



**Uniyersidad Nacional Autónoma de México**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

---

**Determinación del porcentaje de germinación de  
semillas de *Echinocatus platyacanthus* Link & Otto  
después de la escarificación química con HCl en dos  
temporadas del año en el Jardín Botánico de FES-  
Iztacala**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
BIOLÓGA

PRESENTA

**ATZIRI MACIEL MENESES**

DIRECTOR DE TESIS

BIÓL. MARCIAL GARCÍA PINEDA

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO 2023.





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.



# Dedicatoria

Para mis papás que gracias a su apoyo, comprensión y tolerancia me impulsaron a cumplir mi sueño y nunca darme por vencida.

Para mi hermana que con su apoyo, cariño y comprensión me motivo día con día a cumplir mi sueño.

Para mi Abu que, a pesar de no tener un grado de estudios, es un orgullo para mí y motivación.

Para mi novio quien con su apoyo incondicional me apoya a concluir este sueño, y que a lo largo de este tiempo me motiva a cumplir las metas en mi vida.

Para mis primos Jhona, Isra, Yade, quienes me motivaron a salir a delante con ejemplo y sus palabras de motivación y apoyo.

## Un sueño

Una persona puede soñar  
y hacer que esos sueños se hagan realidad  
y con esto alcanzar las estrellas,  
es capaz de amar sin barreras,  
esa persona puede alcanzar lo inalcanzable,  
puede recoger los pedazos de un corazón desecho  
y darle forma de tal modo que éste  
quede listo para volver amar.

# Agradecimiento

A cada uno de los profesores de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, desde el inicio de mi carrera hasta ahorita, el conocimiento que tiene cada uno de los profesores es basto en cada área de estudio.

A mi comité de revisores por aceptar guiar esta tesis.

Al Profesor Marcial, de quien aparte de adquirir día con día su conocimiento basto en esta área, el aceptar ser director de esta tesis, la cual con sus palabras de motivación y aliento puedo concluir con esta etapa.

Al Laboratorio de Edafología para la realización de las pruebas de suelo el cual se encuentra en la Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO).

A la Profesora Tzasná quien con su apoyo y orientación en su momento fueron vitales para concluir este camino.

# ÍNDICE

Resumen .....	1
1 Introducción .....	3
2 Problemática actual de la especie .....	8
3 Antecedentes .....	9
4 Objetivos .....	15
4.1 General .....	15
4.2 Particulares .....	15
5 Materiales y Métodos .....	16
5.1 Desarrollo del trabajo primera etapa .....	16
5.1.1 Obtención de las semillas .....	16
5.1.2 Preparación de las semillas .....	16
5.1.3 Porcentaje de viabilidad de las semillas .....	16
5.1.4 Obtención de la temperatura y humedad .....	16
5.1.5 Preparación de sustrato .....	16
5.1.6 Establecimiento de los tratamientos .....	17
5.1.7 Conteo de semillas germinadas .....	17
5.2 Desarrollo del trabajo segunda etapa .....	18
5.2.1 Obtención de las semillas .....	18
5.2.2 Preparación de las semillas .....	18
5.2.3 Obtención de la Curva de Imbibición .....	18
5.2.4 Preparación de sustrato .....	18
5.2.5 Establecimiento de los tratamientos .....	18
5.2.6 Conteo de semillas germinadas .....	19
6 Resultados y Discusión .....	20
6.1 Resultados de la primera etapa .....	20
6.1.1 Determinación de la Viabilidad .....	20
6.1.2 Temperatura y Humedad .....	20
6.1.3 Prueba fisicoquímica del suelo .....	21
6.1.4 Porcentaje de Germinación .....	22

6.2 Resultados de la segunda etapa .....	24
6.2.1 Curva de Imbibición.....	24
6.2.2 Porcentaje de Germinación por día .....	26
6.2.3 Porcentaje de Germinación de las semillas en los diferentes años y en los dos sustratos .....	38
7 Conclusiones .....	46
8 Sugerencias o Recomendaciones.....	47
9 Bibliografía.....	48

# ÍNDICE DE IMAGENES

Figura 1. Distribución espacial de <i>Echinocactus platyacanthus</i> tomado de CONABIO 2021. .....	4
Figura 2. Fenología de <i>Echinocactus platyacanthus</i> del jardín botánico JABIZ, FES Iztacala .....	5
Figura 3. Imagen satelital del JABIZ (tomada de google maps.).....	7
Figura 4. Método de flotación por año de colecta. ....	20
Figura 5. Temperatura y Humedad en temporada de otoño en el invernadero .....	21
Figura 6. Se muestra la curva de imbibición de <i>E. platyacanthus</i> de los años 2014, 2016, 2018 y 2022.....	25
Figura 7. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2014 en Tierra/Arena (T/A).....	27
Figura 8. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2014 en Tierra/Tezontle (T/T).....	28
Figura 9. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2016 en Tierra/Arena (T/A).....	30
Figura 10. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2016 en Tierra/Tezontle (T/T).....	31
Figura 11. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2018 en Tierra/Arena (T/A).....	33
Figura 12. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2018 en Tierra/Tezontle (T/T).....	34
Figura 13. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2022 en Tierra/Arena (T/A).....	36
Figura 14. Número de semillas germinadas por día de <i>E. platyacanthus</i> 2022 en Tierra/Tezontle (T/T).....	37
Figura 15. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2014, en Tierra/Arena (T/A).....	39
Figura 16. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2014, en Tierra/Tezontle (T/T).....	39
Figura 17. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2016, en Tierra/Arena (T/A).....	40
Figura 18. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2016, en Tierra/Tezontle (T/T).....	41
Figura 19. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2018, en Tierra/Arena (T/A).....	42



Figura 20. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2018, en Tierra/Tezontle (T/T).....	43
Figura 21. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2022, en Tierra/Arena (T/A).....	44
Figura 22. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2022, en Tierra/Tezontle (T/T).....	45
Figura 23. Sugerencia de calendario para germinaciones en el Estado de México, Tlanepantla Baz.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prueba de viabilidad.....	20
Tabla 2. Valores de parámetros fisicoquímicos del suelo.....	22

## Resumen

*Echinocactus platyacanthus* Link & Otto es una cactácea que se encuentra en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país, catalogada en peligro de extinción bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y clasificada bajo amenaza por la UICN, debido a su lento crecimiento (tarda en crecer un aproximado de 40 años para 40 centímetros), aporta diversos servicios ambientales tales como la retención del agua de lluvia, reducción de la erosión, polinización y el cambio de uso de suelo ha afectado a este organismo.

Es reconocida como una especie carismática y de alto valor, esto lo lleva a ser propicio a extracciones clandestinas, se realiza principalmente con fines ornamentales, comestibles y religiosos, por lo anterior, en el Jardín botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (JABIZ), localizado en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México, desde su fundación ha recibido donaciones y decomisos entre los cuales se encuentran ejemplares de *E. platyacanthus*, una de estas donaciones fue en el año 1992 por parte de la Comisión Federal de Electricidad, provenientes de la Presa Zimapán, de los cuales 6 fueron adultos y 8 juveniles.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de llevar a cabo la determinación del porcentaje de germinación de semillas almacenadas a temperaturas no controladas de *E. platyacanthus* después de la escarificación química en dos temporadas del año, la germinación de las semillas de los años 2014, 2016, 2018 y 2022 los cuales se trabajaron en dos etapas que fueron: 1) obtención del porcentaje de viabilidad de las semillas, registro de la temperatura y humedad, sustrato y conteo de semillas germinadas; y 2) Curva de Imbibición y porcentaje de germinación de las semillas, teniendo 4 tratamientos T0, T1, T2, T3 (tratamiento control 1, 2, 3 respectivamente) T/A y T/T (Tierra y Arena / Tierra y Tezontle respectivamente).

Los resultados para ambas etapas fueron los siguientes; El porcentaje de viabilidad se obtuvo mediante la prueba de flotación logrando alcanzar en el año 2014 el 72% y en el 2018 el 50%, se obtuvo una temperatura 21.9 °C y 43.1 °C, teniendo el 46% y 10% de humedad, respectivamente. Se realizaron pruebas fisicoquímicas al suelo donde se obtuvo para Materia Orgánica 0.03%, pH 6.8 (1:2.5 agua), Densidad Aparente de 1.17 (gr/cc), Densidad Real de 2.08 (gr/cc), Porosidad 43.75%, el porcentaje de germinación para esta primera parte fue nulo,

teniendo del 1% al 8% germinación en los años 2014, 2018 y 2022. Con respecto a la segunda etapa, la Curva de Imbibición se realizó por 2 hrs.

Siendo el año 2016 con mayor retención de agua y el año 2022 el de menor retención, con respecto al porcentaje de germinación, para el año 2014 el tratamiento testigo fue el mejor teniendo 3 semillas para T/A y T/T, en el 2016 (T/A) el tratamiento testigo tuvo 30 ejemplares terminados mientras que para T/T fueron el tratamiento testigo y tratamiento 1 teniendo 26 semillas ambas, para el año 2018 en (T/A y T/T) en el tratamiento 3 se tuvieron 21 y 29 semillas respectivamente, en el 2022 en (T/A) el tratamiento 3 se tuvieron 25 semillas mientras que para T/T tratamiento 1 se contaron con 19 semillas.

Para cada uno de los tratamientos se realizó ANOVA y la prueba de Tukey en cada uno de los tratamientos por año y por sustrato. Mientras que el porcentaje de germinación para los diferentes años fueron para el 2014 (T/A y T/T) el tratamiento testigo tuvo el 1.5%, el 2016 (T/A) el tratamiento testigo y tratamiento 1 se tuvo el 15% y el 6.5% respectivamente, en el 2018 (T/A y T/T) se tiene un 10.5% y 14.5% para el tratamiento 3, mientras que para el año 2022 (T/A) el 12.5% es para el tratamiento 3, para T/T con el 9.5% es el tratamiento 1. Se puede concluir que la temperatura tiene que mantenerse en menos de 28 ° C, Las semillas del 2014 y 2016 tuvieron mayor porcentaje de viabilidad con respecto a las del 2018 y 2022.

Las semillas de los años 2016 y 2022 se embebieron en menor tiempo (10 min.) con relación a las del 2014 (30 min.) y 2018 (20 min). Las semillas que iniciaron primero su germinación fueron las del 2018 a los 5 días, seguidas de las 2016 a los 6 días, continuó con las 2022 a los 8 días y finalizó con las 2014 a los 9 días. El mayor porcentaje de germinación de las semillas de *E. platyacanthus* fueron con los tratamientos testigo (2016 T/A) sin inmersión y tratamiento 3 (2018 T/T) con 25 min. de inmersión. El menor porcentaje de germinación de las semillas de *E. platyacanthus* fueron con los tratamientos testigo (2018 T/T) sin inmersión y tratamiento 2 (2014 T/T) con 15 min. de inmersión. Al término de los 39 días se evaluó el porcentaje total a este tiempo, pero no se obtuvo el 100% de la germinación, el porcentaje mayor obtenido a ese tiempo fueron: para 2014 (1.5%), 2016 (15%), 2018 (10.5%) y 2022 (12.5%) con T/A, mientras que para T/T en 2014 (1.5%), 2016 (10.5%), 2018 (14.5%) y 2022 (9.5%). Los tratamientos con mayor germinación para T/T fueron los años 2016 y 2018 con respecto a T/A para los años 2014 y 2022.

# 1 Introducción

*Echinocactus platyacanthus* es una cactácea conformada por un tallo el cual llega a medir más de 1.2 m de alto y de ancho 80 cm, es globoso a cilíndrico, el color es verde, las costillas van aumentando conforme la edad del mismo, llega a tener 20 en juveniles y 60 en adultos, rectas, las cuales llegan a medir de 4 a 5 cm de alto, la distancia entre cada una de las aréolas es 1 a 3 cm, las cuales se desintegran con el tiempo y forma un surco intercostal, cuenta con espinas radiales, son aciculares de color amarillo - gris, las espinas centrales van disminuyendo con el paso de la edad; la flor mide de 6 a 7 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho, cuenta con tépalos externos de 1.5 cm de largo, el color es amarillo - rojizo, los tépalos internos de 1.2 cm, son escapulados, apiculados, son amarillos los filamentos, estilo, estigma el cual cuenta con máximo 12 lóbulos; el fruto semicarnoso 4 a 7 cm de largo, amarillo, oblongo, se encuentra cubierto de tricomas y escamas; las semillas recalcitrantes llegan a medir 2.5 mm de largo, su color es negro o castaños y cuenta con fotoblastismo positivo (Arias, 2019; González, 2013; Arias *et al.*, 2012; Flores, 2011; INIF, 2010; Priscilla, 2010; San Luis, 2010; UNNE, 2010; Arredondo, 2009; Rojas, 2001; García, 2001; Orozco, 1989; CONAFOR, s/n).

*E. platyacanthus* se encuentra en zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país, principalmente en los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Zacatecas (PROFEPA, 2019; INIF, 2010; UNNE, 2010). El mapa representado en la Figura 2 es actualizado por CONABIO y es en donde cuentan con investigaciones de la misma.

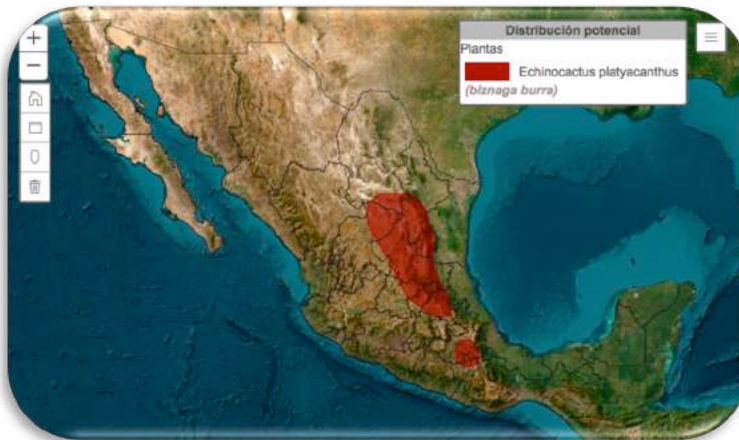


Figura 1. Distribución espacial de *Echinocactus platyacanthus* tomado de CONABIO 2021.

#### Clasificación de la especie

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Subfamilia: Cactoideae

Tribu: Cacteae

Género: Echinocactus

Especie: *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto



Figura 2. Fenología de *Echinocactus platyacanthus* del jardín botánico JABIZ, FES Iztacala

La sinonimia *Echinocactus grandis*, *Echinocactus helophorus*, *Echinocactus ingens*, *Echinocactus ingens* var. *grandis*, *Echinocactus ingens* var. *palmeri*, *Echinocactus ingens* var. *saltillensis*, *Echinocactus ingens* var. *subinermis*, *Echinocactus ingens* var. *biznaga*, *Echinocactus karwinskii*, *Echinocactus palmeri*, *Echinocactus platyacanthus* f. *grandis*, *Echinocactus platyacanthus* f. *biznaga*, *Echinocactus saltillensis*, *Echinocactus visnaga* (DOF., 2019; PROFEPA, 2019; INIF, 2010).

Los nombres comunes con los que se le conoce a *E. platyacanthus* es el asiento de suegra, biznaga, biznaga burra, biznaga de acitrón, biznaga de bola, biznaga de dulce, biznaga de lana, biznaga gigante, biznaga grande, biznaga tonel grande, biznaga de acitrón, biznaga de burro, biznaga de dulce, pee (Otomí); SEPE



(hñähñu) (DOF., 2019; PROFEPA, 2019; INIF, 2010; González, 2012; Arredondo, 2009).

Desde la llegada de los españoles el uso de esta familia es muy variado en el territorio: Se utilizó en el jeroglífico de la Gran Tenochtitlán, donde se encuentra un nopal, símbolo que se mantiene en el escudo nacional de nuestro país. La misma es utilizada para uso ornamental, comestible como acitrón el cual es utilizado en algunos platillos típicos de algunas regiones del país y también como un dulce típico el cual se puede encontrar en la rosca de reyes, mermelada de acitrón o queso de conserva. De acuerdo con la NOM 059 se encuentra en peligro de extinción y en la UICN se clasifica como amenazada (CONABIO, 2022; CONABIO, 2021; SEMARNAT, 2020; Arias, 2019; DOF, 2019; Hernández, 2017; SEMARNAT, 2017; UICN, 2012; Aragón, 2011; INIF, 2010; UNNE, 2010; Arredondo, 2009 Flores, 2008; Becerra, 2000).

En el Jardín Botánico del Campus Iztacala (JABIZ) el invernadero fue entregado por la carrera de biología en el año 1979 y se registró ante la asociación mexicana de jardines botánicos en 1982. A raíz de su fundación se empezaron a recibir donaciones y decomisos, dentro de estos se encuentra la especie *E. platyacanthus*, en 1992 se realizó una donación por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se identifica con el número de registro 830005 (2), quien en ese momento realizaba una ampliación a la Presa Zimapán, muchos de ellos se encuentran en fase adulta (6) o reproductiva y fase juvenil (8) (JABIZ, 2023).

Se localiza en las coordenadas 99° 12.8 de longitud W y 19° 32.1 de latitud N, a 2251 msnm. Precipitación anual de 640.8 mm; siendo el período de lluvias en los meses de junio a septiembre y de sequía de diciembre a marzo. La temperatura media anual es de 15 a 18 C. La humedad atmosférica relativa es de 61 a 70 % (FES Iztacala, 2022).

Con el paso de los años el JABIZ como otros Jardines botánicos se ha convertido en centro de conservación de la biodiversidad, donde juegan un papel importante en el desarrollo de las especies (Soto, 2016; Vovides, 2013; Caballero, 2012; Lascurain, 2006; Febrero, 1989).

El JABIZ se encuentra ubicado en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México. El cual apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje que se imparte en la

institución. Este mismo tiene 4 objetivos primordiales; enseñanza, difusión, apoyo a la docencia, conservación e investigación. Se cuenta con un invernadero de 176 m<sup>2</sup> con ocho cubículos y un jardín de una hectárea aproximadamente.



Figura 3. Imagen satelital del JABIZ (tomada de google maps.)

Cuenta con un aproximado de 1221 especies diferentes, con 123 familias que incluyen a 387 géneros y 834 especies, de las cuales 228 son endémicas y 72 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-050-SEMARNAT-2010. Se tienen 2083 plantas suculentas las cuales están abiertas al público, siendo las familias; Cactaceae 1110 organismos, 102 son endémicas y 45 en riesgo. Asparagaceae 748 organismos, 26 endémicas y 12 en riesgo. Crassulaceae 137 organismos, 45 son endémicas y 4 en riesgo. Euphorbiaceae 75 organismos. Apocynáceae 7 organismos. Burseráceae 6 organismos (García, 2019).



## 2 Problemática actual de la especie

Al saber que *E. platyacanthus* tarda aproximadamente 40 años en crecer 40 cm, y este mismo aporta muchos servicios ambientales como lo son la retención del agua de lluvia, frena la erosión, fomenta la polinización, mejora las condiciones de su hábitat en la actual sequía, los campesinos cuando no tienen cosecha alguna, de manera clandestina extraen las biznagas para producir el acitrón, algunos platillos típicos de algunas regiones del país y también como un dulce típico el cual se puede encontrar en la rosca de reyes, mermelada de acitrón o queso de conserva (Arias, 2019; SEMARNAT, 2020; SEMARNAT, 2017; Aragón, 2011).

Esta cactácea cuenta con fotoblastismo positivo que es un indicador que esta necesita contar con luz natural, temperatura, humedad y parámetros para que las semillas puedan germinar de una manera adecuada en condiciones de invernadero. Por lo anterior, el presente trabajo se enfoca en la determinación del porcentaje de germinación de las semillas de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto después de la escarificación química en dos temporadas en el jardín botánico de la Fes-Iztacala.

### 3 Antecedentes

Existen diversas fuentes que han elaborado similitudes de este trabajo, de los más sobresalientes son los siguientes:

Orozco-Segovia (1989) Menciona que en los procesos regulados por la luz el fitocromo es el pigmento fotorreceptor. En los últimos años se le ha conferido a este pigmento un papel importante en la detección de las condiciones ambientales de los procesos regulados por él (fotomorfogénesis, fotoblastismo). Sin embargo, estos procesos no están del todo estudiados desde el punto de vista ecofisiológico, por lo que resulta difícil su adecuada interpretación. En el presente trabajo se analizan algunos de los trabajos realizados sobre el fotoblastismo (germinación regulada por la luz) en semillas de especies pioneras de la selva tropical de la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtles", Veracruz, con el fin de conocer con mayor precisión la función del fitocromo desde el punto de vista ecológico.

Dubrovsky (1996) Menciona que las Semillas de *Stenocereus thurberi* hidratado durante 72 u 80 h seguido de un período de deshidratación que dura 4, 14, 70, 120 o 181 días de germinado 2-3 días antes y tenían un tiempo medio de germinación (MGT) 1,4-2 veces más corto que las semillas no tratadas. Semillas que reciben períodos de hidratación más cortos también comenzaron a germinar antes que los controles. MGT fue más corto solo cuando el período de hidratación fue de 48 h o más. Cuando el ciclo de 24 h hidratación seguida de 4 de deshidratación se repitió una o dos veces, el efecto fue acumulativo: MGT fue igual a 48 y 72 h de hidratación, respectivamente. Estos resultados sugieren un fenómeno de "memoria de hidratación de semillas", la capacidad de las semillas para retener durante los períodos de deshidratación aquellos cambios fisiológicos que resultan de la hidratación de la semilla.

Reyes (1998) determinó el efecto del producto FARMAGIB NZn, (de la compañía FAGRO de México) sobre la germinación in vitro, de semillas de *E. platyacanthus*. Donde se realizaron tres experimentos con distintas concentraciones de FARMAGIB NZn, se evaluó el porcentaje de germinación a los 30, 60, 90, y 180 días después, la longitud y tallo y la raíz. Donde menciona algunas características de la temperatura óptima para su germinación, el cual indica que debajo de 12° C y cerca de los 28° C se tiene una mala germinación y la temperatura va de acuerdo a los años transcurridos.

Sánchez-Soto *et al.* (2005) trabajaron sobre el efecto de la hidratación temporal sobre la germinación de tres cactáceas que habitan en la isla Mazocahui I, norte de Sinaloa, se estimó mediante la aplicación de 0, 10 y 20 ciclos de hidratación/deshidratación en condiciones de laboratorio. Más del 87% de las semillas de *Mammillaria mazatlanensis*, *Stenocereus alamosensis* y *S. thurberi* variación *thurberi* germinaron en los tratamientos considerados, sin mostrar diferencias significativas entre ellos. La hidratación temporal pareciera activar los procesos metabólicos de las semillas de las tres especies y reducir el tiempo medio de germinación en las especies de *Stenocereus*, las cuales tienen el mismo comportamiento, esto es, alcanzan el 50% de su germinación total al tercer día, mientras que el control se demoró en 12-36 h. Por el contrario, *M. mazatlanensis* tuvo una demora de 22-31 h respecto al control.

Quijas (2005) evaluó el desarrollo de tres especies de Cactáceas (*Echinocactus platyacanthus*, *Echinocactus grusonii* y *Coryphantha erecta*) desde su germinación hasta su trasplante. En el mismo se realizó un análisis del sustrato con pruebas físicas y químicas de tres distintos lugares (FES-Iztacala, Zimapán 1 y Zimapán 2). Donde en textura se clasifica como franco arenoso, color es café oscuro, densidad aparente y real son 1.15 (gr/cc) y 2.20 (gr/cc), respectivamente, pH de 6.8 (1:2.5 agua) y materia orgánica 6.18%.

Hernández (2005) propuso evaluar el proceso de germinación de *Echinocactus platyacanthus*, utilizando como sustrato una mezcla de tierra negra, tierra lama y hormigaza en una proporción 1: 1: 1; estéril y sin esterilizar; la cual fue colectada en la misma zona en que se encontraba la planta en su hábitat natural, en la localidad el Dexthí-San Juanico, en el Valle del Mezquital, Hgo. Los resultados obtenidos apuntan a que el mejor tratamiento para propagar *E. platyacanthus* se obtiene utilizando una mezcla de sustrato estéril, con una previa inmersión de las

semillas en cloro al 30%, proporciona valores de germinación, entre el 65 y 70% durante la temporada fría del año. En cuanto al crecimiento a los 15 días de emerger la radícula; con el tratamiento de escarificación a 60°C sobre sustrato sin esterilizar, haciendo una inmersión de las semillas en cloro 30%, se alcanzaron los valores más elevados; y el mayor porcentaje de sobrevivencia en la especie se alcanzó con la mezcla de sustrato sin esterilizar, empleando tratamiento fitosanitario de cloro al 30% en las semillas.

Prisilla-Brites (2010) determinó que las semillas de *Hamatocactus setispinus* son fotoblásticas positivas, experimento sobre el efecto de diferentes temperaturas y sustratos consistió en un esquema factorial (4x3), con cuatro temperaturas (20, 25, 30 y 35°C) y tres sustratos (dos hojas de papel, arena y vermiculita), en DIC con cuatro repeticiones de 50 semillas. La temperatura de 25°C y el sustrato de dos hojas de papel presentaron los mejores resultados. Mientras que para el experimento sobre el efecto del almidón antiséptico consistió en esquema factorial (3x2x2), con tres sustratos (tres hojas de papel, dos hojas papel y arena), dos temperaturas (25 y 35°C) y dos métodos de protección de semillas (con y sin almidón antiséptico), en un diseño completamente al azar (DIC) con cuatro réplicas de 50 semillas. La temperatura de 25°C fue mejor para el índice de velocidad de germinación (IVG).

Aragón (2011) evaluó si las semillas de frutos vivíparos y no vivíparos tienen diferente capacidad para germinar y desarrollar sus plántulas. Específicamente, el objetivo de este trabajo fue determinar las ventajas que ofrece la viviparidad en *E. platyacanthus* para la germinación de semillas y el desarrollo de las plántulas. Hace mención que la prueba de tetrazolio es muy utilizada para evaluar la viabilidad de las semillas, pero para esta especie no se recomienda utilizarla debido a que no es confiable por el tamaño de las semillas las cuales se tiñen en su totalidad aun cuando no son viables.

Ruiz (2012) aplicó 4 tratamientos pre germinativos obteniendo el porcentaje más alto que correspondió al 100% en el tratamiento de escarificación con ácido sulfúrico por 30 segundos con un índice germinativo de 80 y 72 para el testigo. Se obtuvo una densidad media de 0.1285 individuos/m<sup>2</sup> y la estructura de los tamaños caracterizada en las tres poblaciones por una alta frecuencia de las plantas en las categorías intermedias, de 40 a 60 cm con un decremento en las categorías con individuos de menor a mayor altura.

García (2012) determinó la distribución de *Ariocarpus bravoanus* y su relación con las características físicas y químicas de los suelos en la Estación Experimental Núñez Guadalcázar en San Luis Potosí, México. En suelos se determinó humedad, color, densidad aparente y real, textura, porosidad, pH, materia orgánica (mo), capacidad de intercambio catiónico (cic) y  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  y  $\text{K}^{+}$  intercambiables. Para la determinación de la abundancia se determinó la cubierta total y la cubierta total logarítmica, en conjunto con la identificación de las especies presentes con las poblaciones de *A. bravoanus*. Entre los principales resultados se tiene que la población y distribución de *Ariocarpus bravoanus*, es muy limitada en la zona de estudio, ubicándose en zonas centrales, provistas de agua temporal encontrando especies acompañantes de leñosas y agaves.

García (2012) realizó el proceso de germinación de *Calibanus hookerii*, se sembraron las semillas sobre tres distintos sustratos elaborados en un vivero, comparando entre ellos el porcentaje y la velocidad de germinación, obteniéndose valores de 46% y 1.44 respectivamente en semillas tratadas con 22 horas de imbibición y sembradas en el sustrato tipo 3 compuesto de tezontle y fibra de coco 1:1. También se comparó la Tasa Relativa del Crecimiento de las plántulas que crecieron en el sustrato 3, obteniéndose un valor de 0.0185 lo cual nos ayuda a establecer que este sustrato es el mejor, tanto en germinación como para el desarrollo de la planta, debido a sus características como pH ácido, porosidad de más de 60% y un alto contenido de materia orgánica.

Rojas-Aréchiga *et al.* (2013) utilizaron semillas de 54 especies de cactus repartidas por toda la tribu Cacteeae para probar si había una evolución correlacionada del fotoblastismo, los rasgos de las semillas y la germinación utilizando una filogenia reconstruida de la tribu. Para cada especie, determinamos la respuesta fotoblástica en condiciones controladas y los rasgos de las semillas, y analizamos los resultados usando contrastes filogenéticamente independientes. *Pereskia* lo que sugiere una evolución temprana de este rasgo. Las semillas de las especies basales fueron en su mayoría de tamaño mediano, divergiendo en dos grupos. Las semillas tienden a hacerse más pequeñas y ligeras, lo que sugiere una evolución hacia tamaños más pequeños. No existe evidencia de una relación entre el tamaño de la semilla y la respuesta fotoblástica que sugiera que la respuesta fotoblástica dentro de los miembros de esta tribu no es adaptativa, aunque está fijada filogenéticamente y se combina con señales ambientales que afinan la respuesta de germinación.

Carmen Navarro *et al.* (2013) emplearon un experimento factorial para evaluar el efecto del sustrato de tierra ( tierra de hoja y negra), el tiempo de almacenaje (<1 – 6 años), la escarificación (ácido sulfúrico por 3 y 5 min.) en el porcentaje de germinación y el establecimiento de *E. platyacanthus*, en invernadero La germinación fue diferente en los tratamientos de edad de las semillas (F=11.2, P=0.000), del tipo de escarificación (F=137.54, P=0.000) y la interacción entre las variables (F=3.88, P=0.000). El sustrato no repercutió en el porcentaje de germinación (F=1.42, P=0.23). Independientemente de la edad, los mayores porcentajes de germinación se registraron en semillas escarificadas durante tres y cinco minutos (61-94.2%); sin embargo, el sustrato influyó en el diámetro de las plántulas, mientras que la escarificación y el tiempo de almacenaje influenciaron su altura.

Rodríguez & Sinai, (2015) estudiaron la morfología, viabilidad y germinación de sus semillas, micropropagación y estudio cromosómico de 4 especies: *E. platyacanthus*, *E. grusonii*, *Ferocactus pilosus* y *Lophophora williamsii*. Donde *E. platyacanthus* mostró el mayor porcentaje de viabilidad (87.5%). Mientras que *F. pilosus* tuvo la mayor germinación con tierra de monte-tezontle sin escarificación (98%) y un IVG de 4.03 semillas d-1. Mientras las semillas de *E. grusonii* con escarificación, se obtuvo el 100% de germinación fue el mejor en tierra de monte-tezontle y en arena y teniendo un IVG de 8.3 y 8.1 s d-1, respectivamente.

Rojas-Aréchiga *et al.* (2017) determinaron la respuesta fotoblástica y el posible desarrollo de latencia secundaria en semillas de cinco especies de la tribu Cacteeae: *E. platyacanthus*, *Ferocactus peninsulæ*, *Mammillaria compressa*, *Strombocactus disciformis* y *Turbincarpus gielsdorfianus*. Las semillas de las cinco especies estudiadas presentaron fotoblastismo positivo y dos de ellas (*Mammillaria compressa* y *Turbincarpus gielsdorfianus*) presentaron eskotolatencia, después de haber estado incubadas en la oscuridad durante un mes. Se discute la importancia del desarrollo de este tipo de latencia y su posible relación con el banco de semillas en el suelo.

Ramírez-Córdova *et al.* (2019) evaluaron los porcentajes de germinación de semillas de diferentes años de almacenamiento, en el caso de *E. platyacanthus* una colecta del 2012 y una del 2019. Las semillas fueron sembradas en dos condiciones, en charolas conteniendo una mezcla de vermiculita, agrolita/perlita y sustrato comercial en una proporción de 1:1:3 y en condiciones *in vitro*. Las

pruebas mostraron que las semillas poseen viabilidad aun después de siete años, además de tener mayor porcentaje de germinación comparado con la colección 2019. Para el caso de *F. pilosus* no presentó emergencia ni ruptura de testa durante la evaluación. Las pruebas de flotación y Tetrazolio presentaron valores del 25 y 22 % de viabilidad, respectivamente.

Mascot (2020) evaluó las características anatómicas y morfológicas de semillas de cuatro especies de cactáceas (*E. platyacanthus*, *Ferocactus latispinus*, *F. pilosus* y *Stenocereus queretaroensis*). Se realizó prueba de imbibición a cada una de las especies, se colocaron 15 semillas en cajas Petri cada una con 2 ml de agua destilada, las cuales se pesaron cada 10 min por dos horas y después cada hora. Los resultados se analizaron con ANOVA de acuerdo con la presencia de mucílago y sin este. Se encontró mayor porcentaje con la presencia de mucílago en *Ferocactus latispinus* ( $F= 20.425$ ,  $p= 0.01$ ) y *F. pilosus* ( $F= 8.049$ ,  $p= 0.04$ ), donde la remoción del mucílago no influyó en *E. platyacanthus* ( $F= 0.496$ ,  $p= 0.52$ ) o *Stenocereus queretaroensis* ( $F=0.374$ ,  $p= 0.57$ ).

Rodríguez, *et al.* (2022) exploraron la viabilidad de las semillas de las especies mexicanas amenazadas *E. platyacanthus*, *F. pilosus*, *Lophophora williamsii* y *E. grusonii* con cloruro 2, 3, 5-trifenil tetrazolio (TZ) y la eficiencia de su germinación *in vitro* y *ex vitro*. Se emplearon semillas almacenadas por tres años a temperatura ambiente. La viabilidad de la semilla de *E. platyacanthus* fue de 87,5 % con cloruro de tetrazolio al 0,1 %. Para *F. pilosus* se obtuvo el 98 % de germinación en tierra de monte-tezontle sin escarificación; el IVG fue de 4,03 semillas por día, mientras que *E. grusonii* escarificada con ácido sulfúrico durante 1 min. germinó mejor (100 %) en tierra, una mezcla de monte-tezontle y arena; ambas especies mostraron un IVG de 8,3 y 8,1 semillas por día, respectivamente.

## 4 Objetivos

### 4.1 General

Determinación del porcentaje de germinación de semillas de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto después de la escarificación química con HCl en el Jardín Botánico de FES-Iztacala

### 4.2 Particulares

- Obtener % de viabilidad de las semillas de *E. platyacanthus*
- Obtener la curva de imbibición de *E. platyacanthus*
- Determinar % de germinación de las semillas de *E. platyacanthus*



## 5 Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en 2 etapas: 1) Primera etapa el porcentaje de germinación después de la escarificación química con Ácido Clorhídrico al 30% en un solo tiempo, 2) Segunda etapa Obtención del porcentaje de germinación después de la escarificación química con Ácido Clorhídrico al 30% en diferentes tiempos.

### 5.1 Desarrollo del trabajo primera etapa

#### 5.1.1 Obtención de las semillas

Las semillas de los años (2014, 2016, 2018 y 2022) que se utilizaron en el presente trabajo fueron proporcionadas por el Biol. Marcial García Pineda, las cuales se encuentran en el banco de germoplasma, dentro del Jardín Botánico de la Fes Iztacala (JABIZ).

#### 5.1.2 Preparación de las semillas

Las semillas de los años 2016, 2018 y 2022 se limpiaron con unas pinzas de relojero, a través de un microscopio digital. Mientras que las semillas del 2014 se proporcionaron ya limpias. Se realizó el conteo de las semillas y fueron empaquetadas con plástico

#### 5.1.3 Porcentaje de viabilidad de las semillas

Para la prueba de viabilidad se eligieron al azar 100 semillas de cada año, y fueron colocadas en vasos de plástico para cada año, se agregó 10 ml de agua a cada uno de los vasos con las semillas, a las 24 hrs. Se realizó el conteo de las semillas con flotación y se obtuvo el porcentaje de cada año.

#### 5.1.4 Obtención de la temperatura y humedad

El 26 de septiembre del 2022 se empezó la toma de temperatura y humedad la cual fue registrada durante 30 días de lunes a viernes.

#### 5.1.5 Preparación de sustrato

La preparación del suelo consistió en la mezcla de tierra/arena (T/A) y tierra/tezontle (T/T) en proporción 1:1. Se tamizan cada una de las mezclas y se esterilizan los sustratos. Se guardaron en bolsas grandes para su posterior utilización. A la tierra negra se realizaron las pruebas fisicoquímicas de pH, materia orgánica, textura, densidad (aparente y real), porosidad y color.

### 5.1.6 Establecimiento de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en la escarificación química con Ácido Clorhídrico al 30%. Los cuales consistieron en el testigo sin escarificación química, el segundo tratamiento con escarificación química durante 15 min., Una vez escarificadas las semillas se prepararon 16 charolas de plástico por cada sustrato (T/A y T/T) para cada lote de semillas de los años 2014, 2016, 2018 y 2022, con 4 repeticiones por cada tratamiento, siendo la unidad experimental una charola con 25 semillas y el sustrato. Con diseño experimental en bloques al azar

### 5.1.7 Conteo de semillas germinadas

Una vez establecidos los tratamientos se llevó a cabo el conteo de las semillas germinadas, llevándose a cabo cada tercer día, siendo un criterio para determinar la germinación el epicotíleo desarrollado en aproximadamente 5 mm.

Después de 35 días de establecidos los tratamientos y obtenido el número de las semillas germinadas se procedió a obtener el porcentaje de germinación.

## 5.2 Desarrollo del trabajo segunda etapa

### 5.2.1 Obtención de las semillas

Las semillas (2014, 2016, 2018 y 2022) que se utilizaron en el presente trabajo fueron proporcionadas por el Biol. Marcial García Pineda, las cuales se encuentran en el banco de germoplasma, dentro del Jardín Botánico de la Fes Iztacala (JABIZ).

### 5.2.2 Preparación de las semillas

Las semillas de los años 2016, 2018 y 2022 se limpiaron con unas pinzas de relojero, a través de un microscopio digital. Mientras que las semillas del 2014 se proporcionaron ya limpias.

Se realizó un conteo al azar de las semillas las cuales fueron empaquetadas. El número de semillas que se utilizó para el tratamiento fue de 200. De acuerdo a Las Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas 2016.

### 5.2.3 Obtención de la Curva de Imbibición

Se eligieron al azar 100 semillas de cada año y se tomó su peso inicial, se colocaron en costales de tul y se sumergieron en agua destilada por 10 min. Pasado ese tiempo se les quitó el exceso de agua y se pesaron nuevamente, esto se realizó hasta obtener dos pesos constantes.

### 5.2.4 Preparación de sustrato

La preparación del suelo consistió en tierra/arena (T/A) y tierra/tezontle (T/T) en proporción 1:1. Se pasó a cernir cada una de las mezclas y se esterilizó el sustrato. Se guardaron en bolsas grandes para su posterior utilización.

### 5.2.5 Establecimiento de los tratamientos

Los tratamientos consistieron en escarificación química con Ácido clorhídrico al 30%. El testigo sin escarificación química, el segundo tratamiento con escarificación química durante 5 min., tercer tratamiento con escarificación química por 15 min. y cuarto tratamiento con escarificación química durante 25 min. Una vez escarificadas las semillas se prepararon 20 charolas de plástico por cada sustrato (T/A y T/T) para cada lote de semillas de los años 2014, 2016, 2018 y 2022, con 5 repeticiones por cada tratamiento, siendo la unidad experimental una charola con 20 semillas y el sustrato. Con diseño en bloques al azar.

### 5.2.6 Conteo de semillas germinadas

Una vez establecidos los tratamientos se llevó a cabo el conteo de las semillas germinadas, llevándose a cabo cada tercer día, siendo un criterio para determinar la germinación el epicótilo desarrollado en aproximadamente 5 mm.

Una vez obtenidos el conteo de las semillas germinadas se procedió a obtener el porcentaje de germinación.

Con los datos obtenidos se llevó a cabo el análisis de ANOVA con un alfa de 0.05 y la prueba de Tukey para determinación de medias.

## 6 Resultados y Discusión

### 6.1 Resultados de la primera etapa

#### 6.1.1 Determinación de la Viabilidad

Se obtuvieron los porcentajes pasadas las 24 hrs. Para el 2014 se obtuvieron los siguientes datos 24 hrs. 72%, 2016 el 62%, 2018 el 50%, y en el 2022 51% (Tabla 1 y Figura 4). Se realizó la técnica de flotación, la cual es más viable para este tipo de semillas, (Aragón, 2011) menciona que la prueba de tetrazolio es poco efectiva para las semillas de *E. platycanthus* por su tamaño esta prueba las tiñe en su totalidad tengan o no viabilidad. La viabilidad obtenida va del 50 al 72% en 24 horas (Tabla 1), donde en un estudio realizado por (Del Carmen *et al.*, 2013) menciona que ellos obtuvieron el 26.8%, estos valores bajos son causa de la inmadurez de la semilla. Los valores obtenidos en el presente estudio se encuentran arriba del 50%, lo que quiere indicar esto, es que al permanecer guardadas en su fruto y sacarlas al momento de usarse, conservan de la mejor manera posible su viabilidad.

Semillas por Año	% De Viabilidad a las 24 Horas
2014	72
2016	62
2018	50
2022	51

Tabla 1. Prueba de viabilidad.

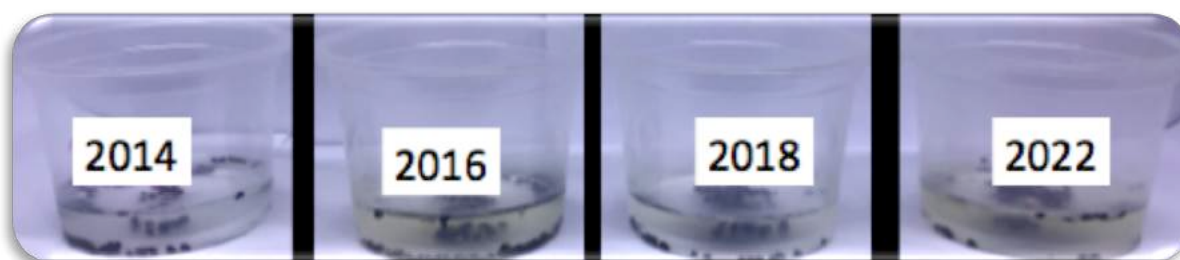


Figura 4. Método de flotación por año de colecta.

#### 6.1.2 Temperatura y Humedad

La temperatura mínima y máxima fueron de 21.9 °C y 43.1 °C, teniendo el 46% y 10% de humedad, respectivamente. ver (Fig. 5).

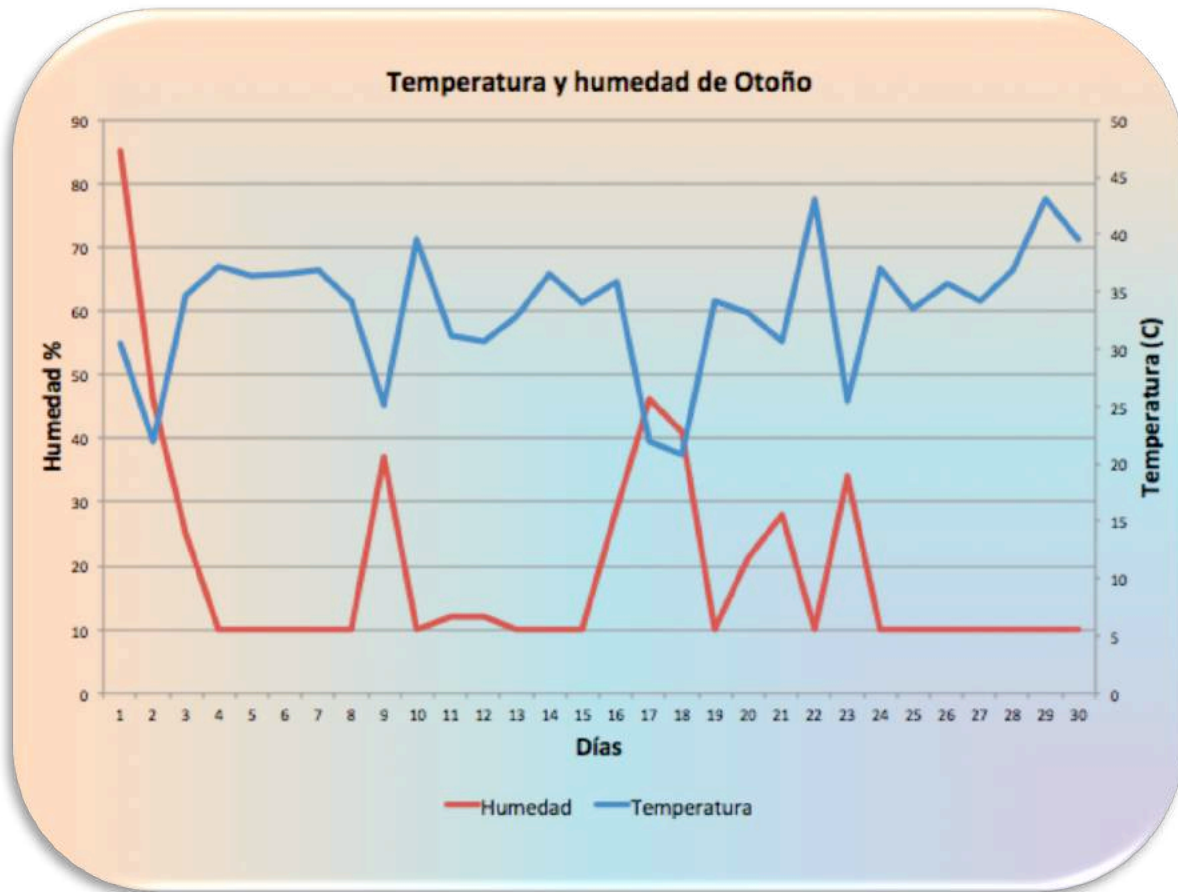


Figura 5. Temperatura y Humedad en temporada de otoño en el invernadero

### 6.1.3 Prueba fisicoquímica del suelo

La evaluación del humus (tierra negra), la cual se realiza en el jardín botánico de la FES-Iztacala, se obtuvieron los siguientes resultados, donde la Materia Orgánica 0.03%, pH 6.8, el color en seco es de gris oscuro, Densidad Aparente 1.17 (gr/cc), Densidad Real 2.08 (gr/cc), Porosidad 43.75%, Textura franco arenosa (Tabla 2). Con los datos anteriores se puede decir que el pH más adecuado para las cactáceas oscila en el rango de 6.0 a 6.5 por lo cual tiene que tener un pH ligeramente ácido, la Materia Orgánica se menciona que tiene que ser poca, dado que las cactáceas no requieren de mucha Materia Orgánica, de acuerdo con la Densidad Aparente se puede decir que el suelo es ligero y es muy poroso, por otra parte la Densidad Real con la que se cuenta es buena porque solo se queda con el suelo orgánico, la Porosidad nos indica que se encuentra en una categoría adecuada por lo que se pueden utilizar distintos sustratos para que

estos mismos no tengan tanta humedad y ahoguen a la cactácea, la textura facilita el movimiento del aire y agua para una adecuada erosión (Muñoz, 2018; García, 2012; Quijas, 2005; Comisión Nacional Forestal, s/n).

Tipo de pruebas	Pruebas	Resultado	Clasificación
Químicas	pH	6.8	Neutro
	Materia Orgánica	0.03 %	Extremadamente pobre
Físicas	Textura	Franco arenosa	
	Densidad Aparente	1.17 g/cm <sup>3</sup>	Media
	Densidad Real	2.08 g/cm <sup>3</sup>	Muy baja
	Porosidad	43.75%	Media
Determinación de color	Color	Seco= 10 YR 4/1 Húmedo= 10 YR 2/1	Seco= gris oscuro Húmedo= Negro

Tabla 2. Valores de parámetros fisicoquímicos del suelo.

#### 6.1.4 Porcentaje de Germinación

El porcentaje total de germinación obtenido de las semillas de *E. platyacanthus* fue después de 35 días de ser sembradas teniendo resultados en el tratamiento 2, las semillas que germinaron fueron de los años 2014, 2018 y 2022, teniendo más germinación en 2018. Cabe señalar que todos los años mencionados tuvieron de 1% al 8% de germinación total. Fue escasa su germinación, dado que las semillas son fotoblásticas positivas (Mascot, 2020; Rojas *et al.*, 2017; Contreras *et al.*, 2016; Rojas *et al.*, 2013; Hernández, 2005; Orozco, 1989) por lo que requieren la luz del sol continuamente, el lugar proporcionado no contaba con una condición adecuada de la entrada de luz. Al mismo tiempo la temperatura y la humedad (Figura 5) se puede apreciar una temperatura que pasa los 28° C, por lo cual las condiciones que se tuvieron no son las adecuadas para la germinación de estas semillas, se cuenta con referencias las cuales indican que una temperatura inferior a los 15° C y superior de 28° C, causan condiciones inadecuadas para que no germinen la semillas (Pérez, 2018; Prisilla, 2010; Sánchez *et al.*, 2005; Reyes, 1998; Dubrovsky, 1996). Quijas (2005) menciona que analizó tres especies *E. platyacanthus*, *E. grusonii* y *Cryphantha erecta*, las cuales escarificar durante 5 minutos en hipoclorito al 30%, teniendo tres tipos de sustrato distintos (FES-

Iztacala, Zimapán 1 y Zimapán 2), obtuvo el 38% al 30% para el sustrato de FES-Iztacala.



## 6.2 Resultados de la segunda etapa

### 6.2.1 Curva de Imbibición

Como se puede apreciar en la gráfica (Figura 6) la imbibición cuando está en la primera fase la cual es la absorción de agua es de manera rápida donde aumenta el peso de la semilla durante los primeros 30 min. para los años 2016 y 2014, mientras que para los años 2018 y 2022 fueron a los 20 y 10 min. respectivamente, lo que nos indica que estos dos últimos años no requieren de mucha agua para entrar a la segunda fase de meseta, donde se activan los metabolitos los cuales ayudarán a emerger la radícula de las semillas vivas y que se puede decir fue hasta 1 hr 20 min., mientras que la tercera fase da lugar hasta las 2 hrs. y este tiene una vez más una absorción de agua para que de esta manera da lugar a la radícula. Bautista (2007) se menciona que la hidratación de las semillas de *E. platyacanthus*, *M. lanata*, *M. solisioides*, *M. geometrizzans* y *N. tetetzo* todas tuvieron un ascenso rápido, para *E. platyacanthus* donde indica que la fase I terminó a las 3 horas, mientras que en el presente trabajo se detuvo a las 2 hrs. donde se puede observar que durante los 4 años se trata de mantener estable dicha curva.

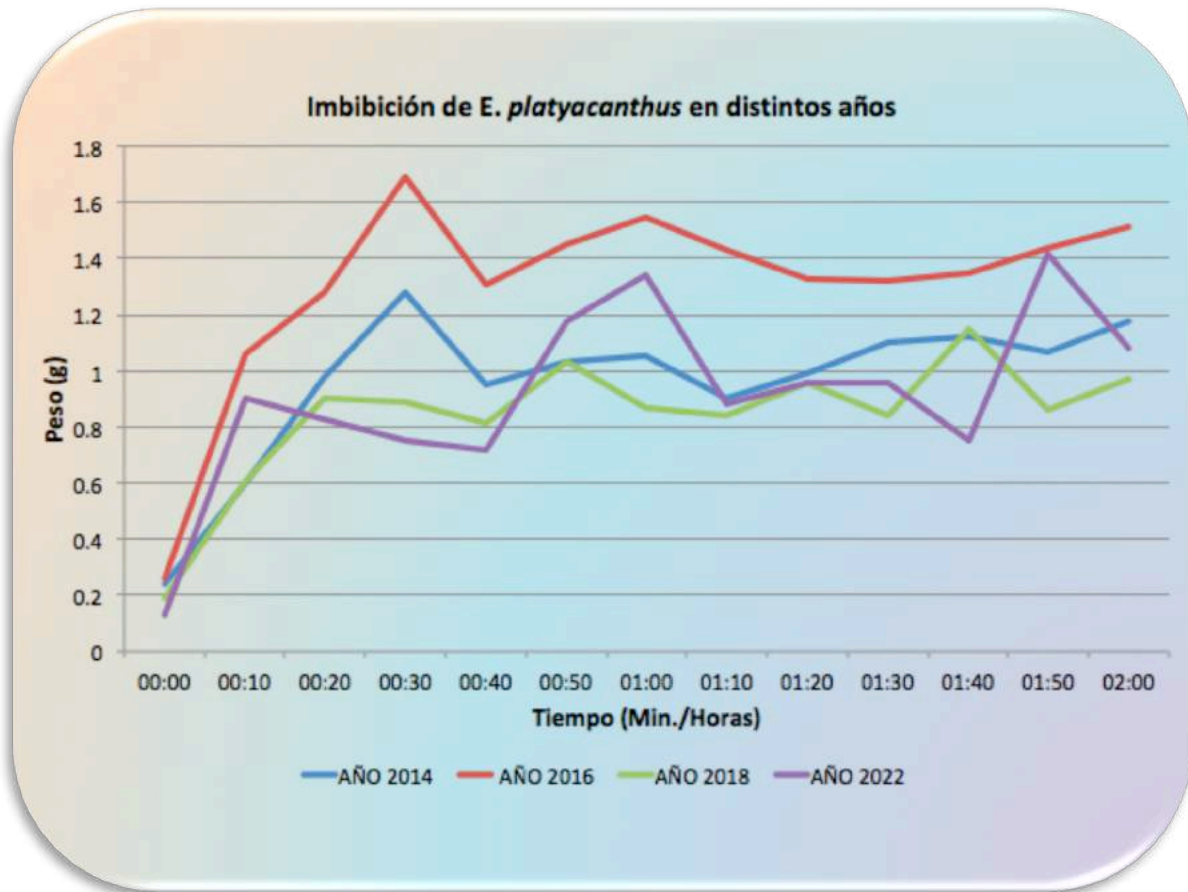


Figura 6. Se muestra la curva de imbibición de *E. platyacanthus* de los años 2014, 2016, 2018 y 2022.

## 6.2.2 Porcentaje de Germinación por día

En el porcentaje de germinación por día de las semillas de *E. platyacanthus* se obtuvieron las siguientes gráficas.

Para las semillas del año 2014 las semillas con T/A (figura 7) se hizo su conteo de semillas germinadas al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 1 y tratamiento 2) los cuales iniciaron su conteo a los 8, 9 y 10 días, contando con una germinación total de 3, 2 y 2 semillas germinadas. Para T/T (figura 8) se hizo su conteo de semillas germinada al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo y tratamiento 2), los cuales iniciaron su conteo a los 9 días, teniendo una germinación de 3 y 1 semillas respectivamente. Una vez obtenido los porcentajes de germinación se aplicó un ANOVA de un factor con un alfa de 0.05 donde se tuvo diferencias significativas entre los tratamientos. Para la diferencia de medias se aplicó Tukey donde nos indica que para T/A se encuentran diferencias entre Tratamiento testigo y Tratamiento 3. Mientras para T/T; se encuentran diferencias en el tratamiento testigo y tratamiento 1, tratamiento testigo y tratamiento 2 y tratamiento testigo y tratamiento 3. El estadístico con relación al sustrato no hubo diferencias significativas. García (2012) trabajo con *Calibanus hookerii*, escarificar con HCl al 30 % durante 15 minutos teniendo más germinación el sustrato 3 (tezontle y fibra de coco) en el cual se tuvo el 50% de la germinación. Hernández (2005) trabajó con esta misma especie, en el cuál utilizó el ácido clorhídrico al 30%, las semillas fueron utilizadas a distintas temperaturas (40°, 50° 60° y testigo) este último se obtuvo el 78.3% para el sustrato sin esterilizar.

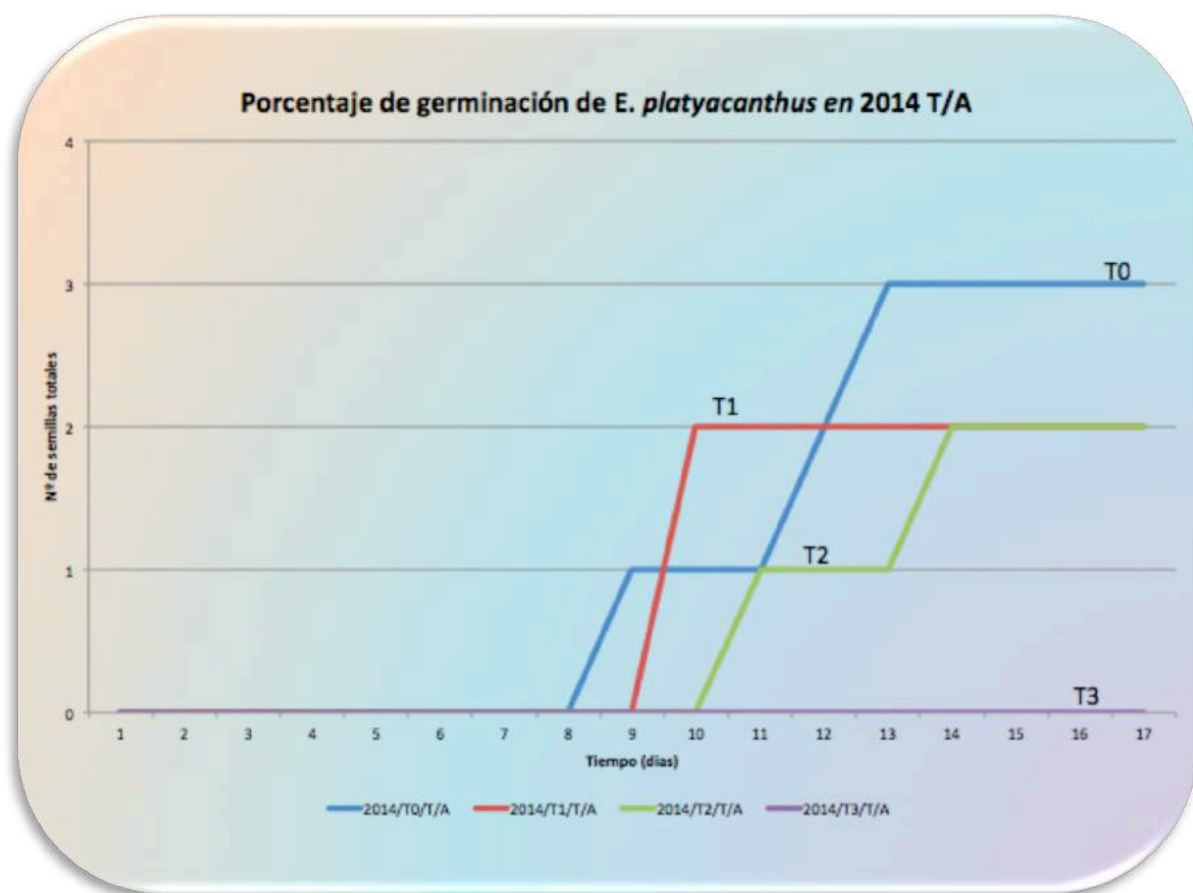


Figura 7. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2014 en Tierra/Arena (T/A).

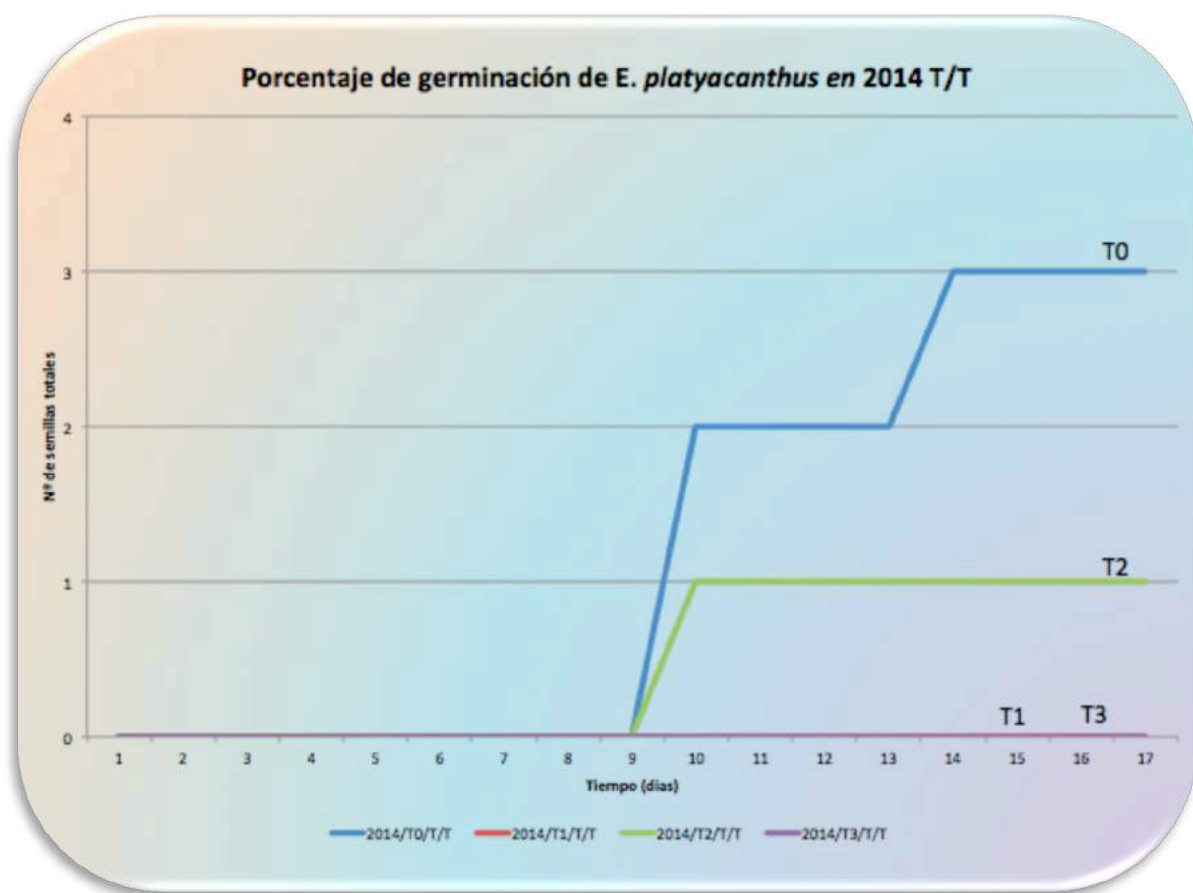


Figura 8. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2014 en Tierra/Tezontle (T/T).

Para el año 2016 las semillas con T/A (figura 9) se hizo su conteo de semillas germinadas al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3) los cuales iniciaron su conteo a los 5, 7, 6 y 7 días respectivamente, teniendo 30, 12, 24 y 14 germinaciones. Para T/T (figura 10) se hizo su conteo de semillas germinada al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3) de los cuales se comenzó el conteo a los 6, 6, 5 y 6 días respectivamente, teniendo 18, 26, 19 y 22 germinaciones. Una vez obtenido los porcentajes de germinación se aplicó un ANOVA de un factor con un alfa de 0.05 donde se tuvo diferencias significativas entre los tratamientos. Para la diferencia de medias se aplicó Tukey donde nos indica que para T/A se encuentran diferencias entre Tratamiento testigo y Tratamiento 1. El estadístico con relación al sustrato no hubo diferencias significativas. Ochoa (2016) Trabajo con *Ferocactus glaucescens*, escarificó las semillas por 10 minutos en HCl, se obtuvo el 75% de la germinación. Hernández (2005) trabajó con esta misma especie, en el cuál utilizó el HCl al 30%, las semillas fueron sometidas a distintas temperaturas (40°, 50° 60° y testigo) este último se obtuvo el 78.3% para el sustrato sin esterilizar.

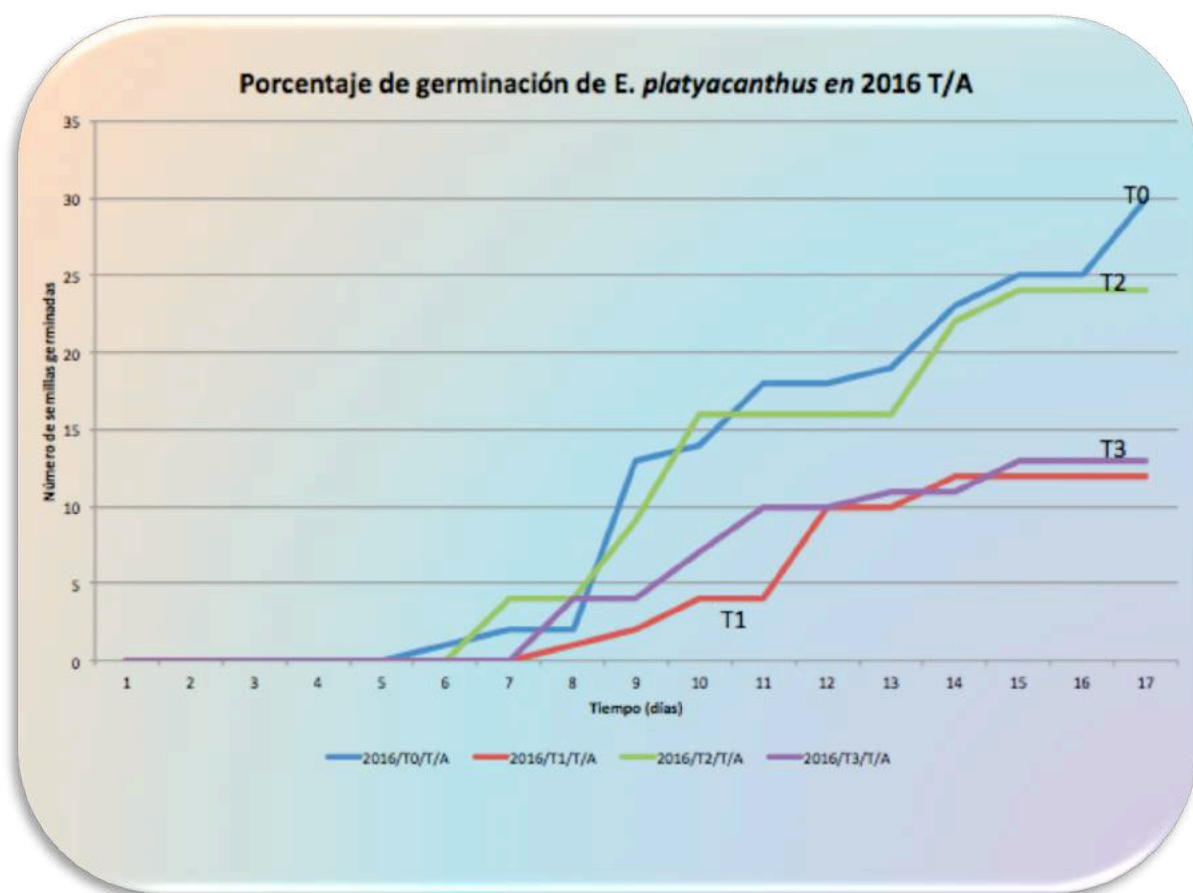


Figura 9. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2016 en Tierra/Arena (T/A).

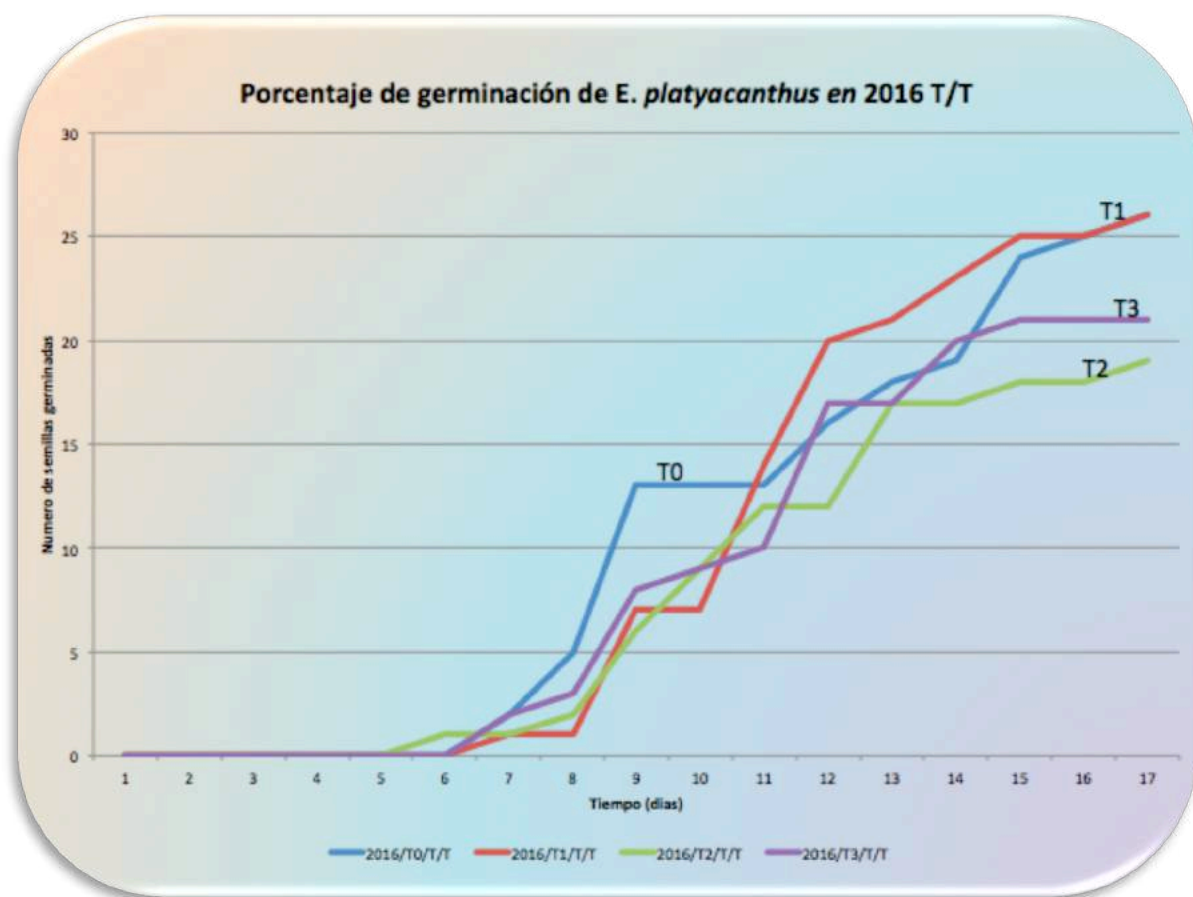


Figura 10. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2016 en Tierra/Tezontle (T/T).



Para el año 2018 las semillas con T/A (figura 11) se hizo su conteo de semillas germinadas al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3) los cuales iniciaron su conteo a los 7, 6, 5 y 5 días respectivamente, teniendo 13, 11, 4 y 21 germinaciones. Para las semillas con T/T (figura 12) se hizo su conteo de semillas germinadas al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 2 y tratamiento 3) los cuales iniciaron su conteo a los 16, 5 y 5 días respectivamente, teniendo 1, 22 y 29 germinaciones. Una vez obtenido los porcentajes de germinación se aplicó un ANOVA de un factor con un alfa de 0.05 donde se tuvo diferencias significativas entre los tratamientos. Para la diferencia de medias se aplicó Tukey donde nos indica que para T/A se encuentran diferencias entre Tratamiento testigo y Tratamiento 2. Mientras para T/T; se encuentran diferencias en el tratamiento testigo y tratamiento 1, tratamiento testigo y tratamiento 2, tratamiento testigo y tratamiento 3. El estadístico con relación al sustrato si hubo diferencias significativas en el tratamiento testigo y tratamiento 3. García (2012) trabajó con *Calibanus hookerii*, escarificó con hipoclorito de sodio al 30 % durante 15 minutos teniendo más germinación el sustrato 3 (tezontle y fibra de coco) en el cual se tuvo el 50% de la germinación. Quijas (2005) analizó 3 especies entre ellas *E. platyacanthus* utilizando escarificación química con HCl 30% por 5 minutos, se obtuvo una germinación del 38% para el sustrato de la FES-Iztacala.

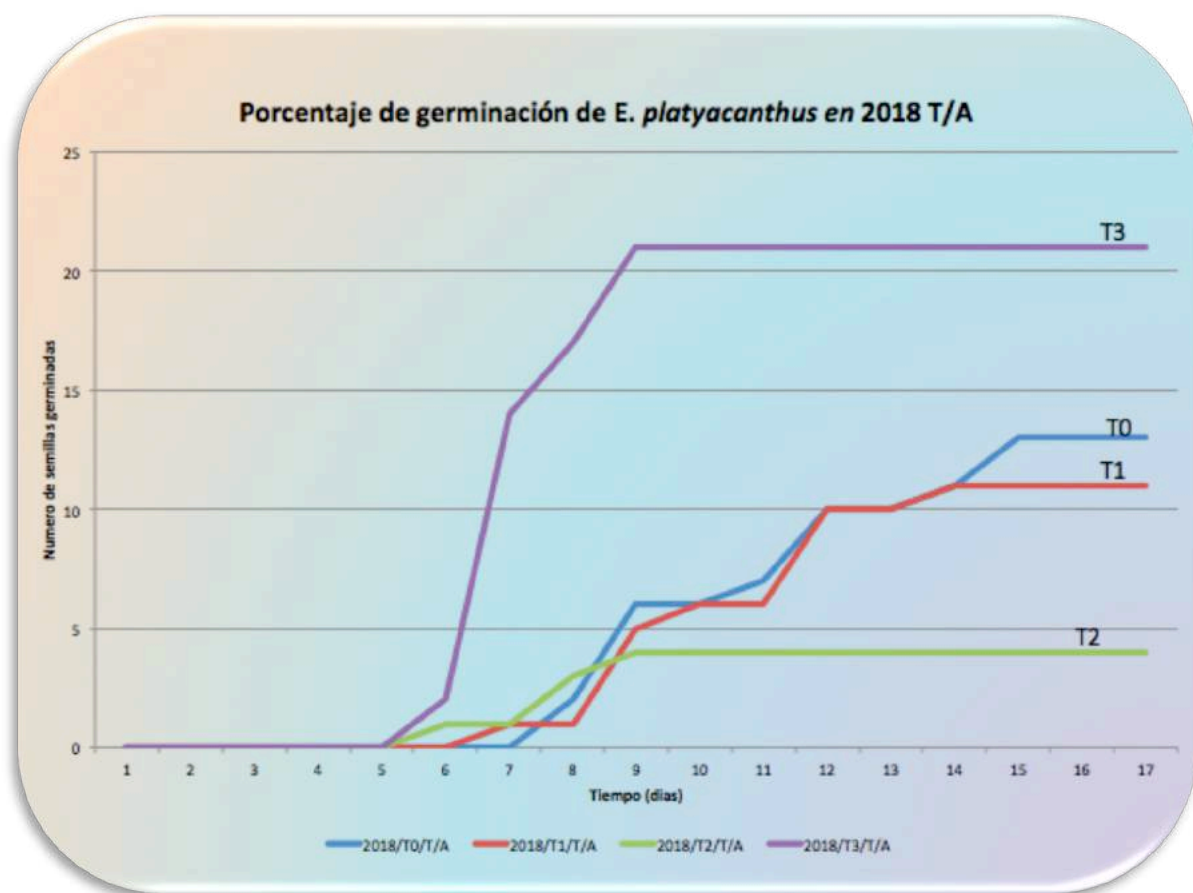


Figura 11. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2018 en Tierra/Arena (T/A).

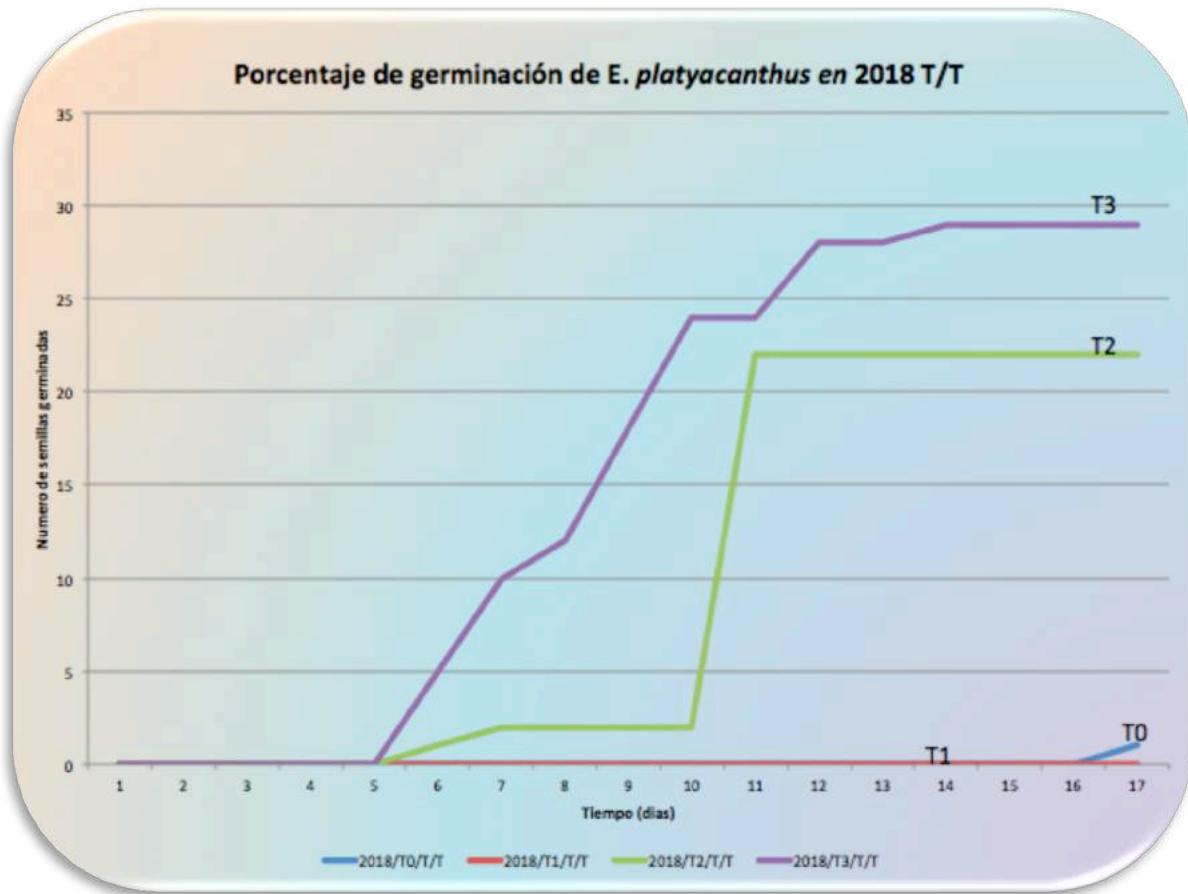


Figura 12. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2018 en Tierra/Tezontle (T/T).

Para el año 2022 las semillas con T/A (figura 13) se hizo su conteo de semillas germinadas al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3) los cuales iniciaron su conteo a los 5, 16, 7 y 6 días, respectivamente, teniendo 11, 8, 17 y 25 germinaciones. Mientras para T/T (figura 14) se hizo su conteo de semillas germinadas al otro día de ser sembradas a partir del día 1 para los distintos tratamientos (tratamiento testigo, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3) los cuales iniciaron su conteo a los 8, 5, 8 y 11 días respectivamente, teniendo 14, 19, 10 y 5 germinaciones. Una vez obtenido los porcentajes de germinación se aplicó un ANOVA de un factor con un alfa de 0.05 donde se tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Para la diferencia de medias se aplicó Tukey mostrando que para T/A se encuentran diferencias entre Tratamiento testigo y Tratamiento 3. Mientras para T/T; se encuentran diferencias en el tratamiento 1 y tratamiento 3. El estadístico con relación al sustrato, se presentaron diferencias significativas en el tratamiento 3 y tratamiento 2. Ochoa (2016) Trabajó con *Ferocactus glaucescens*, escarificó las semillas por 10 minutos en HCl, obteniendo el 75% de la germinación. Quijas (2005) analizó 3 especies entre ellas *E. platyacanthus* utilizando escarificación química con HCl al 30% por 5 minutos, se obtuvo una germinación del 38% para el sustrato de la FES-Iztacala.

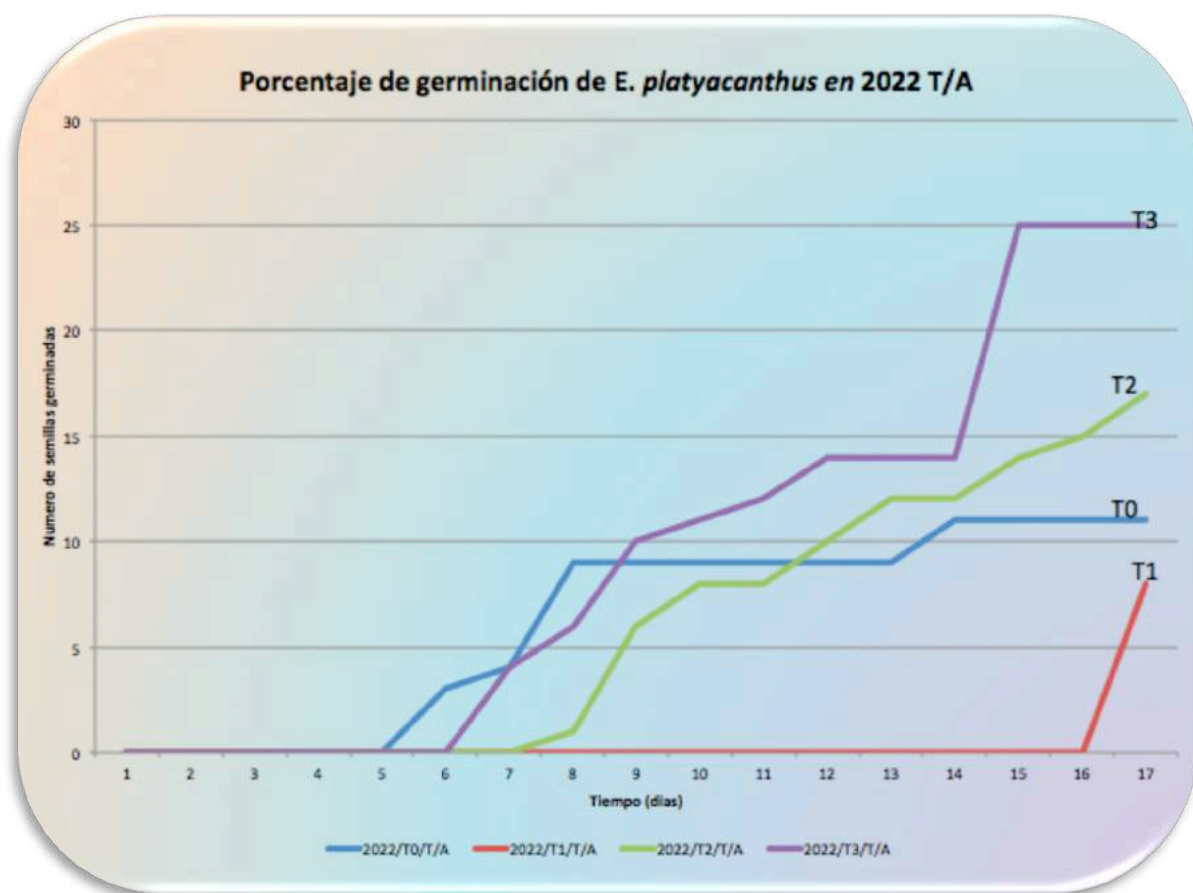


Figura 13. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2022 en Tierra/Arena (T/A).

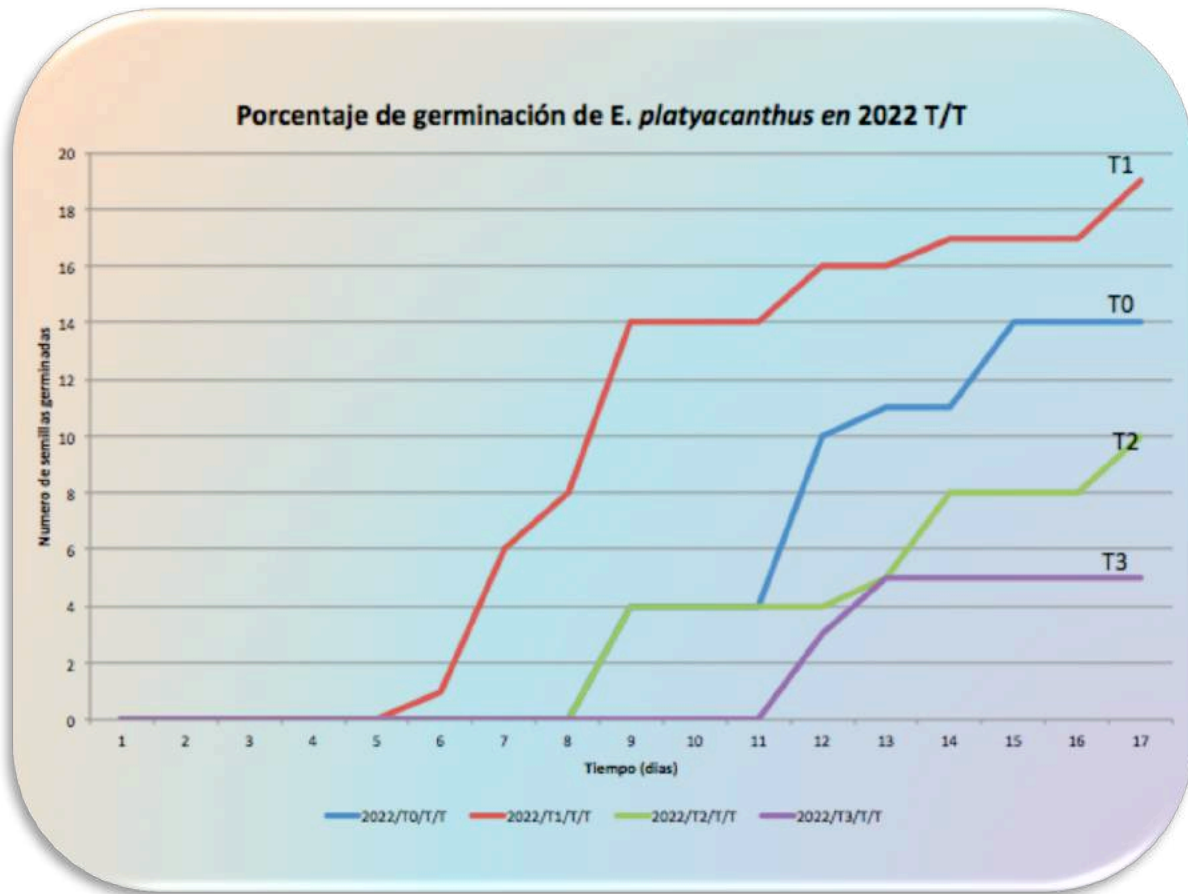


Figura 14. Número de semillas germinadas por día de *E. platyacanthus* 2022 en Tierra/Tezontle (T/T).

### 6.2.3 Porcentaje de Germinación de las semillas en los diferentes años y en los dos sustratos

El porcentaje total de germinación obtenido de las semillas de *E. platyacanthus* fue después de 39 días de ser sembradas.

Las semillas de los años 2014 (T/A Y T/T) fueron los que obtuvieron mayor porcentaje de germinación en el tratamiento testigo como se puede apreciar en la figura 15 y 16 donde Monsalvo *et al* (2019) Menciona que la hidratación y deshidratación en las semillas de *Ferocactus* siendo el grupo testigo y *E. grusonii* se utilizó como grupo control, en donde encontraron que para esta última no reacciona de una manera favorable a los periodos de deshidratación. Rodríguez & Sinia (2015) obtuvo el 98% de germinación de *Ferocactus pilosus* en la tierra de monte-tezontle sin escarificar, mientras que *E. grusonii* el 100% de las semillas geminaron con escarificación.

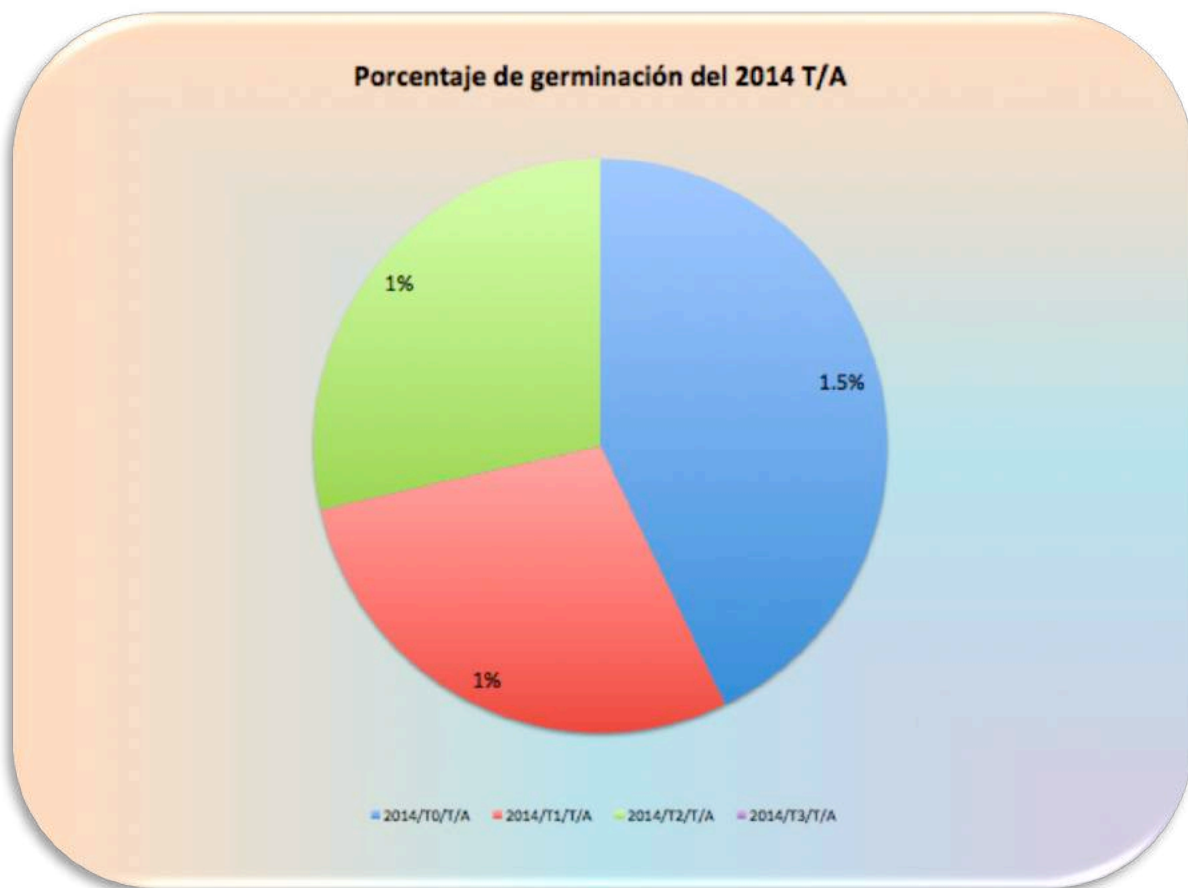


Figura 15. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2014, en Tierra/Arena (T/A).

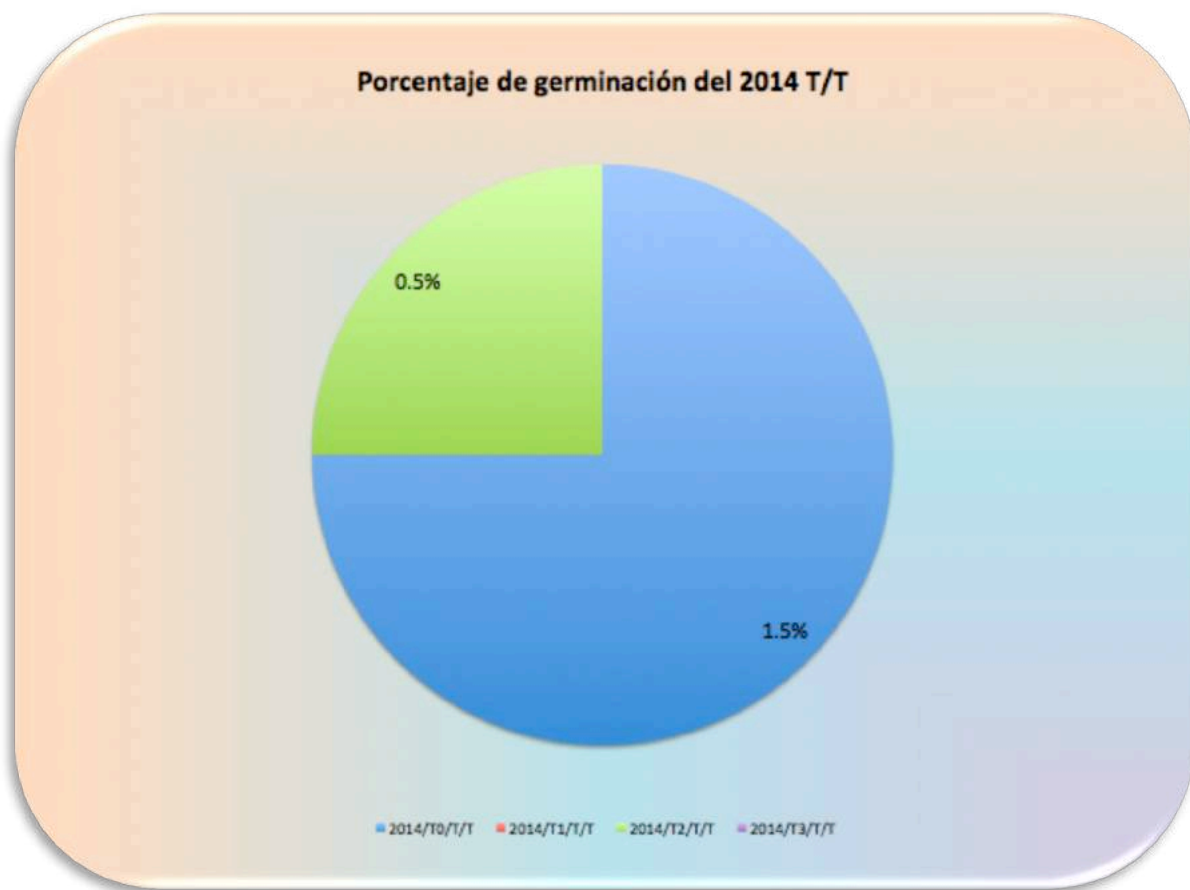


Figura 16. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2014, en Tierra/Tezontle (T/T).

En el año 2016 (Figura 17 y 18) se obtuvo el mayor porcentaje de germinación para el tratamiento testigo (T/A) con el 15%, mientras que el tratamiento testigo y tratamiento 1 (T/T) se tuvo el 13% para ambos. Monsalvo *et al* (2019) mencionan que la hidratación y deshidratación en las semillas de *Ferocactus* siendo el grupo testigo y *Echinocactus grusonii* se utilizó como grupo control, en donde encontraron que para esta última no reacciona de una manera favorable a los periodos de deshidratación. Del Carmen *et al* (2013) mencionan que obtuvo porcentajes de germinación del 61 a 94.2% con 3 a 5 min. de escarificación en ácido sulfúrico mientras que Rodríguez *et al* (2022) indica que trabajó con distintas



especies donde *E. platyacanthus*, *F. pilosus* y *E. grusonii* se emplearon semillas almacenadas de 3 años, para esta última germinó el 100% escarificando en ácido sulfúrico por 1 min.

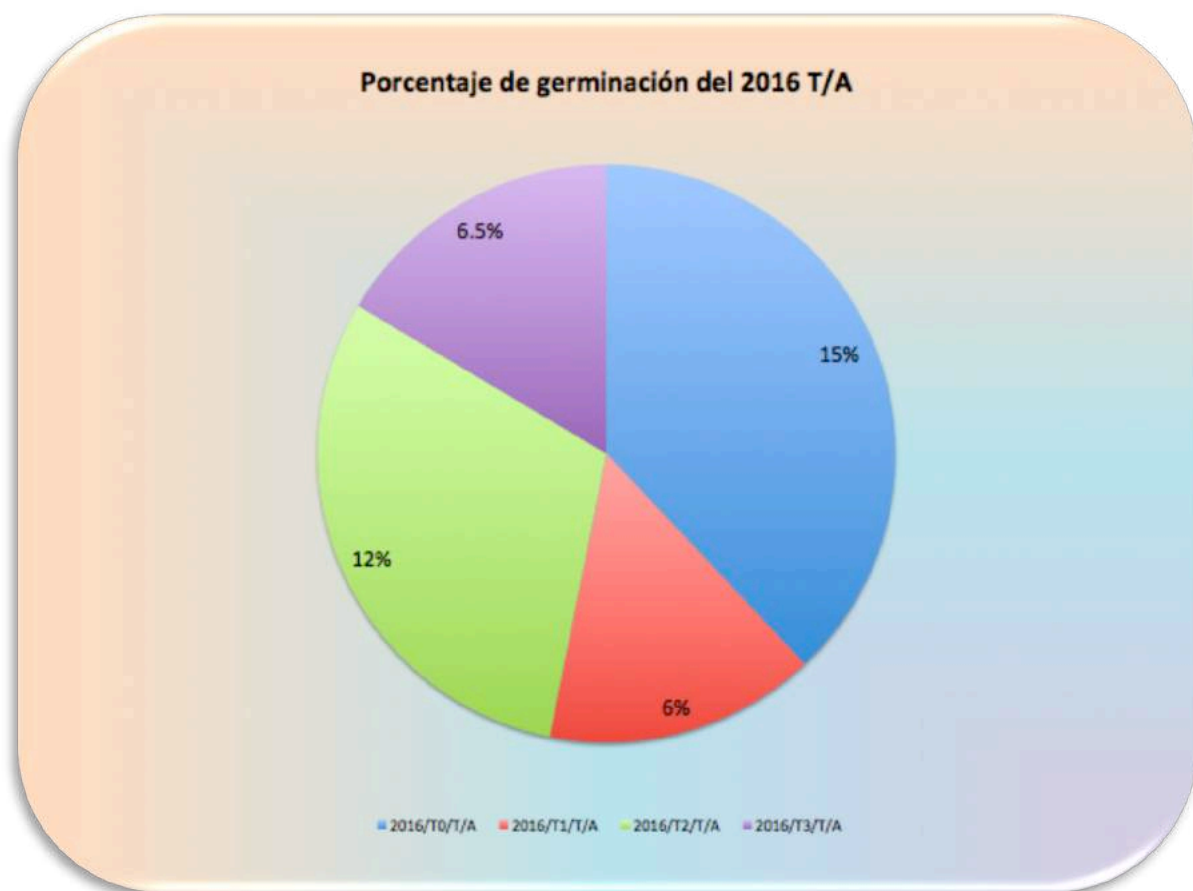


Figura 17. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2016, en Tierra/Arena (T/A).

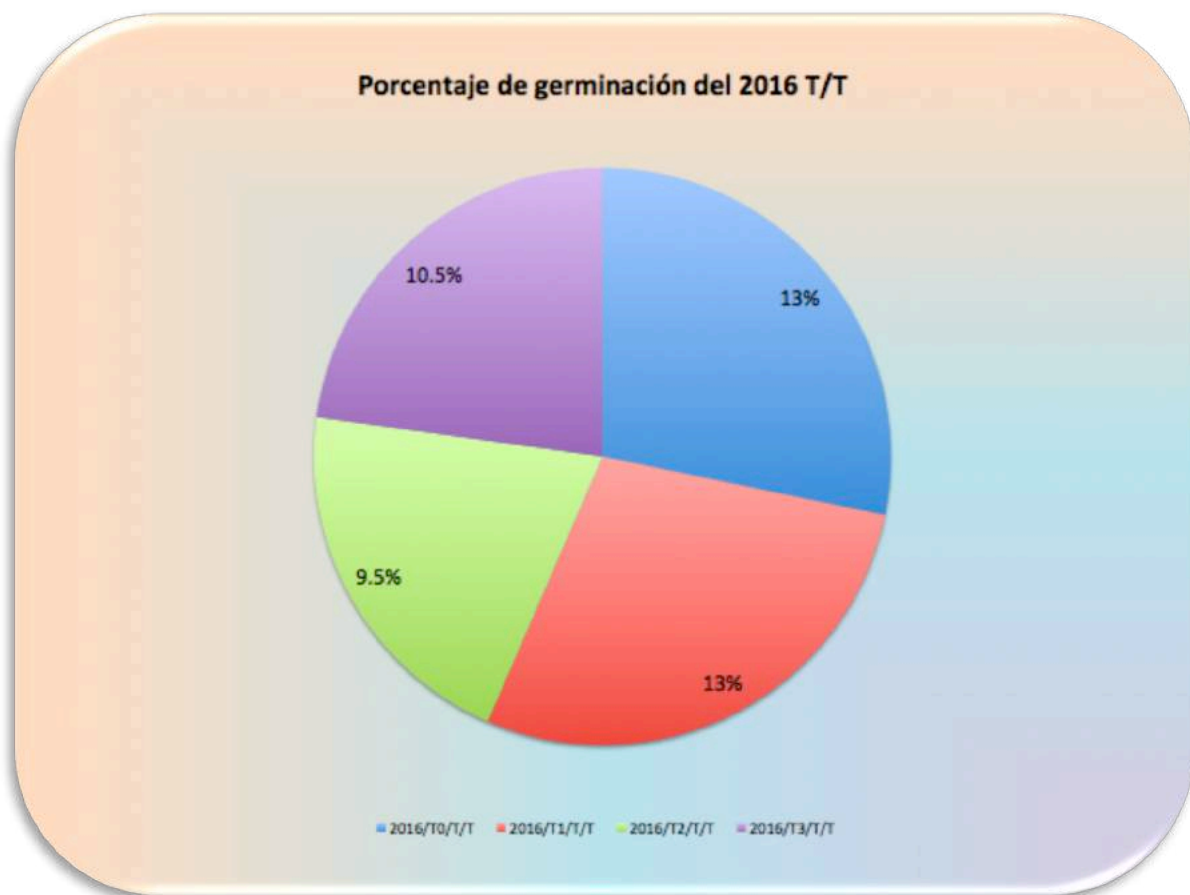


Figura 18. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2016, en Tierra/Tezontle (T/T).

El año 2018 (Figura 19 y 20) se obtuvo el mayor porcentaje de germinación para el tratamiento 3 para T/A y T/T con el 10.5% y 14.5% de germinación. Quijas (2005) menciona que el porcentaje de germinación para *E. platyacanthus* fue del 38% con el sustrato de la FES-Iztacala. Hernández (2005) menciona que trabajó con *E. platyacanthus* siendo su mejor tratamiento el sustrato estéril y con una inmersión en HCl al 30%, se obtiene entre el 65 y 70% durante la temporada fría.

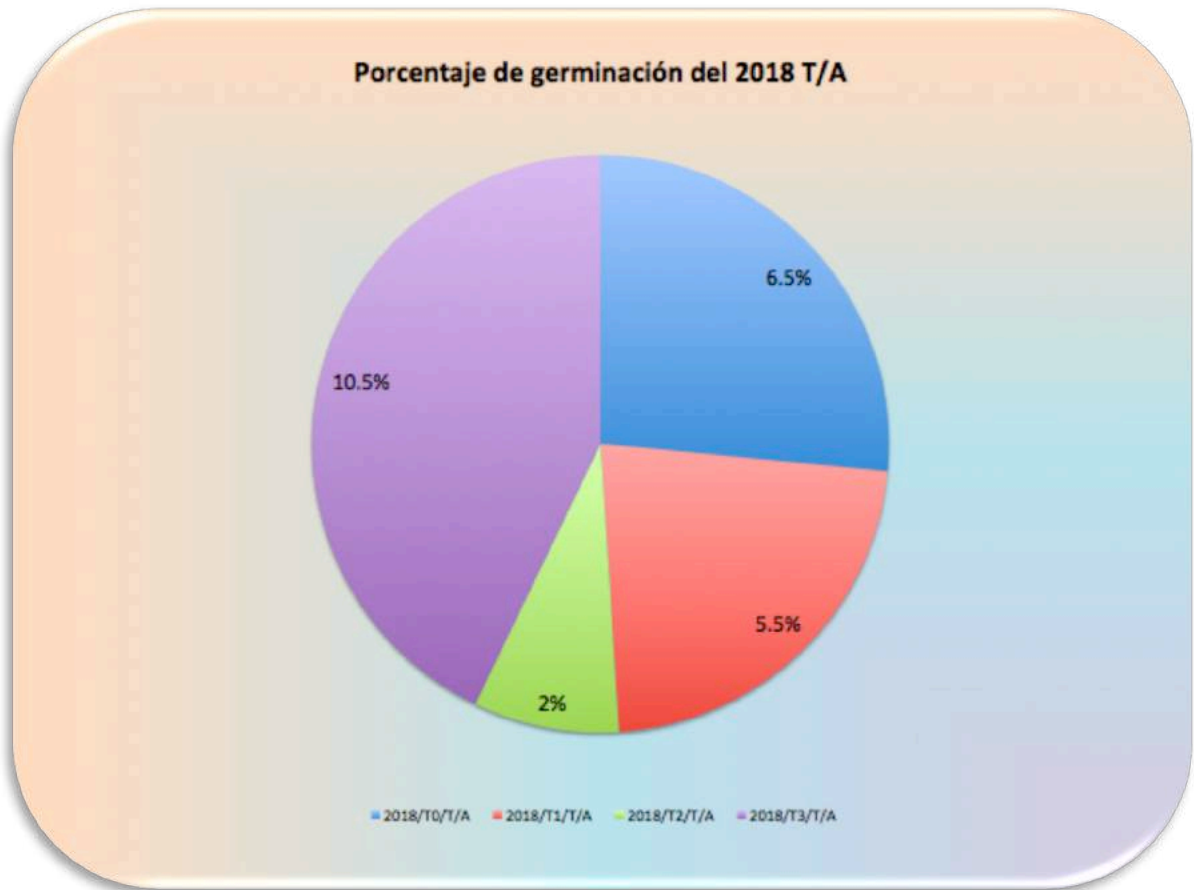


Figura 19. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2018, en Tierra/Arena (T/A).

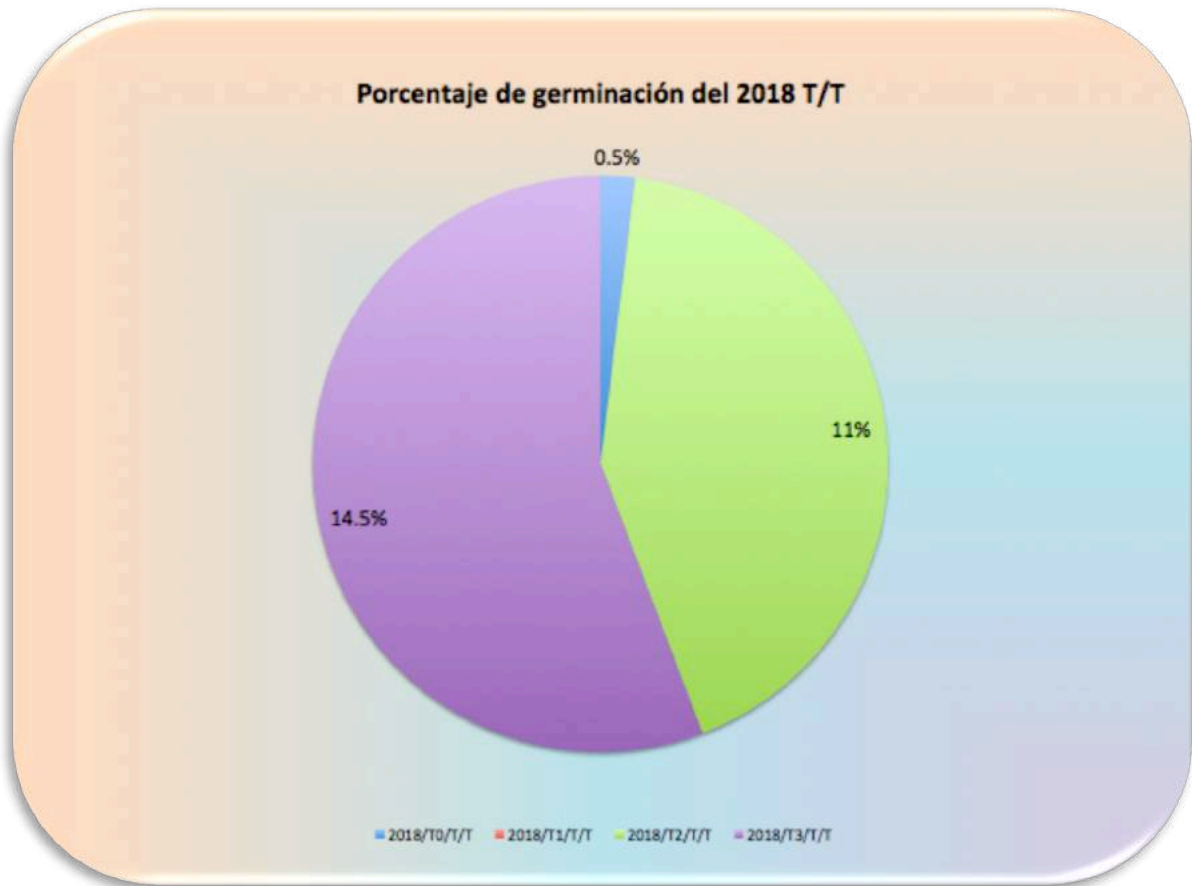


Figura 20. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2018, en Tierra/Tezontle (T/T).

El año 2022 (Figura 21 y 22) se obtuvo el mayor porcentaje de germinación para el tratamiento 3 (T/A) y para el tratamiento 1 (T/T) con el 12.5% y 9.5% de la germinación. Ramírez *et al* (2019) realizaron un experimento con semillas de dos años diferentes 2012 y 2019, donde ambos años tienen el 25% de germinación. Mientras que Ruiz (2012) obtuvo para esta cactácea 72% de la germinación.

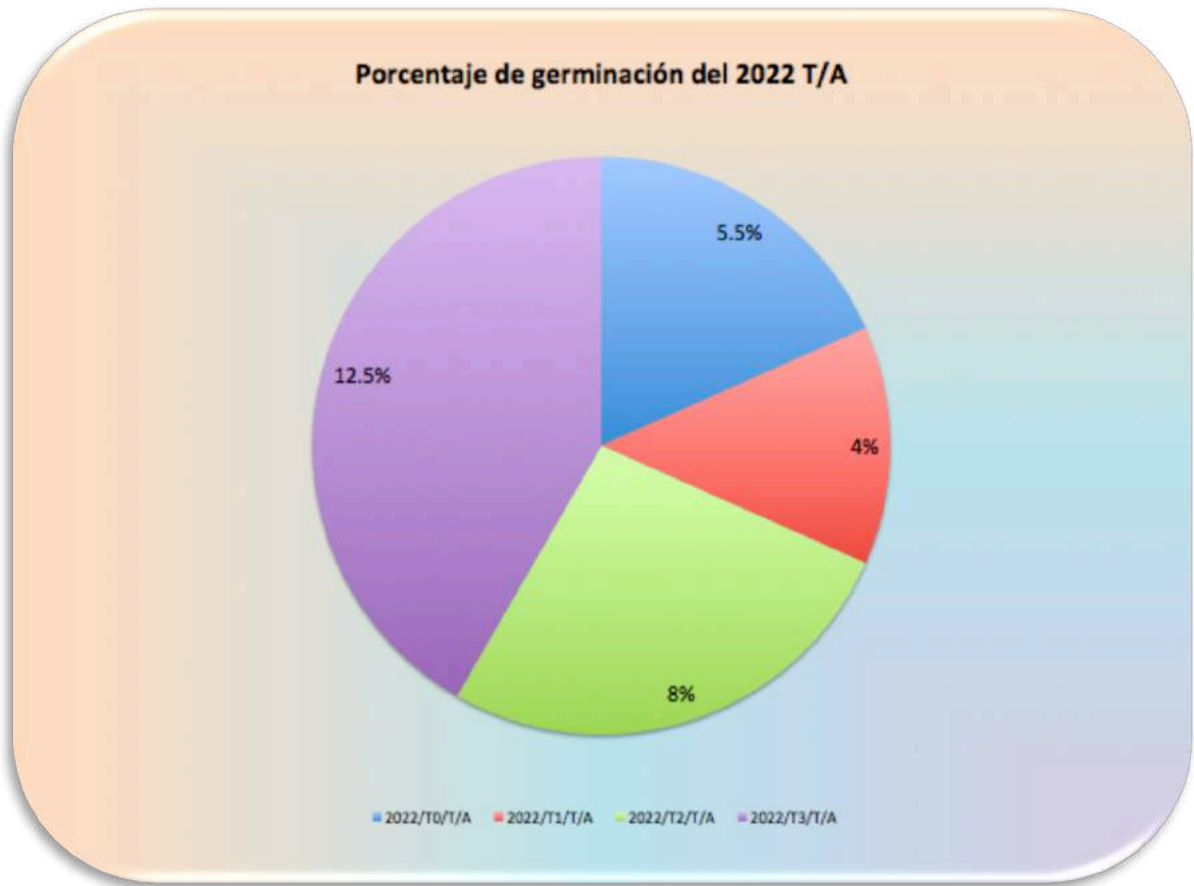


Figura 21. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2022, en Tierra/Arena (T/A).

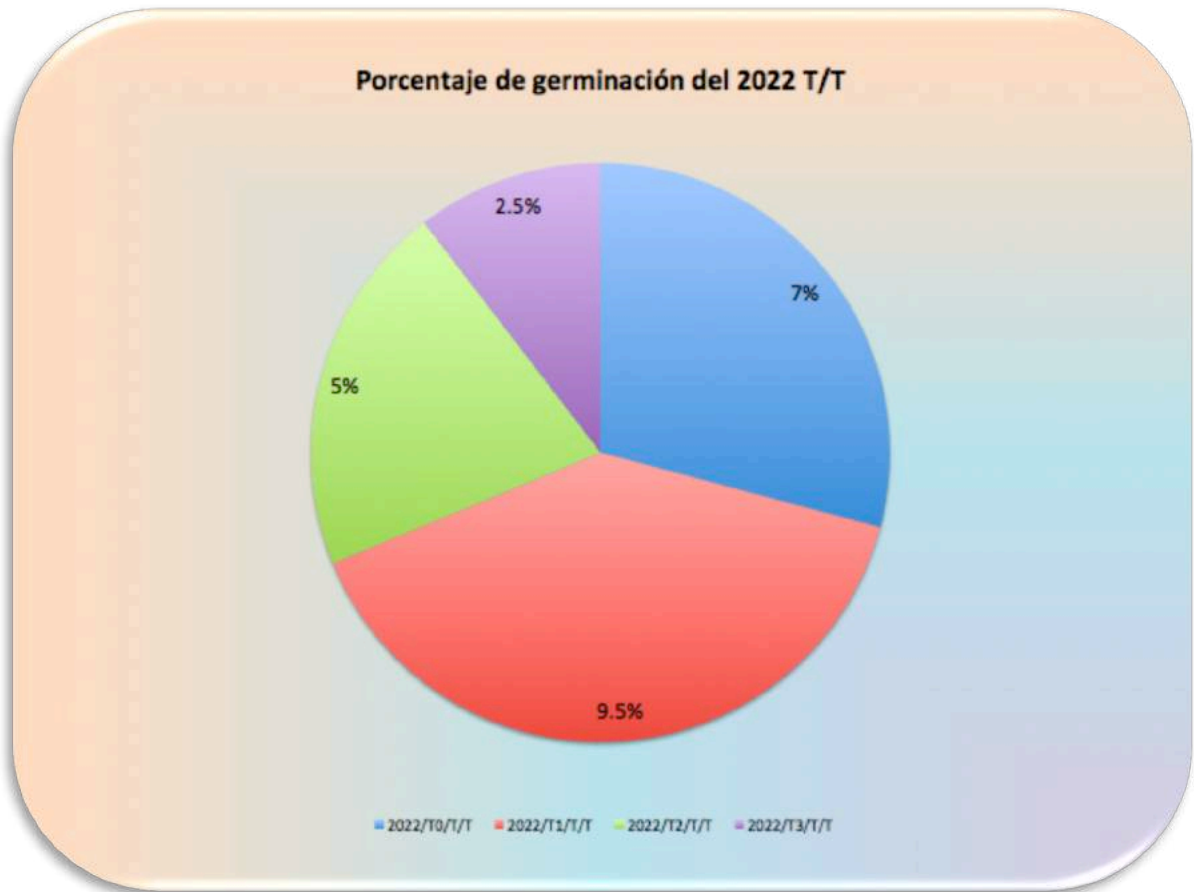


Figura 22. Gráfica mostrando el porcentaje de germinación del 2022, en Tierra/Tezontle (T/T).

Tomando en cuenta lo indicado por Quijas (2005) el porcentaje de germinación del 30% (Figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22) de esta cactácea con cuerda relativamente con el porcentaje que se obtiene de organismos germinados por Quijas y los organismos obtenidos en este proyecto obteniendo el 15% el año 2016 (figura 17) y seguido de 14.5% del año 2018 (figura 19) Mientras que Reyes (1998) y Manzo (2015) mencionan que trabajar con especies de cactáceas es muy difícil su germinación a pesar que los frutos producen muchas semillas, las cuales son pocas las que germinan.

## 7 Conclusiones

Las semillas del 2014 y 2016 tuvieron mayor porcentaje de viabilidad con respecto a las del 2018 y 2022.

Las semillas de los años 2016 y 2022 se imbibieron en menor tiempo (10 min.) con relación a las del 2014 (30 min.) y 2018 (20 min.).

Las semillas que iniciaron primero su germinación fueron las del 2018 a los 5 días, seguidas de las 2016 a los 6 días, continuó con las 2022 a los 8 días y finalizó con las 2014 a los 9 días.

El mayor porcentaje de germinación de las semillas de *E. platyacanthus* fueron con los tratamientos testigo (2016 T/A) sin inmersión y tratamiento 3 (2018 T/T) con 25 min. de inmersión.

El menor porcentaje de germinación de las semillas de *E. platyacanthus* fueron con los tratamientos testigo (2018 T/T) sin inmersión y tratamiento 2 (2014 T/T) con 15 min. de inmersión.

Al término de los 39 días se evaluó el porcentaje total a este tiempo, pero no se obtuvo el 100% de la germinación, el porcentaje mayor obtenido a ese tiempo fueron: para 2014 (1.5%), 2016 (15%), 2018 (10.5%) y 2022 (12.5%) con T/A, mientras que para T/T en 2014 (1.5%), 2016 (10.5%), 2018 (14.5%) y 2022 (9.5%).

Los tratamientos con mayor germinación para T/T fueron los años 2016 y 2018 con respecto a T/A para los años 2014 y 2022.

## 8 Sugerencias o Recomendaciones



Figura 23. Sugerencia de calendario para germinaciones en el Estado de México, Tlanepantla Bz.

Debido a los resultados obtenidos en la investigación previa se realizó un segundo experimento. Donde se propone la implementación de la figura 23 para la germinación de esta especie, debido a que no se tienen meses establecidos para una germinación adecuada, esta cactácea cuenta con memoria de hidratación de las semillas (Dubrovsky, 1996).



## 9 Bibliografía

Aragón, L. (2011). *Viviparidad en Echinocactus platyacanthus en el Altiplano Potosino y su posible beneficio para las etapas iniciales de desarrollo* (Master's thesis).

Arias, S. y Aquino, D. (2019). Flora del Bajío y regiones adyacentes. Fascículo 209. Pp 57-66.

Arias, S., Gama, S., Guzmán, U. y Vázquez-Benítez, Balbina. (2012). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 95. Pp 32-36.

Arredondo, G., & Sotomayor, M. (2009). Cactáceas en categoría de riesgo del estado de San Luis Potosí. *INIFAP. México*.

Bautista, V. (2007). "Efecto de la hidratación-deshidratación en la germinación de semillas [de] cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Becerra, R. (2000). Las cactáceas, plantas amenazadas por su belleza. *Biodiversitas*, 6(32), 1-5.

Caballero, J. (2012). *Jardines botánicos: Contribución a la conservación vegetal de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Calzada, M. (2017). *Propagación de Myrtillocactus geometrizans en condiciones de invernadero* (Bachelor's thesis).

Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. (2021). UICN.

Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. (2021). CITES.

Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. (2022). Categorías de riesgo en México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad. (2021). Mapa potencial de especies en riesgo de extinción en México.

Comisión Nacional Forestal. (2015). Germoplasma Forestal.

Comisión Nacional Forestal. (s/n). Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas.

Contreras, R., Pando, M., Flores, J., & Jurado, E. (2016). Effects of wetting and drying cycles on the germination of nine species of the Chihuahuan Desert. *Botanical Sciences*, 94(2), 221-228.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres. (2022). Apéndices I, II y III.

Cuevas, A. (s/n). Manual Bancos Comunitarios De Semillas.

Del Carmen, M., Tzompa, R., & González, M. (2013). Propagación de *Echinocactus platyacanthus*: efectos del sustrato, viabilidad y escarificación de semillas. *Zonas áridas*, 15(1), ág-31.

Diario Oficial de la Federación. (2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.

Durán, R. y Méndez, A. (2016). Cctáceas. Capítulo 4 especies. Desarrollo humano en Yucatán. Pp 191-192.

Dubrovsky, G. (1996). Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication. *American Journal of Botany*, 83(5), 624-632.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala. (2022). Jardín Botánico.

Food and Agriculture Organization. (2013). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Flores, J., & Jurado, E. (2011). Germinación de especies de cactáceas en categoría de riesgo del desierto chihuahuense. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2(8), 59-70.

Flores, A., & Macías, V. (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *CIENCIA-UANL*, 11(1), 1.

Forero, E. (1989). Los jardines botánicos y la conservación de la naturaleza. *Acta Botanica Brasilica*, 3, 315-322.

García, P., & Villamil, P. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General de Estructuras.

García, P. (2019). Conservación de plantas suculentas del Jardín Botánico Iztacala, UNAM. 53-57. *IN Avances Internacionales de Cactáceas y Suculentas*.

García, A. (2012). "Germinación y desarrollo postemergente de *Calibanus hookerii* (Lem) trel.". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/428016>

García, J. A., Vela, G., Rodríguez, L., & Acevedo, A. (2012). Características de los suelos asociados con la distribución y abundancia de *Ariocarpus bravoanus* en la estación Núñez Guadalcázar en San Luis Potosí, México. *Cactáceas y suculentas mexicanas*, 57(4), 100-113.

González, J. (2012). Método para hablar y escribir HÑÄHÑU-OTOMÍ La lengua de nuestros antepasados se niega a morir.

González, P., & Bersaín, S. (2013). *Viviparidad, germinación y supervivencia en *Stenocereus thurberi* (Cactaceae)* (Master's thesis).

Gratzfeld, J. (2019). De la idea a la realización - Manual de la BGCI en planificación, desarrollo y manejo de jardines botánicos. Botanic Gardens Conservation International.

Hernández, M., Cházaro, M. & Gómez, C. (2017). *Echinocactus platyacanthus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*

Hernández, A. (2005). "Evaluación del proceso de germinación de *Echinocactus platyacanthus*: una especie bajo protección especial, en el Valle del Mezquital, Hidalgo". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/316938>

International Seed Testing Association. (2016). Reglas internacionales para el análisis de las semillas.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. (2010). Cactáceas Ornamentales del Desierto de Chihuahua que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. Pp 103-121.

JABIZ (2023). Historia del JABIZ, Historia del jardín botánico de la FES Iztacala

Lascurain, M. (2006). *Jardines Botánicos: conceptos, operación y manejo* (No. Sirsi) i9789687313016).

López, J., Torres, N., Saldivar, R., Reyes, I., & Argüello, B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Centro de Investigación En 1química Aplicada (CIBQ)*, 129-140.

Luna, A., Espino, M., Luna, L., & Pacheco, R. (2012). Caracterización de suelos en una localidad tipo que alberga cactáceas

Monsalvo, C., Ortiz, R., Martínez, M., & Salazar, M. (2019). Efecto de ciclos hidratación-deshidratación durante la germinación en semillas del género *Ferocactus*.

Manzo, A. (2015). Morfología, germinación, micropropagación y análisis cromosómico de cuatro especies de cactáceas para su conservación.

Mascot, E. (2020). Semillas de cactáceas: factores internos y externos que influyen en su germinación.

Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2018). Organos vegetales. *Atlas de Histología Vegetal Y Animal*.

Muñoz, J., Soler, A., López, F. y Hernández, M. (2018). Edafología manual de métodos de análisis de suelos. UNAM. FES Iztacala. Pp 139.

Ochoa, J. (2016). "Evaluación del efecto de dos técnicas de escarificación para la inducción de la germinación de semillas de *ferocactus glaucescens* (de candolle, 1828)". (Tesis de Licenciatura).

Orozco, A. (1989). Fisiología y ecología del fitocromo: su función en las semillas. *Botanical Sciences*, (49), 71-84.

Pérez, F. (2017). Fisiología vegetal parte iv morfogénesis, crecimiento y desarrollo reguladores del crecimiento aplicaciones agronómicas de los reguladores del crecimiento desarrollo reproductivo fisiología de la germinación bases fisiocológicas de la bioproducción fisiología de la post cosecha fisiología del enraizamiento fisiología del injerto. Pp 14-18.

Pérez, F. (2006). Fisiología de la semilla y germinación de *montanoa quadrangularis* (schultz bipontainus) asteraceae" arboloco".

Pérez, M. (2018). *Ecología y fisiología en las primeras fases de crecimiento de plantas suculentas en el sur del desierto chihuahuense en México y las montañas de Córdoba en Argentina* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Nuevo Leon).

Priscilla. X. (2010). GERMINAÇÃO E ACLIMATIZAÇÃO DE *Hamatocactus setispinus* (CACTACEAE). Tesis de Maestría de la UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (2019). Acciones y resultados de protección a biznagas en 2019.

Quijas, J. (2005). "Aspectos comparativos de tres especies de cactaceas, *Echinocactus grusonii*, *Coryphantha Erecta* *echinocactus platyacanthus* desde su germinación hasta su trasplante". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/416169>

Ramírez, L., Hernández, K., Delgado, P., De Nova, A., Quintero, F., Guerrero, L. (2019). Porcentaje de germinación y viabilidad de *Echinocactus platyacanthus* y *Ferocactus pilosus*. *Avances Internacionales de Cactáceas y Suculentas Manejo y Conservación ante el Cambio Global*. pp 108 - 112

Rao, K., Hanson, J., Dulloo, E., & Ghosh, K. (2007). *Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma (Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8)*. Bioversity International.

Reyes, M. (1998). *Efecto del farmagib nzn sobre la germinacion in vitro de semillas de la biznaga burra (echinocactus platyacanthus).*/manuel, reyes estrada.

Rodríguez, M., Rosas, G., De los Santos, G., García, E., Espinosa, V., Torres, C., & Robledo, A. (2022). Viabilidad y germinación de semillas de cuatro especies amenazadas de cactáceas. *Caldasia*, 44(2), 209-220.

Rodríguez, M., & Sinai, M. (2015). Morfología, germinación, micropropagación y análisis cromosómico de cuatro especies de cactáceas para su conservación.

Rojas, M., Mandujano, C., & Golubov, K. (2013). Seed size and photoblastism in species belonging to tribe Cactaeae (Cactaceae). *Journal of Plant Research*, 126(3), 373-386.

Rojas, M., & Mandujano, C. (2017). Latencia secundaria en especies de la tribu Cactaeae (Cactaceae). *Polibotánica*, (44), 137-145.

Rojas, M., & Batis, I. (2001). Las semillas de cactáceas...¿ forman bancos en el suelo. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 46(4), 76-82.

Ruiz, N. (2012). Distribución y etnobotánica de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto (Cactaceae) en el Valle del Mezquital. *Facultad De Estudios Superiores Zaragoza (Vol. Biology Bachelor p. 62)*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma De México.

Ruiz, A., Vázquez, E., Ybarra, C., & García, R. (2021). CALIDAD DE SEMILLA Y SOBREVIVENCIA DE PLÁNTULAS DE *Echinocactus platyacanthus* DE TRES REGIONES DE MÉXICO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(1), 33-33.

Salazar, A., Quintero, D., & Botello, A. (2020). Optimización de la prueba de tetrazolio para evaluar la viabilidad en semillas de *Solanum lycopersicum* L. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3 (2020)), 1-12.

Salinas, F. (2018). Análisis de semillas de *Pinus cembroides* Zucc., del ejido la Florida, Cardonal, Hidalgo. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo.

Sánchez, H., García, E., Terrazas, T., & Reyes, A. (2005). Efecto de la hidratación discontinua sobre la germinación de tres cactáceas del desierto costero de Topolobampo, Ahome, Sinaloa. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 50(1), 4-14.

San Luis, E. (2010). Manual para la cosecha y beneficio de semilla de cactáceas ornamentales.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Acitrón, dulce bocado gourmet coloca en peligro de extinción a un cacto mexicano.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). Acitrón, producto de un cacto globoso en peligro de extinción.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, sanidad y clasificación del suelo, estudio, muestreo y análisis.

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2020). Métodos estandarizados para la calificación de la calidad de las semillas y granos.

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2017). Bancos Comunitarios de Semillas como estrategia de Conservación *in situ*.

Soto, D., & Lorenzo, M. (2016). Bienes Y Servicios Ambientales Ofrecidos Por El Jardín Botánico De Cienfuegos A Sus Visitantes. *Revista Caribe na de Ciencias Sociales*, (2016\_04).

Tazi, M., Hall, G., Sika, G., & Kugbei, S. (2019). Materiales para capacitación en semillas. Módulo 3: Procesamiento de semillas, equipo y prácticas.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2012). Categorías y criterios de la lista roja de la UICN. Versión 3.1 ed. 2da

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. (2017). Importancia de las cactáceas.

Universidad Nacional del Nordeste. (2010). 5.3.14. Familia Cactaceae. Core Eudicotiled neas diversidad vegetal biotaxonom a de spermatofitos. Pp 98-105

Varela, A., & Arana, V. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos*. EEA Bariloche, INTA.

Vovides, P., Iglesias, C., Luna, V., & Balcázar, T. (2013). Los jardines botánicos y la crisis de la biodiversidad. *Botanical Sciences*, 91(3), 239-250.



