más maduras y con mayor posibilidad de que se desarrollen.



Previamente se debe tener una charola con sustrato preparado, preferentemente el que se ocupa en la siembra y humedecido.



Una opción para desprender hojas para propagar es tomar con los dedos la hoja aplicar fuerza de arriba abajo hasta que se desprenda del tallo, tomando en cuenta que siempre debe de ser limpio que no quede una parte de la hoja pegada al tallo ya que si eso pasa no generara brote la hoja por no contar con el meristemo.

Para realizar esta práctica se toma una planta, en este caso, es un *Sedum adolphii*. Se arrancan las hojas de en medio, evitando cortar las pequeñas o nuevas hojas, además es importante checar que las hojas estén sanas y no sea visible alguna plaga o enfermedad.



La hoja debe de dejarse en un lugar seco, aireado y en sombra por lo menos tres días. Pasado el tiempo de cicatrización se puede agregar algún enraizador y colocar la hoja encima del sustrato humedecido. Después de unos 20 días se observará el nuevo brote o raíces salir de la hoja.



Igualmente, con la hoja ya cicatrizada se puede enterrar en el sustrato de 1 a 2 cm. Para facilitar el crecimiento del brote, se coloca en un sitio iluminado y se debe de mantener húmedo el sustrato.



Después de tres meses ya se tendrá una nueva planta, aunque depende del género será su crecimiento. Este tipo de propagación es recomendable hacerla en gran escala, aunque no todas las hojas tendrán la capacidad de crear una nueva planta.



En esta categoría de propagación por hoja se encuentra la especie de *Kalanchoe daigremontiana*, los *Kalanchoe* que en su mayoría tienden a desarrollar hijuelos en las hojas, que se desprenden por el viento o manualmente. Al colocarlos sobre sustrato húmedo desarrollan raíces por lo que es considerada invasiva.



De las brácteas se obtienen hojas de los tallos florales bien desarrollados o también llamado escapo floral. Estas hojas modificadas que protegen al tallo tienen la capacidad de producir nuevos brotes, como es el caso de las *Echeverias*.



Figura 11. Métodos de propagación por hoja. Fuente: Elaboración propia.

Poda

La poda es una práctica que beneficia mucho el proceso de reproducción de las suculentas de esta familia. Algunos de los beneficios es la propagación y generación de nuevos brotes para controlar su crecimiento.

Con este tipo de trabajo se pueden evitar problemas de etiolación, plagas y enfermedades, amontonamiento de rosetas, entre otros.




Lo ideal es realizarla en temporadas de primavera y verano, cuando la planta está en crecimiento; pero no realizarla cuando está en floración o latencia.

El corte se puede realizar con cúter, tijera podadora o navaja, cuidando siempre de desinfectar con alcohol, posteriormente ejecutar un corte sesgado sobre el tallo de la planta en cuestión, los tramos de cortes se pueden ocupar como esquejes.

Los cortes de poda favorecen la aparición de nuevos brotes (Figura 12 A); si el corte es en la parte apical de la planta los nuevos brotes aparecen a los costados creando una planta más frondosa (lo que puede ser llamado poda de formación).

Al igual, se puede realizar la poda de formación estilo bonsái (Figura 12 B), recreando la forma de un árbol pequeño.

 Las heridas pueden ser tratadas con un fungicida para evitar problemas con alguna plaga o enfermedad, al igual no se debe de aplicar agua porque se corre el peligro de que ataque algún microorganismo.

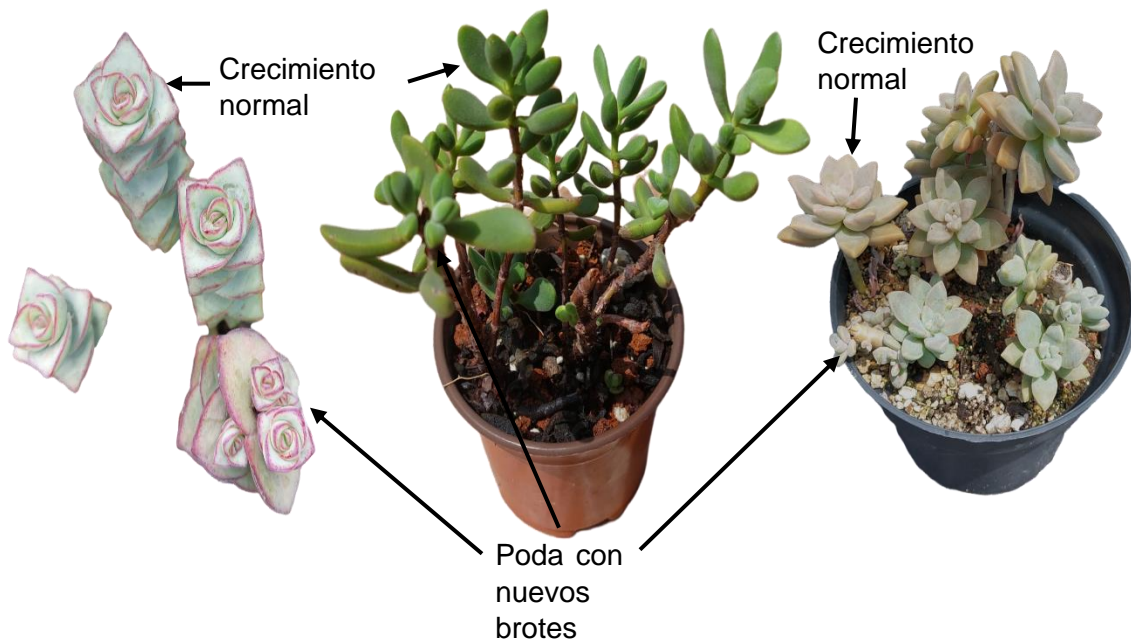


Figura 12 A. Poda de formación. Fuente: Elaboración propia.



Figura 12 B. Poda de formación. Fuente: Elaboración propia.

Luz y temperatura

Los requerimientos son mínimos para este tipo de plantas cuando se encuentran en una etapa desarrollada, ya que soportan bastante bien las condiciones climáticas distintas, una buena iluminación y calor fomenta su crecimiento y desarrollo, por lo general la media sombra o 50% de luz es lo más recomendado. Al igual, debe de existir una buena ventilación. La temperatura debe oscilar entre -5°C y 45°C dependiendo el género y, en épocas de invierno, el frío tiende a estimular la floración (Arredondo, 2002).

Como se ha mencionado en este manual, cuando se pasa a la práctica agronómica se debe cuidar de la iluminación y la temperatura en sus diferentes fases de crecimiento, ya que son factores importantes para el correcto crecimiento de las plantas, especialmente de la familia Crasulácea, ya que son plantas que requieren sol, pero también climas templados. Si por alguna situación se hace un cambio brusco a sus requerimientos, se notarán cambios en su crecimiento, algunos pueden ser por fototropismo, etiolación o quemaduras por demasiada exposición solar (Figura 13).



Fototropismo

- El fototropismo se puede formar por la búsqueda de la luz lo que puede deformar la planta, debido a un cambio de condiciones de iluminación.



Quemadura solar

- Las quemaduras solares dañan la apariencia de la planta se presenta por la poca adaptación de las plantas al sol.



Etiolación

- La etiolación es el estiramiento del tallo que al igual deforma el crecimiento normal de la planta, se produce por un cambio brusco a las necesidades de luz.

Figura 13. Problemas por falta y sobreexposición solar. Fuente: Elaboración propia.

También pueden lograrse beneficios de controlar factores como la temperatura, la humedad e iluminación; algunos géneros tienden a desarrollar respuestas a los estímulos, provocando cambios de color debido al estrés. El estrés no necesariamente es malo para la planta ya que puede ocasionar colores más atractivos a la vista debido a la alta concentración de algún pigmento como la clorofila, antocianinas u otro. Estos se generan como respuesta a la radiación solar o también por factores ambientales, fomentando colores que pueden aumentar el valor comercial; además, los cambios por diversos factores como los genéticos, logran generar nuevas variedades de plantas como las variegadas (Figura 14).

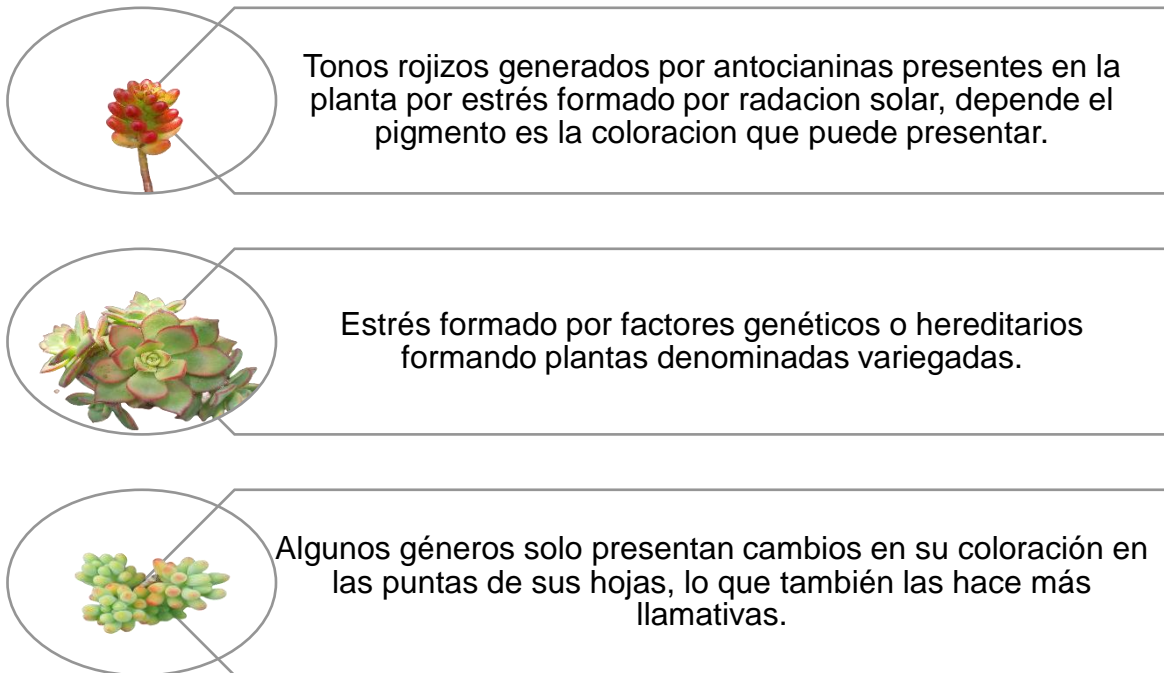


Figura 14. Beneficio de buenos elementos de luz y temperatura. Fuente: Elaboración propia.

Riego

El riego forma una de las actividades más importantes en el manejo de este tipo de plantas. Existen diversos factores como lo es el clima, las horas de sol, la estación, el sustrato, entre otros, para determinar la aplicación eficiente de agua. Al igual, van a estar en función del género las diferentes necesidades hídricas; las suculentas tienden a retener más el agua en sus hojas y tallos al ser más carnosos. Entre más carnosa la planta, el tiempo de riego puede ser más prolongado en comparación con plantas con hojas delgadas que necesitarían un riego más frecuente.

El riego ideal sería cuando el sustrato este seco, así se previene la pudrición en tallo o raíces, que es lo común en estas plantas. Para evitar problemas ocasionados por el agua, es recomendable utilizar un sustrato que drene bien el sobrante de agua y que los contenedores o macetas tengan sus hoyos de drenaje. La temporada o estación juegan un papel importante en el riego debido al clima al que están

expuestas; en temporadas de calor es más frecuente mientras en temporada de frío es más espaciado puesto que la planta puede estar en periodo de reposo.



- El riego debe realizarse en las mañanas antes de la salida del sol o al atardecer.
- En cuanto al agua sería ideal regar con agua captada de lluvia.

Fertilización

La familia Crasulácea cuenta con plantas que crecen en suelos pobres en materia orgánica y mayormente suelos calcáreos, donde la fertilización no es fundamental. Sin embargo, cuando se mantienen para reproducir y propagar si es conveniente la fertilización, pero se debe considerar las necesidades y la etapa de la planta, la aplicación se debe hacer con bajas cantidades de nitrógeno para evitar el sobrecrecimiento y aplicar mayormente nutrientes como el calcio, fósforo y potasio. Si se aplican productos comerciales granulados, es mejor que sean de lenta liberación y aplicar cuando este la planta en temporada de crecimiento ya que si se aplican cuando la planta este en reposo o dormancia seria innecesaria y pudiera ocasionar problemas.

Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades pueden ser una constante en el manejo de plantas y un problema si no se saben identificar el agente causal y los síntomas que produce en la planta; manejar esta información ayuda permite realizar un control adecuado en tiempo y forma. Además, es importante saber que las plagas son en ocasiones vectores de enfermedades en la planta, sea por heridas naturales, con herramientas o de algún factor físico. El manejo debe de centrarse en que pueden coexistir diferentes insectos y microorganismos como es el caso de la cochinilla algodonosa junto con la negrilla y hormigas; si no se tiene un buen manejo de la planta este tipo de plagas pueden acabar con el cultivo (Celli, 2019).

Algunos de los hongos que pueden atacar la parte aérea o la raíz de la planta están *Fusarium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Verticillium*, así como también algunos oportunistas

como los causantes de la negrilla y roya, su presencia es producida normalmente por un exceso de riego, lugares no ventilados y humedad alta.

Los síntomas más comunes son la podredumbre en tallos y hojas, manchas irregulares y en caso de los oportunistas pueden dañar la parte visual de la planta perjudicando su estética, en consecuencia, su valor comercial (Figura 15).

Las bacterias al igual que los hongos pueden ingresar por un mal manejo en la planta o alguna herida provocada por factores antes mencionados.

Entre las plagas más comunes están las cochinillas (Figura 16), como es la algodonosa y la llamada conchuela o escamas, son difíciles de controlar por su velocidad de reproducción y a que se encuentran protegidas en su concha. Son fáciles de distinguir, la cochinilla algodonosa es un insecto succionador que puede estar en la parte aérea y la raíz. A simple vista se le reconoce por ser de color blanco y como su nombre lo dice, produce una especie de pelusa parecida al algodón donde incuban a sus huevecillos; también, produce una sustancia azucarada que atrae a las hormigas con el propósito de ahuyentar a sus depredadores naturales, Esta plaga produce deformación en la planta, principalmente en hojas, marchitez y disminución en el crecimiento.

Otra plaga común son las llamadas escamas que se distinguen por sus colores amarillos, negros o cafés; las hembras, al estar en fase de reproducción quedan inmóviles pegadas al tallo, hojas o frutos, además su concha los protege contra enemigos naturales e insecticidas lo que dificulta su control. El insecto succiona la savia de la planta, produciendo brotes débiles, crecimiento menor de la planta y en algunos casos cambios en la coloración que limitan la fotosíntesis.



Figura 15. Daño por hongo. Fuente: Elaboración propia.

Otros insectos que pueden dañar el cultivo son los huevecillos y larvas de mariposas y polillas, por lo que se debe llevar a cabo un monitoreo constante para evitar su aparición. Se incuban en el envés de la hoja, se nota un punto amarillo o negro, pasado un tiempo la larva se comienza a alimentar de las hojas dejando solo la epidermis, dejando sus desechos, lo que produce una pérdida en la calidad de la planta.

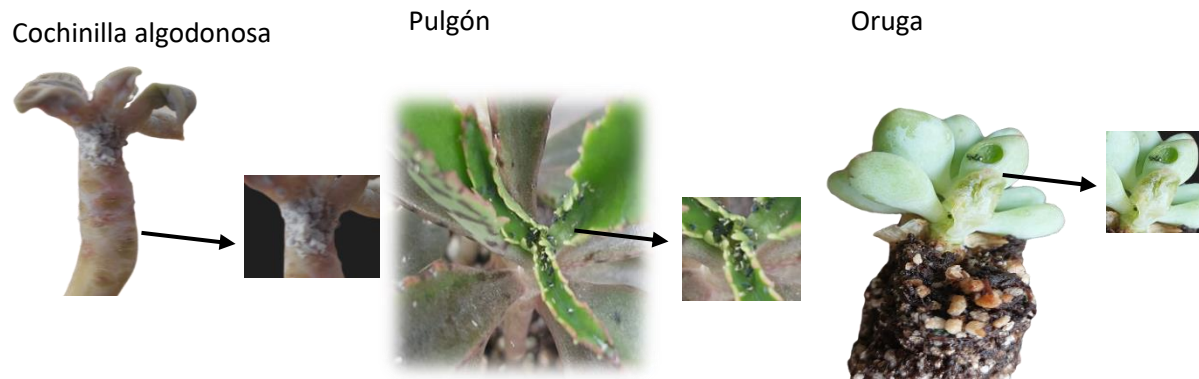


Figura 16. Daño por insectos. Fuente: Elaboración propia.

Los pulgones, insectos pequeños succionadores que atacan a las suculentas, se alimentan de su savia excretando una melaza similar que atrae hormigas con el fin de defenderse de enemigos naturales; normalmente se encuentran en los brotes tiernos, en el crecimiento apical y en la floración de la planta, causan deformación en la hoja, debilitan la planta y las hace propensas a contraer algún fitopatógeno.

Igualmente pueden concurrir otros animales, insectos o microorganismos que puedan causar daño directo o indirecto, esto dependerá del lugar y región del área de producción.

Cabe señalar que se pueden prevenir problemas en la producción con un correcto manejo agronómico en componentes como el sustrato, plagas y enfermedades, fertilización, desinfección del equipo.

Bibliografía

- Arredondo, G. A. 2002. Propagación y mantenimiento de cactáceas. *folleto técnico N° 21, INIFAP*, 37.
- Ayala, E. I., & García, L. F. 2017. Importancia cultural de las crasuláceas. Morelos: Hypatia Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Gobierno del Estado de Morelos.
- Báez, M. E. 2021. Actividad antioxidante y antiinflamatoria en extractos hidroalcohólicos de *Kalanchoe daigremontiana* Raym. -Hamet & H. Perrier. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm*, 50(1), 86-99.
- Bravo, -Á. F.-S.-H. 2016. Regeneración de *Sedum praealtum* A.DC (siempreviva) vía organogénesis. *Revista Electrónica Nova Scientia*, pp. 126-139.
- Celli, A. 2019. *Control integral, sistémico y natural de plagas en cactus y suculentas no cactáceas*. Obtenido de Academia.edu:
https://www.academia.edu/24670180/Plagas_y_enfermedades_de_los_cactus_y_crasas
- Eggli, U. 2003. Illustrated Handbook of succulent Plants: Crassulaceae. En U. Eggli. Zürich Switzerland: Springer.
- Escutia, J., Reyes, S. J., & Islas, L. M. 2017. *De la gestión del conocimiento al aprovechamiento del capital natural: Colección Nacional de Crasuláceas*. Ciudad de México: ALTEC Jardín Botánico, IB-UNAM.
- Guillot, O. D., Laguna, L. E., & Rosselló, P. ., 2008. La familia Crassulaceae en la flora alóctona valenciana. Valencia: Monografías de la revista *Bouteloua* 4.
- IICA. 2018. *Producción y manejo fitosanitario*. Obtenido de
<https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6960/1/BVE18040138e.pdf>
- Islas, L. M., Reyes, S. J., & González, Z. O. 2011. *Guía práctica de propagación y cultivo de las especies del género Echeveria*. Ciudad de México: SAGARPA, Palabra en Vuelo S.A. de C.V.
- IPNI. 1999. Índice Internacional de Nombres de las Plantas. Disponible en:
<https://www.ipni.org/Nessmann, J.-D. 1999. Guia para el Cuidado de los Cactus y Plantas Crasas. España: Susaeta ediciones.>
- Nessmann, J.-D. 1999. Guia para el Cuidado de los Cactus y Plantas Crasas. España: Susaeta ediciones.
- Oviedo, R. M. 2003. *Mantenimiento y propagación de cactaceas y crassulaceas para su conservación en el jardín botánico IB-UNAM*. México: Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Iztapalapa.
- Pastor, S. J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.*, Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3. pp. 231-235.
- Reyes, S. J. 2011. Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculnetas mexicanas. Jalisco, México: Comisión Nacional Forestal.

Salgado, G. M. 2015. Regeneración in vitro de echeveria calycosa moran (Crassulaceae), vía organogénesis. *Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A. C.*

Zúñiga, O. Á., & Carrodegua, G. A. 2021. Echeveria (Crassulaceae): Potencial para la mejora genética como ornamental. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25.