



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Descripción morfológica desde la germinación hasta su transplante de tres especies de cactáceas amenazadas (*Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens*) y evaluación de la germinación

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

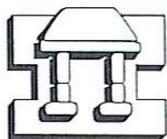
BIÓLOGO

PRESENTA

BEATRIZ KARYME GELISTA GARCÍA

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. MARCIAL GARCÍA PINEDA



IZTACALA

TLALNEPANTLA, EDO. DE MÉXICO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la memoria de **José Antonio Meyrán Camacho** (q.e.p.d.) por aceptar dirigir esta tesis, por su apoyo incondicional, por su paciencia. Gracias por los momentos agradables que compartió con todos, gracias por brindarnos su tiempo sin condiciones, por ser más que un MAESTRO, por ser el confidente el AMIGO que me alentó a seguir cuando pensaba que estaba vencida, Gracias por la oportunidad que me dio de conocerlo como AMIGO.



Marcial García Pineda:

Gracias por aceptar ayudarme a concluir este trabajo y sobre todo por su paciencia y amistad.

Profesores:

Gracias Dr. Héctor Octavio Godínez Álvarez, Biol. María Edith López Villafranco, Biol. Diana Herrera Rojas, Biol Antonio Edmundo Cisneros Cisneros. por todas sus observaciones, por el apoyo que me brindaron para concluir este trabajo. A todos los profesores que me compartieron sus conocimientos a lo largo de la carrera.

Padres:

Antonio Gelista Hernández, gracias por tu apoyo. Marta Lidia García Mazadiego Gracias por que además de ser mi madre eres una gran amiga, gracias por aceptar ser padre y madre a la vez, por todos tus sacrificios y

desvelos. Gracias por no rendirte ante los primeros obstáculos y luchar por sacarnos adelante. Gracias porque sin tu ejemplo de lucha yo no seria nada. No existen palabras con las cuales yo pudiera expresarte toda la admiración y el amor que siento por ti.

Juan Alberto Martínez Girón:

Gracias por estar a mi lado todos estos años, por ser parte importante de mi vida, por animarme a seguir cuando pensaba que todo era imposible. Gracias por soportar mis momentos de mal humor y compartir mis momentos de alegría. Gracias porque sin necesidad de pedirlo siempre estabas ahí.

Familiares:

Gracias a Claudia Nayeli Gelista García, Jorge Abraham Arrieta García, Ma. Araceli Trejo García, Josué Raziel Ávila Trejo, Beatriz García Mazadiego (q.e.p.d.), por apoyarme y darme ánimos.

Amigos:

Evelyn Castillo, Marisela Yépez, Patricia Meza, Ana Lilia Santana, Fernando Moreno, Gonzalo Olmos, Sandra Cortés, Fernando Bautista, Juan Andrade gracias por compartir momentos de alegría, Jorge Azuára, Alinn Cervera, Linda Silva gracias por interesarse y preocuparse en lo que necesitaba, por los ánimos que me dieron para concluir la tesis y por compartir esos momentos de alegría y tristeza.

José de Jesús González Núñez:

Gracias por el apoyo en los momentos difíciles, por el apoyo incondicional que nos brindo a mi madre y a mí.

INDICE

Agradecimientos.....	3
Resumen.....	5
Introducción.....	6
Características botánicas.....	8
<i>Astrophytum ornatum</i>	8
<i>Cephalocereus senilis</i>	9
<i>Coryphantha elephantidens</i>	10
Antecedentes.....	11
Objetivos.....	15
Área de estudio.....	16
Material y métodos.....	19
Consulta bibliográfica.....	19
Propagación.....	19
Colecta de semillas.....	19
Siembra.....	20
Porcentaje y velocidad de germinación.....	21
Descripción morfológica de las plántulas.....	22
Transplante.....	23
Resultados.....	24
Discusión.....	40
Descripción morfológica.....	40
Porcentaje y velocidad de germinación.....	42
Conclusión.....	44
Bibliografía.....	46
Anexo I.....	51
Anexo II.....	54

RESUMEN

México debido a su situación geográfica, a su gran diversidad de climas y a lo accidentado de su topografía, alberga una flora que ha sido considerada de las más ricas y variadas del planeta (Rzedowski, 1978). Entre las plantas más notables que caracterizan el paisaje de las zonas áridas de México se distingue junto con los magueyes, los mezquites y las yucas, un fascinante grupo vegetal, la familia cactáceae. Las cactáceas son muy apreciadas en todo el mundo por su utilidad, ornamental, medicinal y alimenticia. En la actualidad el número de especies de cactáceas en peligro de extinción en todo el continente es enorme, sin embargo México es uno de los países que enfrenta los mayores problemas debido al crecimiento urbano, a la acelerada destrucción del hábitat y a la excesiva colecta de estas especies con fines comerciales. Esta actividad afecta particularmente a aquellas especies endémicas y de distribución restringida. Por lo que este trabajo, de acuerdo a estudios anteriores realizados en el Jardín Botánico (JABIZ) y debido a uno de sus objetivos referente a la conservación de especies amenazadas, pretende proporcionar información sobre el conocimiento del ciclo de vida y germinación para la propagación de dichas especies. Contribuyendo al acervo de las cactáceas amenazadas que se encuentran en el JABIZ.

Se propagaron por la vía sexual semillas de *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens*, empleando el método de Rivas y se evaluó la germinación (porcentaje y velocidad de germinación). De las especies germinadas se obtuvieron en promedio los siguientes resultados: *Astrophytum ornatum* 22%, *Cephalocereus senilis* 73% y *Coryphantha elephantidens* 43%, transplantándose cuando alcanzaron los 2 cm. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede apreciar que no todas las semillas tuvieron el mismo porcentaje de germinación debido a que cada especie responde de forma particular. Destacando tanto en porcentaje de germinación como en velocidad de germinación *C. Senilis*. En conclusión la evaluación de las especies estudiadas es importante para su conservación, por el hecho de dar a conocer las características más sobresalientes de los estadios posteriores a su germinación.

INTRODUCCIÓN

México es un país con una gran diversidad biológica ya que cuenta con un gran número de especies de flora y fauna, principalmente por su amplia variedad de climas, topografía y suelos, así como su posición geográfica (Rzedowski, 1978). Por desgracia, la misma notoriedad que el país alcanza en cuanto a su potencial florístico también lo distingue en cuanto al ritmo de destrucción del mismo, como consecuencia de múltiples actividades humanas como: crecimiento urbano, la acelerada destrucción del hábitat y a la excesiva colecta de estas especies con fines comerciales esta actividad afecta particularmente a aquellas especies endémicas y de distribución restringida. Dentro del gran número de especies endémicas se encuentran las cactáceas, originarias del continente americano y que se distribuyen desde Canadá hasta Argentina. México cuenta con la mayor riqueza de especies de cactáceas, las cuales se encuentran principalmente en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país (Godínez, 1991).

Las cactáceas, además de su amplio uso como plantas ornamentales, han sido utilizadas de diversas maneras, son muy apreciadas en todo el mundo por su utilidad medicinal, proveen materiales para la construcción, como alimento; también, han sido utilizadas para el control de la erosión y algunas especies, por sus efectos alucinógenos, siguen siendo utilizadas en ritos ceremoniales. (Sánchez-Mejorada, 1982). La amenaza a la sobrevivencia de las cactáceas en México crece de manera alarmante, la implacable destrucción de hábitats naturales y las colectas excesivas y sin cuidado para propósitos comerciales son las causas principales.

Para conservar las especies amenazadas de cactáceas, se pueden propagar por semilla. La propagación por semilla es una técnica que tiene la limitante de que el desarrollo de las plántulas es lento, pero tiene la ventaja de la conservación de las especies, ya que permite mantener la diversidad genética.

La mayor parte de la información que existe acerca de la propagación de las cactáceas por semilla proviene básicamente de horticultores y aficionados que se han dedicado a desarrollar diversas técnicas para la germinación de muchas especies con sugerencias sobre determinados tipos de suelo (Rivas, 1986).

Entre las especies que se hallan sumamente afectados por el saqueo por parte de coleccionistas se encuentran *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens*, ya que son muy codiciadas tanto en el país como en el extranjero, por su extraordinaria belleza; llegándose a valorar un ejemplar en cientos de dólares en países como Japón o Alemania (Semarnap. 2001). De acuerdo a trabajos anteriores realizados en el Jardín Botánico (JABIZ) y debido a uno de sus objetivos referente a la conservación de especies amenazadas, se pretende con la siguiente investigación proporcionar información sobre su ciclo de vida, germinación y propagación de dichas especies contribuyendo a incrementar el acervo de las cactáceas nominadas como amenazadas que se encuentran en el JABIZ.

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens*



Astrophytum ornatum

Bravo (1991) y Glass (1997), mencionan que es una planta con **tallo** generalmente simple, en principio esférico, a veces en forma de columna. Por lo común, de 30-35 cm de altura, 12-15 cm de diámetro, llegando a medir hasta cerca de 2 m de altura; ápice hundido con algo de lana blanca o amarillenta, sobrepasado por las espinas de las aréolas jóvenes; epidermis de color verde claro, oscuro o grisáceo, con estigmas más o menos abundantes en las plantas jóvenes, que cubren más o menos la superficie o faltan completamente. **Costillas** 8, rectas o algo espiraladas, altas y agudas, de unos 5 a 6 cm de altura o más. Color verde oscuro; comúnmente con abundantes tricomas de color blanco que cubren parcialmente la epidermis. **Aréolas** separadas por 1.5-2.5 cm, elípticas, de cerca de 8 mm de longitud, con lana de color blanco amarillenta, al final caduca. **Espinas radiales**, 6-8 o 10, gruesas, rígidas, erectas o algo curvas, de 2 a 4 cm de longitud, amarillentas, cuando jóvenes con la base rojiza, extendidas horizontalmente. **Espinas centrales**, por lo general 1, a veces 2, similares a las radiales pero un poco más gruesas y largas. **Flores** cerca del ápice, en forma de embudo, 7-9 cm de longitud; pericarpelo globoso, con escamas lineares, acuminadas, de color castaño, con la punta más clara, llevando en las axilas lana blanca o amarillenta; cavidad del ovario elíptica; tubo receptacular igualmente escamoso; segmentos exteriores del perianto lanceolados, amarillentos con la

punta de color castaño, largamente acuminada; segmentos interiores del perianto espatulados, acuminados, con el margen dentado, de color amarillo canario; estambres en dos grupos: filamentos de color amarillo azufre; anteras de color amarillo cromo hasta anaranjado claro; estilo amarillento; lóbulos del estigma 7, del mismo color de los filamentos. **Fruto** globoso, 2.5-3 cm. de diámetro, longitudinal e irregularmente dehiscente; se abre como estrella al liberar sus semillas. **Semillas.** Estas, de 2.5-3 mm. de longitud, con forma de sombrerete; testa brillante y negra. **Distribución** Endémica. Muy común en el estado de Hidalgo; también habita en zonas montañosas del centro y el norte de Querétaro, el noroeste de Guanajuato, así como en el sureste de San Luis Potosí.

Nombre común: biznaga-algodoncillo y liendrilla. **Categoría:** amenazada (Semarnap, 2001)



Cephalocereus senilis

Bravo (1978), menciona que es una planta con **tallo** columnar, simples o ramificados, al principio color verde claro, después grisáceo. De 6 a 10 y aun 15 m de altura. **Costillas** de 12 a 15 al principio, después 30 o más, poco prominentes, redondeadas, surcos angostos. **Aréolas** próximas, grandes, circulares, ligeramente prominentes, provistas cuando jóvenes de 20 a 30 cerdas blancas, de 12 a 30 cm de largo o más, que en las plantas viejas casi desaparecen. **Espinas** 1 a 5, amarillas, en aréolas jóvenes de 1 a 2 cm de largo y en las viejas como de 5 cm. Cefalio semi-periferico y lateral, en el ápice de los tallos, con abundante lana color beige claro y espinas setosas de 4 a 6 cm de largo. **Flores** nocturnas, de 5 a 9 cm de largo y como 6 cm de ancho, parcialmente ocultas en el cefalio, de color rosa claro; podarios del pericarpelo algo numerosos, con escamas muy pequeñas que llevan algunos pelos sedosos largos; tubo receptacular con podarios escasos y escamas muy pequeñas con pelos cortos; segmentos del perianto cortos y algo carnosos, color rosa; ovario amplio con óvulos numerosos insertos en funículos ramificados; cavidad nectarial amplia, cerrada parcialmente por la curvatura de la base de los estambres primarios: estilo grueso; lóbulos del estigma cortos. **Fruto** ovoide, de 3 cm de largo y 2 a 2.5 cm de ancho, provisto de escamas distantes, diminutas, que llevan algo de lana, color rosa claro cuando fresco, después, ya seco, adquiere una coloración moreno oscuro, está capitado por la base seca del

perianto que queda adherida como una cúpula más clara, a veces conservando todo el perianto seco. **Semillas** muy numerosas, en forma de gorro-casco, de 2.5 mm de largo y 2 mm de ancho, testa negra, brillante con ornamentación celular y con puntuaciones. **Distribución** Endémica. En el estado de Hidalgo, cuenca alta del río Quetzalapa. Forma asociaciones en las laderas de las barrancas de los ríos Metztitlán, Almolón, Tolantongo y Amajaque, y en el Valle del Mezquital

Nombre común: órgano – viejo real. **Categoría:** Amenazada. (Semarnap, 2001)



Coryphantha elephantidens

Bravo (1991), describe en su libro que es una planta con **tallo** simple o irregularmente cespitoso, globoso hasta subgloboso, con el ápice aplanado y lanoso, de alrededor de 14 cm de altura y 19 cm de diámetro, color verde oscuro. **Tubérculos** dispuestos en 5 y 8 series espiraladas, muy grandes, de 4 a 5 cm. de longitud, oscuros, redondeados arriba, con la base romboidal. **Axilas** muy lanosas. **Aréolas** elípticas, cuando jóvenes con lana. **Espinas radiales** 5 o 6, subuladas, las más largas de unos 2 cm de longitud, al principio amarillentas, después blancas, con la punta de color castaño casi negro, extendidas y encorvadas sobre los tubérculos, generalmente 2 a cada lado de la aréola y 1 inferior, que es la más larga; en el ápice de las aréolas existe un grupo secundario formado por alrededor de 3 espinas radiales más delgadas, blancas, dirigidas hacia arriba. **Flores** grandes, de color rosa con tinte purpúreo, de cerca de 11 cm de diámetro; segmentos del perianto numerosos; los interiores espatulados, mucronados, de color rosa con tinte purpúreo, con la línea media más oscura; filamentos escasos, de la mitad del largo de los pétalos, de color rosa; anteras amarillas; estilo amarillento o anaranjado; lóbulos del estigma cerca de 6, amarillentos. **Fruto** oblongo, de 2 a 3 cm de longitud. **Semillas** de 4 mm de longitud, de color castaño claro. **Distribución** No endémica. Estado de Morelos.

En Yautepec, Alpuyecá, Las Estacas, Xochimilco, Cañón de Lobos y cerca de Cuautla. Crece en lomas con pastizales.

Nombre común: biznaga – partida, diente de elefante. **Categoría:** Amenazada. (Semarnap, 2001)

ANTECEDENTES.

Sobre los trabajos de germinación en cactáceas varios autores mencionan que la temperatura, en muchos de los casos, es el principal determinante de la germinación de las cactáceas, como lo indican:

Mrinskii (1985), describió una técnica para lograr la germinación de las semillas de cactáceas, que consiste en incubarlas inicialmente a temperaturas de 14 a 16 °C en un periodo de cinco a ocho días, condición que favorece la germinación en algunas especies y en las que no, permite la imbibición. Posteriormente, al incrementar la temperatura de 12 a 22°C, una porción de las semillas que no hayan germinado lo harán en el transcurso de dos a cuatro días. La etapa final consiste en someterlas a temperatura de 30 a 35°C, con lo que se espera que germinen las semillas remanentes en un lapso de dos a tres días. Añadiendo que con este método se han logrado germinaciones del 90 al 95% en el curso de 9 a 15 días.

Más adelante Nobel (1988) (citado en Beristain, 1997) menciona que la temperatura, en muchos casos, es la principal determinante de la germinación de las cactáceas; la temperatura óptima se encuentra en el intervalo de 17 a 34°C, con una media de 25°C. La germinación para cactáceas, se reduce en un 50% en promedio, con temperaturas 9°C arriba o por debajo de la óptima. Este autor menciona también que la disponibilidad de luz es una exigencia determinante de la germinación en muchas cactáceas, y Godínez (1991), obtiene para 5 especies de cactáceas un alto porcentaje de germinación a una temperatura constante de 17°C.

Arredondo y Camacho (1995), sembraron semillas de *Astrophytum myriostigma* procedentes de tres zonas de San Luis Potosí, sobre papel filtro húmedo a temperaturas de 20, 25, 30 y 35°C, con un fotoperiodo natural de 12.5 horas. La mejor germinación se obtuvo a 25°C, cerca de un 100% en 6 días. La

velocidad de germinación y el porcentaje de semillas germinadas disminuyeron con 30 y 35°C.

Varios trabajos hacen notar la importancia que tiene la luz en la germinación de varias especies de cactáceas.

Al respecto, Martínez (1983), trabajo con *Stenocereus griseus*, menciona que la germinación de estas semillas es un proceso que requiere de la activación del fotocromo, mismo que debe estar presente en cantidades adecuadas (fotoequilibrio), lo que se logra irradiándolas durante 30 minutos con luz roja. Para la activación del fotorreceptor la semilla debe estar hidratada en un 20% como mínimo, esto es con 2 horas de imbibición en agua destilada a 25°C y la activación de dicho receptor es óptima a una temperatura de incubación de 21°C.

López y Sánchez (1989), utilizaron semillas de *Stenocereus griseus*, estas semillas alcanzaron porcentajes de germinación entre 90 y 100%, bajo condiciones de luz constante, fotoperiodo y luz natural. Los lotes que se mantuvieron en oscuridad constante regados con agua destilada estéril, agua corriente, presentaron porcentajes de germinación muy inferiores a 50%.

Posteriormente, Romero et al. (1992) reportan que en *Ferocactus peninsulae*, las semillas incubadas por 10 días en oscuridad no tuvieron germinación. Cuando se quitó el papel aluminio que cubría las cajas, la germinación se inició tres días después bajo iluminación constante, transcurridos 19 días se logró un 14% de germinación, mientras que el testigo bajo iluminación constante obtuvo el 38%.

Hernández, et al. (1994) (citado en Beristain, 1997), encontraron que las semillas de *Ferocactus hamacanthus*, *Mammillaria winteriae*, *Astekium ritterii*, *Escobaria runyonii*, *Echinocactus texensis* y *Wilcoxia poselgeri*, que no germinaron

en la oscuridad, lo pudieron hacer cuando dispusieron de iluminación, alcanzando porcentajes similares a los obtenidos cuando dispusieron de luz desde el inicio de la incubación.

Reyes y Arias (1995), mencionan que en la mayoría de las cactáceas las semillas pueden permanecer viables por lapsos de 5 a 10 años, almacenadas con un contenido de humedad menor al 15% a temperaturas de 20 a 25°C y con una humedad relativa en la atmósfera del 80%; no obstante el almacenamiento en refrigeración a una temperatura de 8°C, es recomendable para prolongar la longevidad de las semillas; aunque algunas semillas de cactáceas pueden requerir de un periodo de almacenamiento en seco para alcanzar su máxima germinación.

Del Castillo (1986), al someter a *Ferocactus histrix* a condiciones de oscuridad, reportó ausencia de la germinación. Las semillas expuestas a la luz y a una temperatura ambiente obtuvieron un porcentaje de germinación del 96%.

En cuanto al empleo de tratamientos para estimular la germinación de semillas de cactáceas, Corona y Chávez (1982), mencionan que la aplicación de nitrato de potasio al 0.2% durante 24 horas reduce el tiempo de germinación de *Echinocactus grandis*, así como Trujillo (1989), en el caso de *Mammillaria carnea* y *Coryphantha calipensis*, utilizó soluciones a base de nitratos para obtener una mejor germinación y en un periodo de tiempo más corto, pues estas soluciones actúan sustituyendo o complementando el efecto estimulante que tiene la luz.

López y Sánchez (1989), observaron que al aplicar ácido giberélico para sustituir la presencia de la luz en la germinación de *Stenocereus griseus*, que se mantuvo en la oscuridad, obtuvo 20% o más en los valores de germinación.

Posteriormente, Moreno et al. (1992), a semillas de *Echinomastus mariposensis* les aplicaron pruebas de escarificación, escarificación más giberelina

a diferentes concentraciones, previamente remojadas en agua por 18 horas, observaron que estos promueven su germinación hasta un 81.6%.

Álvarez y Montaña (1997), sometieron a *Cephalocereus chrysacanthus*, *C. hoppenstedii*, *Ferocactus latispinus*, *Stenocereus stellatus* y *Wilcoxia viperina*, a seis tratamientos de escarificación empleando ácido clorhídrico en concentraciones 1N, 2N y 3N durante una hora, así como imbibición en algodón húmedo durante 36 horas, escarificación mecánica con suelo del lugar de origen y semillas sin tratamiento. Teniendo como resultado que *C. chrysacanthus* presentó la germinación más baja con 36%, mientras que las otras cuatro especies promediaron 79%. Ningún tratamiento presentó mejor germinación que la de semillas no tratadas.

Sánchez (1997), aplicó tratamientos de escarificación con ácido sulfúrico concentrado por 3, 6, 9, 12, 30, 45 y 60 minutos, ácido giberélico (100 ppm) por 24 y 48 minutos, y ruptura parcial de la cubierta. Encontró que las semillas de *Opuntia joconostle* (Weber) forma cuaresmero, en promedio 48% de germinación con ruptura parcial de la cubierta e imbibición con ácido giberélico. El máximo porcentaje de germinación fue de 80%.

Ruedas et. al. (2000) determinaron el porcentaje final de germinación de semillas de *Mammillaria magnimamma* bajo diferentes condiciones de luz/oscuridad, temperatura fluctuante y pre-tratamientos con HCl. En los experimentos observó que las semillas almacenadas durante un mes, así como las de un año de edad, alcanzaron porcentajes de germinación superiores al 80%. Los porcentajes de germinación que se obtuvieron de los lotes testigo fueron de 90%. La germinación fue más lenta conforme aumentó el periodo de exposición a las altas temperaturas. Para el caso de las semillas que se sometieron a los pre-tratamientos con HCl, se observó que no hubo un efecto significativo.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Elaborar la descripción morfológica desde la germinación hasta su transplante de 3 especies de cactáceas amenazadas (*Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens*) y evaluar su germinación

Objetivos particulares

- Elaborar fichas descriptivas con las características de las especies a estudiar, así como sus esquemas.
- Hacer la descripción morfológica de semillas de *A. ornatum*, *C. senilis* y *C. elephantidens*.
- Obtener el porcentaje y velocidad de germinación de las semillas de las especies propuestas en este estudio.
- Elaborar la descripción morfológica de plántulas de *A. ornatum*, *C. senilis* y *C. elephantidens*.
- Proporcionar información básica de las tres especies estudiadas para su propagación e incrementar la colección de cactáceas para su exhibición.

Área de estudio

La FES-Iztacala forma parte de la colonia de los Reyes Iztacala, Ubicada al Oriente del Estado de México, en el municipio de Tlalnepantla de Baz, estado de México al Noreste de la ciudad de México; se ubica a 1.4 Km. en línea recta al SE de la cabecera municipal y a 12.5 Km. al NW del centro de la ciudad de México; entre las coordenadas 19° 32' 17" y 19° 32' 44" de latitud Norte y 99° 12' 11" y 99° 12' 22" de longitud Oeste, a 2250 m.s.n.m. Y cuenta con una superficie de 221, 382 m² en un ambiente urbano (figura 1) (Sandoval y Tapia, 2000) (Citado en Pozos, 2002).

Geología y Edafología

Se encuentra en la zona baja entre lo que fue el río Tlalnepantla y San Javier, está cubierta por depósitos aluviales cuaternarios de textura gruesa. Ubicada en el municipio de Tlalnepantla que forma parte del eje Neovolcánico Transversal, en la subprovincia de lagos y volcanes del Anáhuac, dentro de la región vaso lacustre y lomerios suaves. El uso histórico y la erosión del suelo en el área de la FES-Iztacala se a transformado drásticamente las propiedades físicas y químicas del suelo convirtiéndose en la actualidad como astrosoles (Sandoval y Tapia, 2000).

Clima

Presenta un aumento en la temperatura como en la precipitación y una disminución en la cantidad de heladas y granizadas como consecuencia del aumento de la mancha urbana; el clima seria c (w,) (w) b (i')g; templado con humedad intermedia entre los subhúmedos, verano fresco y largos en general isotermal y con el mes más caliente antes del solsticio de verano. El promedio anual actual de la precipitación es cercano a los 900 mm; 80% de la lluvia se concentra en los meses de mayo a octubre (lluvias de verano) y el resto en enero a febrero; se consideran meses secos de noviembre a diciembre (Sandoval y Tapia, 2000)

Tipo de vegetación

La vegetación actual de la FES-Iztacala es resultado de un paisaje urbanizado y consiste de 39 familias botánicas con 54 géneros y 72 especies, distribuidas en las jardineras, camellones y estacionamientos, están presentes especies como: la bugambilia (*Bougainvillea glabra*), la jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), el álamo (*Populus alba*), el fresno (*Fraxinus uhdei*), el colorín (*Erythrina americana* y *E. Coralloides*), entre otros más (Sandoval y Tapia, 2000).

Jardín Botánico de la FES-Iztacala

El Jardín Botánico de la FES-Iztacala se fundó en 1982 y se encuentra en la parte Noreste de la FES, cuenta con un terreno plano cuya vegetación es introducida, y predominan especies como: pirul (*Schinus molle*), colorin (*Erythrina americana*), y cedro (*Juniperus* spp) la distribución presente dentro del jardín es:

- Una parte zonificada con montículos en el área de Cactáceas, Agaváceas, Crasuláceas y otras suculentas.
- Casa de sombra para las plantas ornamentales.
- Una zona de plantas medicinales.
- Zona de árboles frutales.
- Un área de vivero para la propagación de cactáceas y suculentas, árboles frutales, forestales y ornamentales.
- Áreas experimentales para la comunidad universitaria.

Además de contar con un invernadero que tiene una superficie de 176 m², está dividido en ocho cubículos en apoyo a la investigación de profesores y alumnos (Pozos, 2002). Actualmente el J B, cuenta con una extensión de 6500 m² aproximadamente y un área para la propagación y cultivo de plantas amenazadas y en peligro de extinción, principalmente cactáceas, y una zona para el establecimiento y cultivo de mariposas (mariposario).

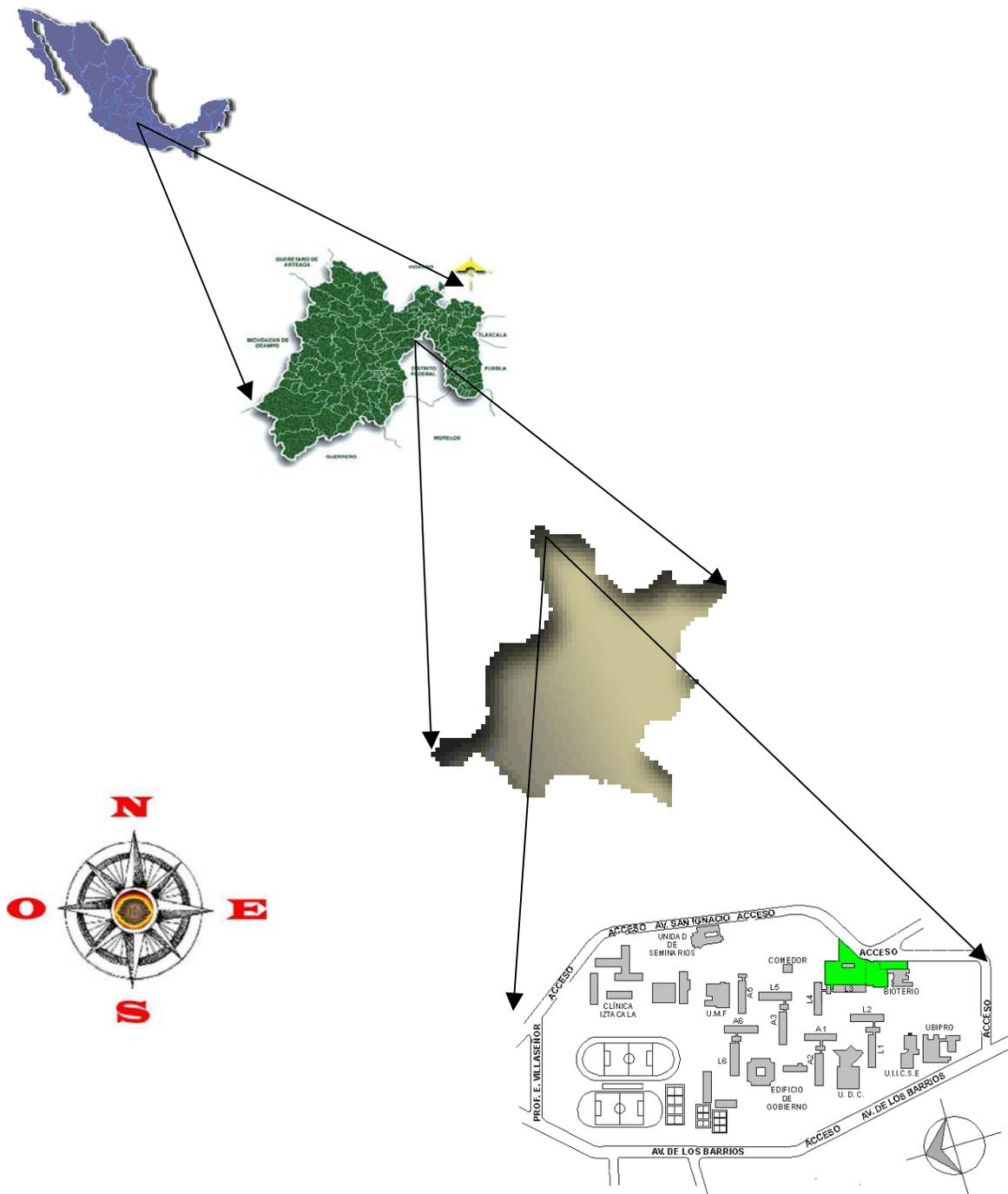


Fig. 1: Ubicación del Jardín Botánico (JABIZ) en la República Mexicana entre las coordenadas $19^{\circ} 32' 17''$, $19^{\circ} 32' 44''$ L. N y $99^{\circ} 12' 11''$, $99^{\circ} 12' 22''$ L. W.

MATERIAL Y MÉTODOS

I. Consulta bibliográfica

Se partió de una revisión de la lista más reciente de especies de cactáceas en peligro de extinción publicada por NOM-059-ECOL-2001, de la cual se seleccionaron tres especies, para su propagación.

Con el fin de contar con mayores fuentes sobre las especies a estudiar se realizó una investigación documental (Tesis, Libros y revistas científicas), en el instituto de Biología, la Facultad de ciencias, la biblioteca de la FES- Iztacala.

II. Propagación de *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens*, especies de cactáceas protegidas que se encuentran en la NOM-059-ECOL-2001

1.-Colecta de semillas

Las semillas de *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens* que se emplearon en este trabajo, fueron colectadas de frutos de diferentes individuos distribuidos en los cactarios del J B de la FES-Iztacala. La colecta se realizó a partir de frutos maduros, los cuales se dejaron secar.

Una vez que se liberaron las semillas, se separaron del fruto y se lavaron con agua corriente retirando la pulpa que tuviera adherida, esto para evitar la proliferación de hongos. Después se almacenaron en frascos de plástico a temperatura ambiente para ser utilizadas posteriormente.

2.-Siembra

La propagación se realizó por la vía sexual de las semillas de *Astrophytum ornatum*, *Cephalocereus senilis* y *Coryphantha elephantidens* mediante el método de Rivas (1978).

Las siembras se realizaron en envases de plástico, utilizando un sustrato compuesto, en partes iguales de: tierra de hoja cernida, tierra lama y tezontle fino (% de tierra ya establecido por el J B, comprobado mediante análisis como mezcla adecuada para cactáceas y suculentas). Ésta se esterilizo. En los envases en los que se sembró, se colocó una capa de tezontle de 1 a 1.5 cm (evitando así la putrefacción de las raíces y permitiendo un buen drenaje de agua) y sobre ésta, 2 cm. aproximadamente de la mezcla de tierra.

Previamente a la siembra, para evitar que se contaminaran, las semillas se desinfectaron sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 5 minutos (Godínez-Álvarez, 1991) y se lavaron con agua corriente. Posteriormente, para el tratamiento en imbibición con agua las semillas se colocaron en cajas de petri con agua suficiente como para cubrir las semillas durante 24 horas. Con unas pinzas esterilizadas previamente con alcohol se colocaron las semillas, una por una, sobre la superficie de la tierra. Se sembraron 25 semillas por cada envase, formando 5 hileras de 5 semillas cada una, de tal manera que no se tocarán entre sí para evitar la propagación de infecciones. Se hicieron 3 réplicas de cada una de las especies. Estas se colocaron a 2 mm de profundidad presionando ligeramente, para que las plántulas se establecieran mejor.

Se regó hasta observar que la tierra estuviera húmeda, humedeciéndola otra vez con agua estéril cada 8 a 15 días o cuando la tierra estuviera visiblemente seca. Es importante señalar que no debe regarse directamente sobre el cuerpo de la planta, para evitar que se formen manchas o se acumulen sales

sobre las espinas. Los envases se conservaron en el invernadero de la FES-Iztacala bajo condiciones de temperatura fluctuante (15 – 35°C).

3.- Porcentaje y velocidad de germinación

Para evaluar estas variables se utilizaron índices numéricos aplicando funciones matemáticas que describieron el comportamiento germinativo de las semillas (González-Zertuche, 1996).

Las semillas se revisaron diariamente para verificar el número de semillas germinadas. Se termino el conteo cuando la cantidad de semillas germinadas se mantuvo constante.

Para el porcentaje de germinación se hicieron gráficas de germinación diaria. Estas muestran el número de semillas germinadas por día y el día en que se logra el máximo número de semillas germinadas (Rojas, 1995):

Para el caso de la velocidad de germinación o valor germinativo, que es la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación se utilizo la formula descrita por Maguire (1962), fundamentado en la suma de las tasas de germinación sencilla entre el tiempo:

$$\mathbf{MG = \sum(G_i / T_i) \times 100 / M}$$

En donde:

MG = Valor germinativo o índice de Maguire.

G_i = Germinación sencilla de la iésima evaluación.

T_i = Tiempo transcurrido desde la siembra hasta la iésima evaluación.

M = cantidad de semillas germinadas.

4.-Descripción morfológica de las plántulas

Se hizo una descripción de las plántulas obtenidas tomando como referencia algunos de los datos propuestos por Cota, 1982.

Especie _____ Fecha _____
Semilla:
Forma _____ Tamaño: Largo _____ Ancho/ diámetro _____
Color _____
Primera estructura en emerger
Forma _____
Tamaño: Largo _____ Ancho/ diámetro _____ Color _____
Características generales. _____
Hipocotilo:
Tamaño: Diámetro _____
Características generales. _____
Primera areola en emerger/ día _____
Forma _____ Tamaño: Largo _____ Ancho _____
Presencia de lana _____ Ornamentación _____
Características generales. _____
Primera espina en emerger/ día _____
Número _____ Forma _____ Tamaño _____
Color _____ Dirección/posición _____
Forma de la planta _____ Altura de la planta _____
Diámetro _____ Color _____
Primera costilla/tubérculo en emerger/ día _____
Forma del tubérculo/costilla _____
Tamaño: Largo/altura _____ Diámetro/ancho _____ Color _____
Dirección/posición _____
Serie de espirales/Número de costillas _____
Observaciones _____

Se tomaron fotografías de las 3 especies resaltando las características más relevantes. Las observaciones se hicieron diariamente.

5.- Transplante

Cuando las plántulas alcanzaron un tamaño aproximado de 2 cm. Se transplantaron a macetas individuales, para esto se preparo una mezcla de tierra en proporciones 2:2:1 que esta compuesta de 2 partes de tezontle, 2 partes de tierra de hoja cernida finamente y 1 parte de tierra lama. Esta se esterilizo. Colocando en el fondo una capa de tezontle de aproximadamente 1.5 cms Sobre esto se puso la tierra preparada que se humedeció y aplanó.

Después se hicieron los agujeros en donde se colocaron las plantas. Realizado el transplante a las macetas se les colocó una bolsa de plástico, se enterró un popote en la maceta y se cerró la bolsa. Se colocaron bajo sombra donde la luz era del 70%, la temperatura mínima de 15°C y la máxima de 35°C. En este caso el riego se hizo cada 4 días o dependiendo del clima (Rivas, 1981).

RESULTADOS

<i>Astrophytum ornatum.</i>	
<p>A</p> 	<p>Semilla. Día 1</p> <p>Las semillas miden en promedio:</p> <p>Largo: 3.20 mm</p> <p>Ancho: 1.85 mm</p> <p>Color: Las semillas de <i>Astrophytum ornatum</i> son negras y brillantes. Testa</p> <p>Forma: capuchita o sombrerete.</p>
<p>B</p> 	<p>Radicula. Día 6.</p> <p>La radícula es la primera estructura en emerger. Aun no esta adherida al sustrato.</p> <p>Miden en promedio:</p> <p>Altura: 5.3 mm</p> <p>Ancho/diámetro: 2.48 mm</p> <p>Color: verde claro.</p> <p>Forma: globosa</p>
<p>c</p> 	<p>Plántula del Día 7.</p> <p>Crece rápidamente y deja al descubierto el hipocotilo y parte de las hojas cotiledonares.</p> <p>Altura: 7.6 mm</p> <p>Ancho: 3.20 mm</p> <p>Hipocotilo Altura: 4.87 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Ancho: 2.9 mm</p> <p>Hoja cotiledonar: Largo: 2.59 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Ancho: 1.10 mm</p> <p>Color: va del verde claro al oscuro, unas se tornan rojizas.</p> <p>Forma: de globosa a raquetoides. La epidermis presenta manchas blanquecinas.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 15</p> <p>Hoja cotiledonar abierta. Surge la primera areola, se observa pelusa.</p> <p>Altura: 7.69 mm</p> <p>Ancho: 4.55 mm</p> <p>Hipocotilo: Altura: 6.94 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Ancho: 3.34 mm</p> <p>Hoja cotiledonar: Largo: 2.20 mm</p> <p style="padding-left: 40px;">Ancho: 1.81 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa ligeramente achatada. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>

Cuadro 1. Características morfológicas de las plántulas de *A. Ornatum* hasta el día 15

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 22</p> <p>Se observa más pelusa, la yema es más notoria. Hojas cotiledonares más abiertas</p> <p>Altura: 9.32 mm Ancho: 5.06 mm Hipocotilo: Altura: 8.64 mm Ancho: 3.81 mm Hoja cotiledonar: Largo: 3.10 mm Ancho: 2.7 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa poco achatada. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>
<p>b</p> 	<p>Plántula del Día 29</p> <p>Hojas cotiledonares más abiertas, comienza la formación de una areola con más pelusa.</p> <p>Altura: 9.47 mm Ancho: 5.10 mm Hipocotilo: Altura: 6.7 mm Ancho: 3.87 mm Hoja cotiledonar: Largo: 3.55 mm Ancho: 2.95 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>
<p>c</p> 	<p>Plántula del Día 36</p> <p>Comienzan a surgir una segunda y tercera areolas incipientes.</p> <p>Altura: 10.40 mm Ancho: 5.45 mm Hipocotilo: Altura: 8.76 mm Ancho: 4.23 mm Hoja cotiledonar: Largo: 4.50 mm Ancho: 3.66 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>
<p>d</p> 	<p>Plántula del Día 43</p> <p>Se observan el alargamiento en donde se encontraban las areolas (protuberancia), 4 laterales y 2 más en el centro</p> <p>Altura: 11.53 mm Ancho: 5.63 mm Hipocotilo: Altura: 9.37 mm Ancho: 4.99 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>

Cuadro 2. características morfológicas de las plántulas de *A. Ornatum* hasta el día 43

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 50</p> <p>Se observa el alargamiento en todo el cuerpo de la plántula, 4 aréolas evidentes y 2 más que comienzan a surgir. (6 yemas)</p> <p>Altura: 11.79 mm Ancho: 6.14 mm Hipocotilo: Altura: 10.63 mm Ancho: 5.09 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa, en la parte superior en forma como de estrella. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>
<p>b</p> 	<p>Plántula del Día 64</p> <p>Se observan 6 aréolas muy marcadas, comienza a diferenciarse una espina más o menos rígida color rojo parduzco.</p> <p>Altura: 11.91 mm Ancho: 6.23 mm Hipocotilo desaparece.</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa, en la parte superior permanece la forma como de estrella. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>
<p>c</p> 	<p>Plántula del Día 71</p> <p>Se aprecian 6 aréolas, más definidas.</p> <p>Altura: 13.23 mm Ancho: 6.94 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa, ensanchándose toda la plántula. La epidermis presenta manchas blanquecinas</p>
<p>d</p> 	<p>Plántula del Día 78</p> <p>Se observa una espina café-rojiza. Ya se distinguen 6 areolas y comienza a salir una séptima.</p> <p>Altura: 13.47 mm Ancho: 7.45 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa, ensanchándose toda la plántula. La epidermis presenta manchas blanquecinas más evidentes. Cubierta de mechones de tricomas</p>

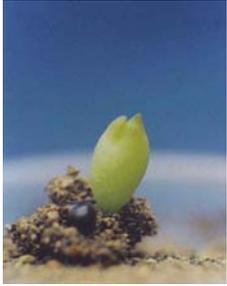
Cuadro 3. Características morfológicas de las plántulas de *A. Ornatum* hasta el día 78

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 92</p> <p>Espina central café-rojizo en el centro, inician a salir más espinas café-rojizo en las demás aréolas, la pelusa comienza a ser menos evidente.</p> <p>Altura: 16.37 mm Ancho: 7.32 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa, ensanchándose toda la plántula. La epidermis presenta manchas blanquecinas.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 113</p> <p>Se diferencian más las protuberancias donde se asientan las aréolas; se distinguen espinas café-rojizas en cada aréola, las manchas de la epidermis (estigmas) ya presentan tricomas solo en la parte superior.</p> <p>Altura: 17.45 mm Ancho: 8.73 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa, ensanchándose en la parte superior. Las protuberancias, en una vista superior, se aprecian en una forma espiralada.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 120</p> <p>Espinas café-rojizo en cada aréola (solo aréolas superiores). Son de 8 a 9 aréolas.</p> <p>Altura: 20.45 mm Ancho: 8.90 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa, ensanchándose en la parte superior. Las protuberancias, en una vista superior, se aprecian en una forma espiralada.</p>

Cuadro 4. Características morfológicas de plántulas de *A. Ornatum* hasta el día 120

<i>Cephalocereus senilis.</i>	
<p>A</p> 	<p>Semilla. Día 1</p> <p>Las semillas miden en promedio: Largo: 2.77 mm Ancho: 1.88 mm</p> <p>Color: Las semillas de <i>Cephalocereus senilis</i> son negras y brillantes.</p> <p>Forma: de riñón, testa reticulada.</p>
<p>B</p> 	<p>Radícula Día 6</p> <p>La radícula es la primera estructura en emerger. No esta adherida al sustrato.</p> <p>Miden en promedio: Altura: 3.12 mm Ancho: 2.77 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 7</p> <p>La plántula ya está adherida al sustrato por la radícula.</p> <p>Altura: 4.26 mm Ancho: 3.03 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 9</p> <p>Se observan hojas cotiledonares, aun cerradas.</p> <p>Altura: 5.06 mm Ancho: 3.91 mm Hipocotilo: Altura: 5.32 mm Ancho: 3.23 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada.</p>

Cuadro 5. Características morfológicas de las plántulas de *C. Senilis* hasta el día 9

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 15</p> <p>Comienzan a abrirse las hojas cotiledonares.</p> <p>Altura: 6.77 mm Ancho: 4.63 mm Hipocotilo: Altura: 5.46 mm Ancho: 4.12 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: Comienza a ensancharse.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 22</p> <p>Hojas cotiledonares abiertas. Surge una primera aréola en el centro.</p> <p>Altura: 7.73 mm Ancho: 5.24 mm Hipocotilo: Altura: 6.36 mm Ancho: 4.93 mm Hoja cotiledonar: Largo: 4.27 mm Ancho: 3.99 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa ligeramente aplanada</p>
<p>c</p> 	<p>Plántula del Día 29</p> <p>Hojas cotiledonares totalmente abiertas, una aréola con varios pelos o cerdas.</p> <p>Altura: 7.85 mm Ancho: 5.68 mm Hipocotilo: Altura: 6.79 mm Ancho: 5.24 mm Hoja cotiledonar: Largo: 5.47 mm Ancho: 4.35 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa-alargada.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 36</p> <p>Se observan 2 aréolas con varios pelos o cerdas.</p> <p>Altura: 7.98 mm Ancho: 6.12 mm Hipocotilo: Altura: 6.81 mm Ancho: 5.61 mm Hoja cotiledonar: Largo: 5.73 mm Ancho: 4.63 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa-alargada.</p>

Cuadro 6. Características morfológicas de las plántulas de *C. Senilis* hasta el día 36

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 43</p> <p>Se observan 2 aréolas y 2 más que empiezan a emerger con pelos o cerdas.</p> <p>Altura: 8.02 mm Ancho: 6.24 mm Hipocotilo: Altura: 6.87 mm Ancho: 6.03 mm Hoja cotiledonar: Largo: 5.86 mm Ancho: 5.26 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa-alargada.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 50</p> <p>Se observan 4 aréolas y 2 más que empiezan a emerger.</p> <p>Altura: 8.28 mm Ancho: 6.54 mm Hipocotilo: Altura: 6.97 mm Ancho: 6.15 mm Hoja cotiledonar: Largo: 6.77 mm Ancho: 5.59 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa-alargada.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 64</p> <p>8 a 9 aréolas, varios pelos o cerdas en cada yema.</p> <p>Altura: 9.92 mm Ancho: 6.62 mm Hoja cotiledonar: Largo: 8.34 mm Ancho: 6.34 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa-alargada. La parte apical comienza a ensancharse.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 71</p> <p>18 a 22 aréolas todas con pelos o cerdas abundantes con una textura áspera.</p> <p>Altura: 14.23 mm Ancho: 8.43 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: globosa-alargada. La parte apical comienza a ensancharse.</p>

Cuadro 7. Características morfológicas de las plántulas de *C. Senilis* hasta el día 71

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 78</p> <p>22 a 26 aréolas, mayor número de cerdas o pelos en las aréolas centrales, persiste la textura áspera.</p> <p>Altura: 15.96 mm Ancho: 8.47 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa-alargada. La parte apical comienza a ensancharse.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 92</p> <p>Se observan 28 aréolas. En la parte apical se observa un incremento en el tamaño de las protuberancias.</p> <p>Altura: 16.12 mm Ancho: 8.73 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa-alargada. La parte apical comienza a ensancharse.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 113</p> <p>Se observan 30 aréolas con un ensanchamiento apical muy evidente. Los pelos o cerdas mantienen su textura áspera e incrementan el tamaño y grosor.</p> <p>Altura: 18.37 mm Ancho: 9.13 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa-alargada. La parte apical comienza a ensancharse notoriamente.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 120</p> <p>Se observan 31 aréolas, las aréolas centrales con mayor cantidad de pelos o cerdas. La disposición de las protuberancias es ligeramente alineada. En esta etapa ya no se aprecian las hojas cotiledonares.</p> <p>Altura: 20.12 mm Ancho: 9.85 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa-alargada.</p>

Cuadro 8. Características morfológicas de las plántulas de *C. Senilis* hasta el día 120

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 127</p> <p>Se observan 32 aréolas. Mantiene características anteriores.</p> <p>Altura: 21.03 mm Ancho: 10.15 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: globosa con un alargamiento más notorio.</p>
--	---

Cuadro 9. Características morfológicas de la plántula de *C. Senilis* hasta el día 127

<i>Coryphantha elephantidens</i>	
a	<p>Semilla. Día 1</p>  <p>Las semillas miden en promedio: Largo: 3.04 mm Ancho: 1.35 mm</p> <p>Color: Castaño claro.</p> <p>Forma: arriñonada, testa lisa.</p>
B	<p>Radícula Día 6</p>  <p>La radícula es la primera estructura en emerger no adherida al sustrato</p> <p>Miden en promedio: Altura: 3.08 mm Ancho: 1.72 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p>
C	<p>Plántula del Día 7</p>  <p>Altura: 7.58 mm Ancho: 4.17 mm Hipocotilo: Altura: 5.27 mm Ancho: 3.99 mm Hoja cotiledonar: Largo: 2.33 mm Ancho: 1.86 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada poco globosa.</p>
D	<p>Plántula del Día 15</p>  <p>La plántula ya esta adherida al sustrato, aun no presenta hojas cotiledonares.</p> <p>Altura: 8.12 mm Ancho: 4.27 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada poco globosa.</p>

Cuadro 10. Características morfológicas de las plántulas de *C. Elephantidens* hasta el día 15

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 22</p> <p>Se distinguen hojas cotiledonares aun cerradas.</p> <p>Altura: 9.35 mm Ancho: 4.33 mm Hipocotilo: Altura: 7.1 mm Ancho: 3.35 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: alargada poco globosa.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 29</p> <p>Hojas cotiledonares más abiertas.</p> <p>Altura: 12.73 mm Ancho: 4.81 mm Hipocotilo: Altura: 11.88 mm Ancho: 3.62 mm Hoja cotiledonar: Largo: 2.85 mm Ancho: 3.04 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 36</p> <p>1 aréola central con espinas no rígidas muy juntas.</p> <p>Altura: 13.72 mm Ancho: 4.37 mm Hipocotilo: Altura: 12.72 mm Ancho: 4.80 mm Hoja cotiledonar: Largo: 3.82 mm Ancho: 3.1 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 43</p> <p>2 aréolas cada una con 3 a 4 espinas separadas.</p> <p>Altura: 14.31 mm Ancho: 4.61 mm Hipocotilo: Altura: 12.86 mm Ancho: 4.94 mm Hoja cotiledonar: Largo: 4.33 mm Ancho: 3.65 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas. Forma: alargada cilíndrica.</p>

Cuadro 11. Características morfológicas de las plántulas de *C. Elephantidens* hasta el día 43

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 50</p> <p>2 aréolas, ya diferenciándose en tubérculos, comienza a emerger una tercera aréola. Las espinas están más separadas.</p> <p>Altura: 15.29 mm Ancho: 4.73 mm Hipocotilo: Altura: 12.96 mm Ancho: 4.99 mm Hoja cotiledonar: Largo: 4.61 mm Ancho: 4.45 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 64</p> <p>2 aréolas con 5 a 7 espinas y una tercera emergiendo. Espinas separadas. En la foto inferior se aprecia más claramente la formación del tubérculo.</p> <p>Altura: 17.38 mm Ancho: 4.88 mm Hoja cotiledonar: Largo: 5.31 mm Ancho: 4.72 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 71</p> <p>4 aréolas con 5 a 7 espinas, las espinas son más rígidas. Los tubérculos comienzan a ensancharse.</p> <p>Altura: 17.80 mm Ancho: 6.17 mm Hoja cotiledonar: Largo: 5.42 mm Ancho: 5.31 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada cilíndrica.</p>

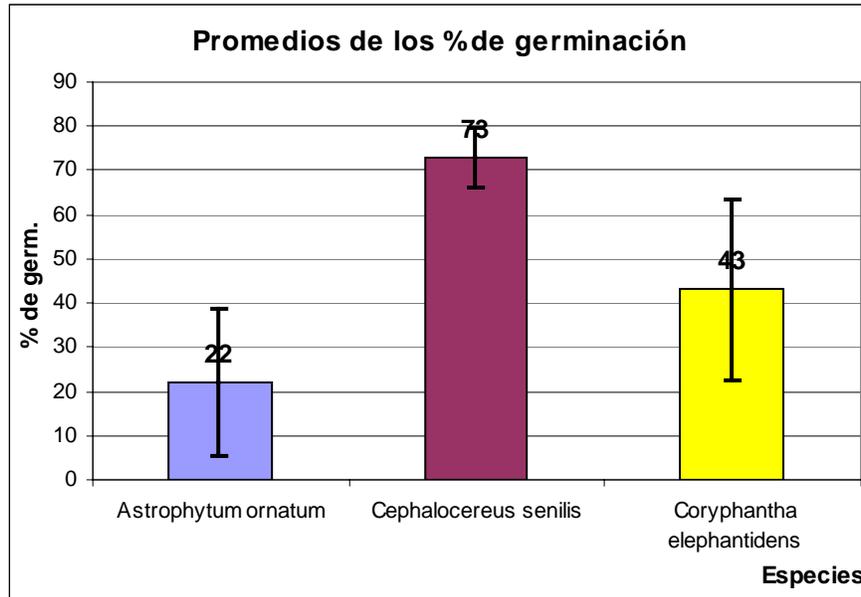
Cuadro 12. Características morfológicas de las plántulas de *C. Elephantidens* hasta el día 71

<p>a</p> 	<p>Plántula del Día 78</p> <p>Se observan 5 tubérculos con sus aréolas cada una con 5 a 7 espinas.</p> <p>Altura: 19.17 mm Ancho: 6.44 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>B</p> 	<p>Plántula del Día 92</p> <p>8 tubérculos 6 a 7 espinas en cada aréola. La parte apical comienza a ensancharse.</p> <p>Altura: 21.92 mm Ancho: 6.58 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>C</p> 	<p>Plántula del Día 113</p> <p>13 tubérculos 6 a 7 espinas en cada aréola (característica de tubérculos superiores).</p> <p>Altura: 26.09 mm Ancho: 6.82 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: alargada cilíndrica.</p>
<p>D</p> 	<p>Plántula del Día 120</p> <p>14 tubérculos 7 espinas en cada aréola. Tubérculos más diferenciados.</p> <p>Altura: 26.9 mm Ancho: 7.23 mm</p> <p>Color: verde claro al oscuro, unas rojizas.</p> <p>Forma: comienza a tomar forma globosa.</p>

Cuadro 13. Características morfológicas de las plántulas de *C. Elephantidens* hasta el día 120

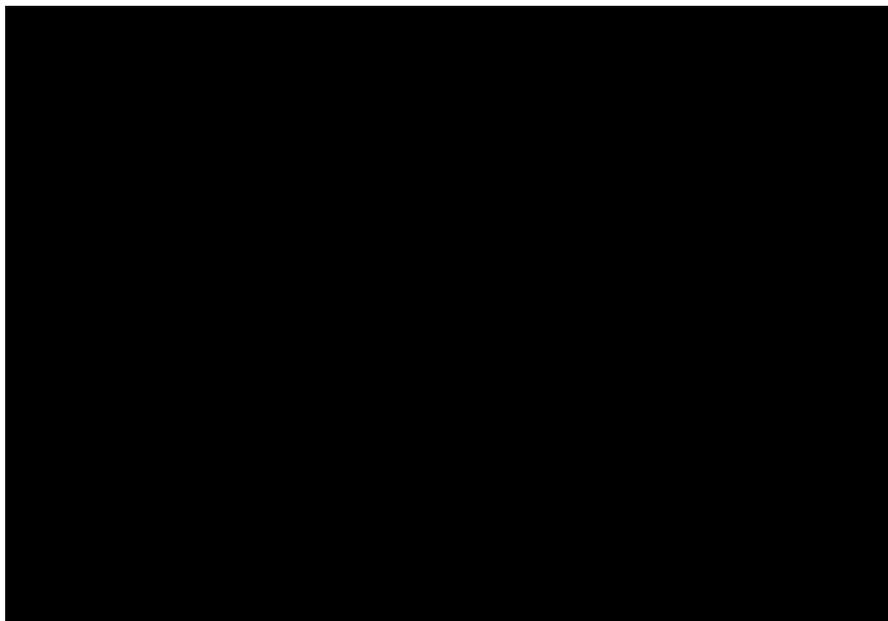
Porcentaje y velocidad de germinación

Se muestran los promedios de los porcentajes de germinación de las tres especies estudiadas resaltando *C. Senilis*.



gráfica 1.- Muestra el promedio del porcentaje de germinación de *A. ornatum*, *C. senilis* y *C. elephantidens*

Se muestra el comportamiento germinativo de *A. Ornatum* en el que se observa que la germinación inicia el día 6 después de la siembra, presentando varios periodos de estabilización, reduciendo su tasa germinativa a cero a partir del día 41.

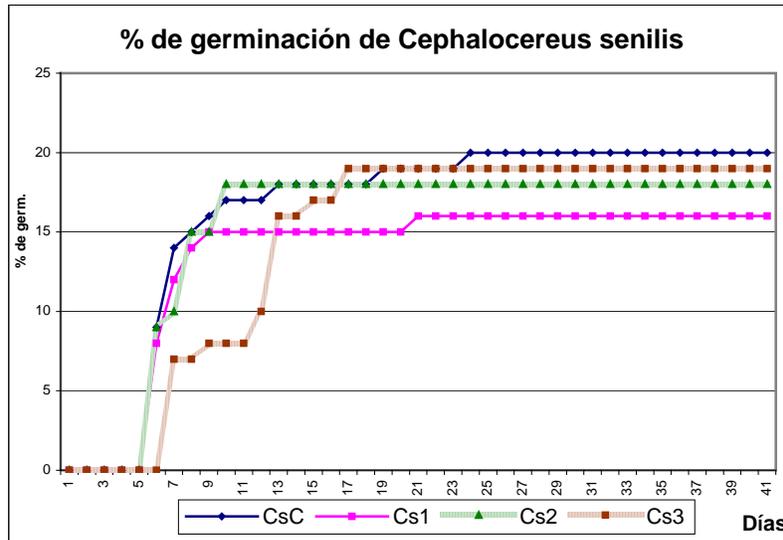


gráfica 2.- Muestra el comportamiento de la germinación de las semillas de *A. ornatum*

2
1
0

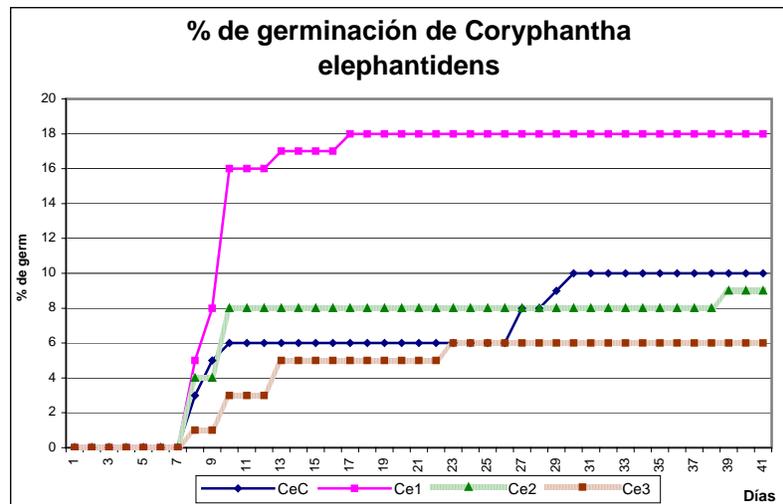
11

Se expone el comportamiento germinativo de *C. senilis* en el que se aprecia que la germinación inicia el día 6 después de la siembra, reduciendo su tasa germinativa a cero entre los días 23 y 24.



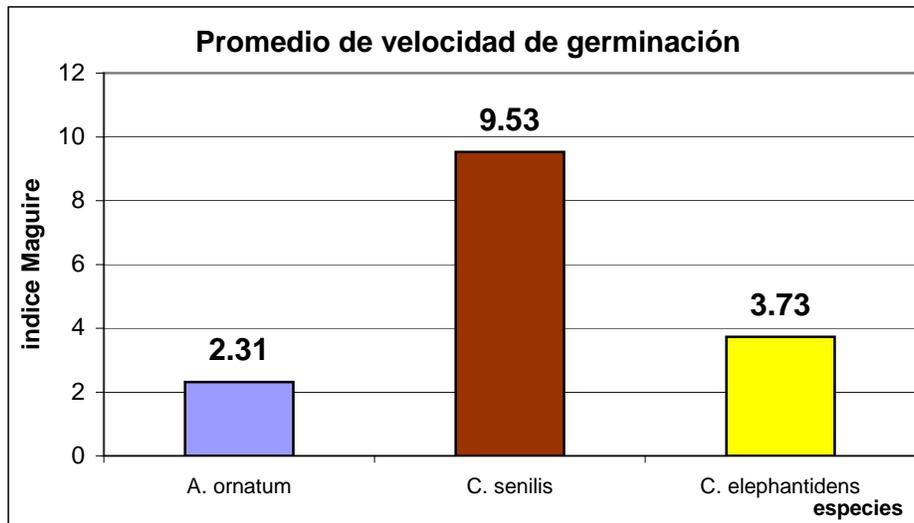
gráfica 3.- Muestra el comportamiento de la germinación de las semillas de *C. senilis*

Se muestra el comportamiento germinativo de *C. elephantidens* en el que se observa que la germinación inicia el día 6 después de la siembra, presentando varios periodos de estabilización reduciendo su tasa germinativa a cero entre los días 38 y 39.



gráfica 4.- muestra el comportamiento de la germinación de las semillas de *C. elephantidens*

Se muestra el promedio de la velocidad de germinación de las tres especies estudiadas destacando *C. Senilis*.



gráfica 5.- Muestra la velocidad de germinación de las semillas de *A. ornatum*, *C. senilis* y *C. elephantidens*

DISCUSIÓN

Descripción morfológica.

Se registró el tamaño, forma, color y medidas de las semillas de *A. Ornatum*, *C. senilis* y *C. elephantidens*.

Tamaño: las semillas de las tres especies estudiadas son consideradas entre las más grandes; largo 3.20 mm y ancho 1.85 mm para *A. Ornatum* (cuadro 1.a), largo 2.77 mm y ancho 1.88 mm para *C. senilis* (cuadro 5.a), largo 3.04 mm y ancho 1.35 mm para *C. elephantidens* (cuadro 10.a). Estas medidas están en el rango de lo reportado por Bravo, 1978, 1991; Glass, 1997; White, 2006.

Forma: La forma varía desde capucha o sombrerete para *A. Ornatum* (cuadro 1.a) a arriñonada en *C. senilis* y *C. elephantidens* (cuadro 5.a y 10.a). Bravo, 1978, 1991; Glass, 1997; White, 2006. Buxbaum, 1951 menciona la forma en general para el género.

Color: El color de las semillas estudiadas es típicamente negro a excepción de *C. elephantidens* donde el color es castaño claro

Plántulas.

El proceso de germinación en los tres casos se inició el sexto día después de la siembra, observándose el rompimiento de la testa y el surgimiento de la radícula, esta de color verde claro.

En *A. Ornatum* se observan dos protuberancias (cotiledones), para el día 15 los cotiledones se van abriendo entre ellas se observa una yema de la cual surge una pequeña areola, y se observan pequeños tricomas. En *Astrophytum ornatum* los cotiledones al igual que en *Astrophytum myriostigma* son más visibles y se observan como dos pequeños conos como lo menciona Meyrán, 1956.

Al día 78 se observa una espina café-rojiza para este día ya cuenta con 6 areolas, con una forma globosa, ensanchándose toda la plántula. El día 113 se diferencian más las protuberancias donde se asientan las aréolas; se distinguen espinas café-rojizas en cada aréola, ya presentan tricomas solo en la parte superior. Las protuberancias, en una vista superior, se aprecian en forma espiralada.

En *C. senilis* el día 22 surge una primera aréola en el centro. Su forma es globosa ligeramente aplanada. El día 29 aun hay una aréola pero con varios pelos o cerdas. Su forma sigue siendo globosa solo que ahora esta un poco alargada. A partir del día 22, aproximadamente cada 10 días aumenta el número de areolas y esto lo hacen en pares. El día 113 se observan 30 aréolas con un ensanchamiento apical muy evidente. Los pelos o cerdas mantienen su textura áspera e incrementan el tamaño y grosor. La parte apical comienza a ensancharse notoriamente. El día 120 se observan 31 aréolas, las aréolas centrales con mayor cantidad de pelos o cerdas. La disposición de las protuberancias es ligeramente alineada. En esta etapa ya no se aprecian las hojas cotiledonares. Su forma es más alargada que globosa.

En el caso de *C. elephantidens* para el día 29, los cotiledones son más evidentes y están redondeados. Al día 36 presenta una aréola central con espinas no rígidas muy juntas. Tiene una forma alargada-cilíndrica. Para el día 43 muestra 2 aréolas cada una con 3 a 4 espinas separadas. El día 50 se observan 2 aréolas, y empiezan a diferenciarse los tubérculos. Comienza a emerger una tercera aréola. Las espinas están más separadas. Al día 71 ya presentan 4 aréolas con 5 a 7 espinas, las espinas son más rígidas. Los tubérculos comienzan a ensancharse. Para el día 120 muestra 14 tubérculos 7 espinas en cada aréola. Comienza a tomar una forma globosa.

Como puede observarse a los 120 días en las tres especies las plántulas comienzan a tener las características distintivas de su especie, cabe mencionar

que posiblemente tales características presenten alguna variación puesto que las condiciones de germinación de las semillas estuvieron afectadas por factores físicos (luz, temperatura), por lo que probablemente la descripción de estas especies en particular presenten ciertas diferencias en relación a su germinación efectuada en condiciones naturales.

Porcentaje y velocidad de germinación

Con base a los porcentajes de germinación obtenidos por lote, se realizó el análisis de varianza de un factor (ANOVA) con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, este muestra que hay diferencias significativas entre las especies. Destacando como, se aprecia en la gráfica 1, que las semillas de *Cephalocereus senilis* presentaron el mayor porcentaje de germinación con 73%. Las especies con menor porcentaje fueron: *Coryphantha elephantidens* con 43%, seguida de *Astrophytum ornatum* alcanzando 22%, así como su variabilidad.

En la gráfica 2 se muestra el comportamiento de la germinación de las semillas de *Astrophytum ornatum*. Las tasas de germinación más altas corresponden a los días 6-15 posteriores al sembrado, a los 30 días la tasa de germinación se reduce a cero, observándose un cambio en el comportamiento germinativo del control y la replica 1 entre los días 26 y 29, reduciendo de nuevo su germinación a cero manteniéndose constante. A pesar de ser tomadas las semillas de la misma planta madre madura, las replicas 2 y 3 difieren en su comportamiento germinativo de las del control y la replica 1.

En la gráfica 3 podemos observar el comportamiento de la germinación de las semillas de *Cephalocereus senilis* esta nos muestra que la mayor capacidad germinativa se presentó a partir del día 6 al 18, reduciéndose a cero el día 24 manteniéndose constante. En esta el comportamiento germinativo es similar en todos los lotes.

En la gráfica 4 observamos el comportamiento de las semillas de *Coryphantha elephantidens*, del día 6 al 17 se presenta la mayor capacidad germinativa, tiene un periodo de reposo y de nuevo presenta germinación para el día 23 al 30. después la tasa se reduce a cero. En este caso el comportamiento de la replica 1 es diferente a los otros lotes. En todos los casos el registro se concluyo el día 41.

Cabe mencionar que unas plántulas se mostraron translúcidas y carentes de clorofila (plántulas albinas) que mueren en pocos días. Algo similar fue encontrado por Del Castillo (1986) en *ferocactus histrix*, deduciendo que estas poseen embriones incapaces de sintetizar clorofila.

En algunas especies se ha demostrado que semillas de la misma planta madre madura, difieren de su comportamiento germinativo, es decir, que entre los diferentes lotes de semillas de la misma especie puede haber gran sensibilidad a las condiciones ambientales para su germinación, esta heteroblastia puede asegurar que solo una porción de las semillas germine bajo condiciones específicas, lo cual puede ser importante para la persistencia de las especies en áreas determinadas pues esta heterogeneidad fisiológica puede distribuir a la germinación sobre un extenso periodo de tiempo.

Dado los bajos porcentajes de germinación esta situación puede ser critica para la conservación de las poblaciones en su estado natural.

El mejor índice de Maguire con respecto a la velocidad de germinación fue para *C. senilis* con 9.53 *C. elephantidens* con 3.73 y *A. ornatum* con 2.31

CONCLUSIÓN

- La descripción morfológica es importante por el hecho de dar a conocer las características más sobresalientes de estas tres especies durante los primeros estadios posteriores a su germinación bajo condiciones controladas.
- Dado que la mayoría de las especies que se encuentran amenazadas pertenecen a poblaciones pequeñas, presentan distribución restringida se conoce muy poco de su biología, por lo tanto resulta de vital importancia conocer y aprender la naturaleza de este tipo de organismos, que llegan a ser elemento dominante del paisaje.
- La elaboración de fichas descriptivas de las plántulas facilitara su identificación, ya que desde el principio se pueden observar ciertas características que nos pueden dar idea de la especie o género al que pertenecen.
- El mayor porcentaje de germinación se obtuvo en *Cephalocereus senilis* con 73% seguida de *Coryphantha elephantidens* con 43% y de *Astrophytum ornatum* con 22%.
- El mejor índice de Maguire con respecto a la velocidad de germinación fue para *C. senilis* con 9.53 *C. elephantidens* con 3.73 y *A. ornatum* con 2.31. El conocer la velocidad de germinación nos puede servir para establecer que especies requieren de un tratamiento para estimular este proceso.
- En *A. Ornatum* y *C. Elephantidens* se presentaron sinuosidades; es decir, que la curva presenta una o más etapas de estabilización temporales.

- Se proporciona información básica de *A. Ornatum*, *C. Senilis* y *C. elephantidens* para su propagación e incrementar la colección de cactáceas para su exhibición.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Álvarez Aguirre, M. G. y Montaña, C. 1997. Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacan: Implicaciones para su conservación. *Acta Botánica Mexicana*. 40. 43-58.
2. Arredondo, G. A. y Camacho, M. F. 1995. Germinación de *Astrophytum myriostigma* (Lemaire) en relación con la procedencia de las semillas y la temperatura de incubación. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 40(2):34-38.
3. Beristain, M. R. 1997. Germinación de *Astrophytum myriostigma* (Lemaire) en relación con la disponibilidad de luz, lugar de procedencia y reguladores de crecimiento. Tesis licenciatura. Biología. UNAM. México.
4. Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. 2ª. UNAM. Pág. 1, 668-670.
5. Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada H. 1991. Las cactáceas de México. Vol. III. 2ª. UNAM. Pág. 441-443.
6. Bravo-Hollis, H. y Scheinvar L. 1995. El interesante mundo de las cactáceas. CONACYT, FCE. México.
7. Buxbaum, F. 1951. Morphology of Cacti. Section 3. (Ed. B. E. Kurtz) Garden Press Pasadena, Cal. Pág. 204
8. Corona, Nava-Esparza V. y Chávez-Ávila, V. M. 1982. Cultivo de cactáceas en medios asépticos. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 27: 17-23.

9. Cota Sánchez, J. H. 1982. Descripción morfológica de plántulas de *Cereus* sp. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 27:82-85.
10. Del Castillo, R. F. 1986. Semillas, germinación y establecimiento de *Ferocactus histrix*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 31: 5-11.
11. Glass, E. C. 1997. Guía para la identificación de cactáceas amenazadas de México. Vol. 1. CONABIO.
12. Godínez-Álvarez, H.O. 1991. Propagación de cactáceas por semilla: una experiencia para su cultivo y conservación. Tesis Licenciatura. UNAM. México.
13. González-Zertuche, L. y Orozco Segovia, A. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de las semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachia*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 58: 15-30.
14. Hernández, M. H. y Godínez, A. H. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana*. 26: 33-52.
15. Hernández, P. S. L., Maiti, R. K. y Valdez, M. M. 1994. Técnicas de germinación de cactáceas. Memorias del encuentro nacional sobre tecnologías alternas para el aprovechamiento de los recursos bióticos de zonas áridas. Universidad Autónoma de Chapingo. Unidad Regional de zonas áridas. México. PP. 8.
16. López Gómez, R. y Sánchez Romero, P. 1989. Germinación de dos variedades de pitaya. *Stenocereus griseus* (Haworth) Buxbaum. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 34: 34-40.

17. Martínez Holguín, E. 1983. Germinación de semillas de *Stenocereus griseus* (Haw) Buxbaum (Pitayo de mayo). *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 28: 51-57.
18. Meyrán, j. 1956. notas sobre plántulas de cactáceas. *Cact. Suc. Mex.* 1(4): 107-112
19. Moreno, P. N., López, G. J. J. y Arce G. L. 1992. Aspectos sobre las semillas y su germinación de *Echinomastis mariposensis* Hester. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 37: 21-27.
20. Mrinskii, V. 1985. Nota sobre un método para germinar semillas de cactos. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 30 (3): 65-66.
21. Pozos R. Y. 2002. Las plantas medicinales del Jardín Botánico (JABIZ), FES-Iztacala. Tesis biología. UNAM
22. Reyes, S. J. y Arias, M. S. 1995. Cactáceas de México: Conservación y producción. *Revista Chapingo serie: Horticultura*. 1 (3):85-92.
23. Rivas, G. M. 1978. Una forma sencilla de sembrar semillas de cactáceas. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. México. 23 (4):94.
- 24.----- . 1981. notas sobre transplante de plántulas de cactos. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. México. 26 (3):71.
- 25.----- . 1986. Observaciones sobre el cultivo de cactos. *Ibíd.* México. 31 (4):103.
26. Rojas Arechiga, M. 1995. Estudios sobre la germinación de cactáceas del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis. Maestría. UNAM. México.

27. Romero, S.H. L; V. F. Vegas H. Nolasco y C. Montaña. 1992. The effect of darkness, freezing, acidity and salinity on germination of *Ferocactus peninsulae* (Cactaceae). *Journal of Arid Environments*. 23:389-395.
28. Ruedas, M. M. 1999. Germinación y crecimiento temprano de *Mammillaria magnimamma*. Tesis licenciatura. UNAM. México.
29. Ruedas, M., Valverde T. y Castillo S. 2000. Respuesta germinativa y crecimiento de plántulas de *Mammillaria magnimamma* (cactaceae) bajo diferentes condiciones ambientales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 66: 25-35.
30. Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.
31. Sánchez Mejorada, R. H. 1982. Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México. *Comisión Botánica exploradora*.
32. Sánchez Venegas, G. 1997. Germinación, viabilidad y características distintivas de la semilla de *Opuntia joconostle* Weber, forma cuaresmero. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 42: 16-21.
33. Sandoval, M. L. S. y Tapia, F. F. J. 2000. Estudio Dasonómico y Dendrológico de las Especies Leñosas del Campus Iztacala UNAM para una Eficiente Gestoría de las Áreas Verdes. Tesis ENEP Iztacala. UNAM. Estado de México.
34. Semarnap. 2001. Norma oficial mexicana. NOM-059-ECOL-2001. Diario oficial de la nación.

- 35.**Trujillo, A. S. 1982. Estudio sobre algunos aspectos ecológicos de *Echinocactus platyacanthus* LK. & O. en el estado de San Luis Potosí. Tesis Licenciatura. Biología. UNAM. México. 32 p
- 36.**White O. L. 2006. Contribución al conocimiento del género *Astrophytum* L. (Cactaceae). Tesis de Maestría en Ciencias. (biología vegetal) Fac. ciencias. UNAM. México.

Anexo I

Astrophytum ornatum

dia	AoC %		vel germ $MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	Ao1 %		Vel germ $MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	Ao2 %		Vel germ $MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	Ao3 %		Vel germ $MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$
	diaria	germ		diaria	germ		diaria	germ		diaria	germ	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	3	12	0,5	0	0	0	1	4	0,17
7	2	8	0,29	1	4	0,14	1	4	0,14	0	0	0
8	0	0	0	2	8	0,25	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	3	12	0,3	0	0	0	0	0	0	1	4	0,1
11	1	4	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	4	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	4	0,07	1	4	0,06	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	2	8	0,07	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	4	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0,02
	9	36%	3,44	9	36%	4,08	1	4%	0,56	3	12%	1,16

prom % germ 22%
prom. Vel germ 2,31

Cephalocereus senilis

	CsC	%	vel germ	Cs1	%	vel germ	Cs2	%	vel germ	Cs3	%	vel germ
dia	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	9	36	1,5	8	32	1,33	9	36	1,5	0	0	0
7	5	20	0,71	4	16	0,57	1	4	0,14	7	28	1
8	1	4	0,13	2	8	0,25	5	20	0,63	0	0	0
9	1	4	0,11	1	4	0,11	0	0	0	1	4	0,11
10	1	4	0,1	0	0	0	3	12	0,3	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0,17
13	1	4	0,08	0	0	0	0	0	0	6	24	0,46
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0,07
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0,12
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	4	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	1	4	0,05	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	4	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	80%	10,88	16	64%	9,24	18	72%	10,28	19	76%	7,72

prom % germ	73%
prom. Vel germ	9,53

Coryphantha elephantidens

	CeC	%	vel germ	Ce1	%	vel germ	Ce2	%	vel germ	Ce3	%	vel germ
dia	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$	diaria	germ	$MG = \sum(Gi / Ti) \times 100 / M$
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	12	0,38	5	20	0,63	4	16	0,5	1	4	0,13
9	2	8	0,22	3	12	0,33	0	0	0	0	0	0
10	1	4	0,1	8	32	0,8	4	16	0,4	2	8	0,2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	4	0,07	0	0	0	2	8	0,15
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	1	4	0,07	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0,04
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	2	8	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	4	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	4	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	1	4	0,03	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	40%	3,32	18	72%	7,6	9	36%	1,92	6	24%	20,8

prom % germ	43%
prom. Vel germ	3,73

Anexo II

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	<i>Desv est.</i>
Astrophytum ornatum	4	88	22	272	16,4924225
Cephalocereus senilis	4	292	73	46,6666667	6,83130051
Coryphantha elephantidens	4	172	43	420	20,4939015

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5256	2	2628	10,6732852	0,00421306	4,25649205
Dentro de los grupos	2216	9	246,222222			
Total	7472	11				