

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**Escarificación de Semilla de *Echinomastus mariposensis* con Ácido Sulfúrico y
AlgaEnzims polvo.**

Por:

YOLANDA VILCHIS CASTELLANOS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2005

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**Escarificación de Semilla de *Echinomastus mariposensis* con Ácido Sulfúrico y
AlgaEnzims polvo**

Por:

YOLANDA VILCHIS CASTELLANOS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Aprobada por:

Dr. Juan J. López González

Presidente del Jurado

Dr. Ramón García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Diciembre 2005.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

**Escarificación de Semilla de *Echinomastus mariposensis* con Ácido Sulfúrico y
AlgaEnzims polvo.**

Realizado por:

YOLANDA VILCHIS CASTELLANOS

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para
obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Aprobada por:

Dr. Juan J. López González
Presidente del Jurado

Dra. Norma A. Ruiz Torres
1° Sinodal

Ing. Benito Canales López
2° Sinodal

3

M.C. Myrna J. Ayala Ortega

Suplente

Dr. Ramón García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buena Vista, Saltillo Coahuila, México. Diciembre 2005.

DEDICATORIA

Reynaldo Vilchis Hernández

A mis padres:

γ

Alicia Castellanos Reyes (†)

Quienes me procrearon y me enseñaron los valores y principios de la vida, aun rubro de lucha y esperanza, por ser uno de los motivos para seguir adelante y seguir luchando por lo que quiero. ¡Gracias a ti madre aunque no estés conmigo, fuiste el motivo principal para culminar otra etapa de mi vida profesional.

A mi hermano y amigo Alejandro, por su confianza, cariño, respeto y apoyo, por estar siempre a mi lado en todo momento de mi vida. ¡Gracias!

A mis hermanos: Ramiro, José Everfein por darme su confianza, apoyo y cariño durante mi vida.

4

A mi hermana y amiga Sonia, por estar siempre a mi lado en todos los momentos difícil de mi vida, por su apoyo incondicional y cariño ¡Gracias!.

A mis sobrinos Karina, Reynaldo, Ramirito, Alicia Viviana, Abel, Yasenia, Toñito, Perla, Abel, Marisol, por su cariño, ternura y por enseñarme a sonreír.

A mis cuñadas Iyeni, Olga, Mary por ser parte de mi familia y amigas, sobre todo en sus consejos, saber escucharme en los momentos difíciles de mi vida. ¡Gracias!

A mis AMIGOS de generación: ¡Gracias por compartir conmigo la trayectoria de la carrera profesional.

A Marco Antonio por su apoyo moral e incondicional durante toda mi carrera.

A Jazmín por darme su cariño y apoyo incondicional y los momentos felices que pasamos durante mi estancia. ¡Gracias!

A Karla Mellado por brindarme su amistad sincera, su apoyo incondicional en todos los momentos.

A mi amigo Fabio por brindarme su amistad y permanecer a mi lado en los tiempos difíciles.

A Martha por su valiosa amistad, respeto y apoyo incondicional en los tiempos difíciles.

A mi amigo: Armando por apoyarme durante mi investigación y brindarme su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme concedido culminar, con mi carrera profesional, por darme paciencia y valor para afrontar la adversidad de la vida, por guiarme y ser un compañero y amigo fiel en la etapa difícil de mis pasos. ¡gracias!

A mi "ALMA TERRA MATER" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la oportunidad de superarme profesionalmente en su seno durante cinco años, en unas de las carreras mas nobles, la Agronomía.

A la Dra. Norma Ruiz Torres por guiarme durante la realización de este trabajo de tesis, por sus sugerencias, aportaciones de conocimientos y brindarme su amistad...¡Gracias!

Al Dr. Juan José por orientarme con sus valiosos conocimientos dentro de mi trabajo de tesis.

A la M.C. Mirna Ayala Ortega por su disponibilidad en la culminación de este trabajo.

Al Ing. Benito Canales López de Palau Bioquím. S.A. de C.V. por su apoyo.

A mis profesores que formaron una parte fundamental en mi enseñanza, durante mi estancia de esta Universidad.

A todos aquellos que me ayudaron a mi formación como profesionista les doy las gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
INDICE DE CUADROS.....	iii
INDICE DE APENDICE.....iv	7
INDICE DE FIGURAS.....	v

RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
Las cactáceas.....	4
Importancia.....	5
Clasificación Taxonómica.....	6
Descripción Botánica.....	7
La semilla y su Estructura.....	10
Germinación.....	11
Proceso de germinación.....	12
Imbibición.....	14
Latencia de la Semilla.....	15
Tipos de Latencia.....	16
Causas de Latencia.....	16
Propagación de cactáceas por semilla.....	17
Descripción del producto AlgaEnzims.....	17
Escarificación del Ácido Sulfúrico.....	19
Composición química H ₂ SO ₄	20
III. MATERIALES Y METODOS	21
Ubicación del experimento.....	8 21
Procedencia de la semilla.....	21
Tratamientos.....	22

	Diseño Experimental.....	23
	Análisis Estadísticos.....	24
IV.	RESULTADOS DISCUSION.....	25
	Descripción de Semilla.....	29
	Establecimiento de plántulas en invernadero.....	30
V.	CONCLUSIONES.....	31
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	32

1. Composición del producto AlgaEnzims.....	18
2. composición química del Ácido Sulfúrico.....	20
3. cuadros medios de análisis de varianza.....	25
4. cuadrados de comparación de medias.....	26

INDICE DE APENDICE

5. grafica 1. por ciento de germinación.....	38
6. grafica 2. longitud de plúmula.....	38
7. grafica 3. longitud de radícula.....	39

INDICE DE FIGURAS

8. Foto del proceso de germinación de la semilla de <i>Echinomastus mariposensis</i>	40
--	----

RESUMEN

México es el país con el mayor número de especies de cactáceas en el mundo. El saqueo es la principal causa de que se encuentren estas plantas en peligro de extinción o vulnerables, por lo que conviene propagarlas para conservarlas y de esta manera aprovechar este recurso.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de conocer el efecto de tratamientos de escarificación, en la germinación de semillas de *Echinomastus mariposensis*.

El estudio de germinación se realizó bajo condiciones de laboratorio, en cajas Petri sobre papel filtro, utilizando un diseño experimental completamente al azar. Las variables estudiadas fueron: por ciento de Germinación (G), longitud de plántula (LP), longitud de radícula (LR). Los tratamientos fueron: T1 = Testigo (H_2O), T2 = Ácido sulfúrico concentrado (1 min), T3 = Ácido sulfúrico concentrado (2 min), T4 = Ácido sulfúrico concentrado (3 min), T5 = AlgaEnzims líquido 20 ml L^{-1} (1 h) y T6 = AlgaEnzims polvo 2 % (1 h).

Los resultados obtenidos indican que para la variable por ciento de germinación los tratamientos con T2, T3, T4, y T6, resultaron ser estadísticamente iguales y a su vez superiores T1 y T5. La diferencia₁₁ entre el T4 y el testigo fue de 74 %, y entre T4 y T6 fue de 9 %.

Los resultados anteriores muestran que el uso de ácido sulfúrico puede ser sustituido por la aplicación de AlgaEnzims polvo por un periodo de una hora, con lo cual se obtienen plántulas de calidad que pueden ser posteriormente trasplantadas a maceta.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país con una gran diversidad biológica ya que cuenta con un número estimable de especies de flora y fauna, principalmente por su amplia variedad de clima, topografía y suelo. Las cactáceas son autóctonas del continente americano, en donde se encuentran distribuidas en regiones áridas y semiáridas (Álvarez, 1991).

Por sus peculiares condiciones de latitud, México es el país donde se alberga mayor cantidad de cactáceas. Por otra parte en el estado de Coahuila se puede encontrar una gran variedad de ellas, ya que forma parte de la vegetación xerófila, cubriendo aproximadamente 151, 578. 37 km² (García, 1993).

Dentro del gran número de especies endémicas se encuentran las cactáceas, comúnmente conocidas como “cactus” derivado del griego “Kaktos”, que significa simplemente “plantas espinosas” las que se distribuyen desde Canadá hasta Argentina (SMC, 2003).

Queda demostrado que cerca de 63 géneros y 913 especies¹² (45 por ciento del total mundial), de estos, 25 géneros, 518 especies y 206 subespecies son endémicas para México. Siendo el 80 % endémicas (SMC, 2003).

En diversas partes del mundo existe afición por el cultivo de cactáceas, afición que radica en su diversidad. Las cactáceas no solo tienen importancia económica, por sus cualidades como plantas ornamentales, las hay también alimenticias, forrajeras e industriales (Bravo et al, 1995).

Existen necesidades de un aprovechamiento racional e integral de los recursos naturales, así como la protección y recuperación por su creciente deterioro, en las cactáceas mexicanas, esta necesidad se atribuye a su gran diversidad de forma creciente y vistosa (Mejorada, 1982).

Aunado a lo anterior las cactáceas presentan un proceso difícil de germinación en un medio natural, aun cuando los frutos producen generalmente numerosas semillas, muy pocas son las que llegan a germinar y producir nuevas plantas. Por lo tanto, es imprescindible buscar algunos métodos que permitan una rápida reproducción de estas especies y de esta manera contribuir a un programa de conservación que conlleve a crear un programa de establecimiento de estas plantas en áreas silvestres (Murashige y Skoog, 1974).

Por consiguiente el estudio de la germinación representa una gran herramienta indispensable para conocer especies, para su propagación artificial y conservación (Del Castillo, 1986). De esta manera se podrán adquirir en el mercado y preservar como un valioso recurso.

Objetivo General

Promover y acelerar el proceso de germinación en *Echinomastus mariposensis* con tratamientos de ácido sulfúrico y AlgaEnzims líquido y en polvo.

Objetivos Específicos

- Acelerar el proceso de germinación en semillas de *E. mariposensis* a través de tratamientos con ácido sulfúrico y AlgaEnzims.
- Asegurar un alto porcentaje de germinación en semillas de *Echinomastus mariposensis*.
- Determinar el por ciento de supervivencia en invernadero.

Hipótesis

El producto AlgaEnzims escarifica la semilla con resultados similares al Ácido Sulfúrico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

Cactáceas

Las cactáceas son autóctonas del continente americano en donde se encuentran distribuidas especialmente en las regiones áridas y semiáridas. México por sus peculiares condiciones de latitud, topografía y climas es el país que alberga la mayor cantidad de especies. La anatomía de sus estructuras y las modalidades de su fisiología, ambas indicadoras de su admirable adaptación.

Las cactáceas son consideradas por los especialistas (Gibson y Nobel, 1986; Leuenberger, 1986), como un grupo natural que ha evolucionado en los últimos 80 a 60 millones de años. Se han diversificado en un considerable número de especies y formas de vida. Se han establecido en varios ecosistemas de zonas áridas y semiáridas, adquiriendo adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas, en donde los procesos de hidratación y poliploidía también han desarrollado un papel importante en su evolución (Pinkava et al, 1985).

Estas plantas han sido y representan un importante elemento de subsistencia para los habitantes de las regiones semiáridas del centro de México (Marsden, 1958).

Importancia

La subfamilia Cereoideae, involucra la mayoría de géneros, tres cuartas partes o más de especies de la familia cactáceas (Britton y Rose, 1963).

Las cactáceas al igual que las agavaceas y otras plantas, han jugado un papel muy importante en el sustento y la cultura de las tribus primitivas, y nómadas que recorrían territorios desérticos, para su sedentarización y asentamiento de las mismas (Bravo, 1984). Las cactáceas fueron para los indígenas así como para el hombre actual, fuente de alimento, bebida, medicina y materia prima para la construcción de viviendas, elaboración de toscas mantas, y para la manufactura de sus armas de caza y pesca, así como de diversas herramientas.

- ❖ Alimento Humano.
- ❖ Forraje.
- ❖ Usos medicinales
- ❖ Plantas de ornato
- ❖ Otros usos

Echinomastus mariposensis (Hester)

Clasificación Taxonómica

Reino..... Vegetal

División.....Angiospermae

Clase.....Dicotyledóneae

Subclase.....Caryophyllidae

Orden.....Caryophyllales

Familia..... Cactáceae

Género..... Echinomastus

Especie..... Mariposensis

Croquis (1981)

Descripción botánica

Las cactáceas tienen varias características principales: tallos provistos de areólas, flores cíclicas o espirocíclicas, homoclamideas hasta heteroclamideas, casi siempre hermafroditas, actinomorfas, rara vez zigomorfas, epigineas, rara vez perigineas; tepalos y estambres numerosos hasta escasos, carpelos numerosos hasta solo tres, poco espiralados hasta cíclicos y en óvulos de numerosos a escasos (Bravo, 1978).

Para México existen tres subfamilias:

Pereskioideae (1 género)
Opuntioideae (3 géneros)
Cereoideae (63 géneros)
(Bravo, 1978).

Echinomastus mariposensis Hester

Nombre común: "Cactus mariposa"

Planta simple. Tallo ovoide cilíndrico, de 6 a 12 cm de longitud y 4 a 6 cm de diámetro de color verde azulado. Costillas 21, tuberculadas, ocultas por las espinas.

Tubérculos cortos, de 6 mm de altura y espesor provisto de un surco longitudinal desde la areola hasta la axila.

Areolas elípticas, de unos 3 mm de longitud, con lana grisáceo o de color castaño más o menos persistente.

Espinas radiales 26 a 32 hasta de 6 mm de longitud, aciculares, rectas radiadas de color blanco grisáceo con la punta oscura, las de la parte inferior de la areola son las más cortas, las laterales llegan hasta 1 cm de longitud.

Espinas centrales 2 a 4, a veces 6, de 3 a 15 mm de longitud; uno a tres superiores, rectas divergentes, ascendentes, algo adpresas de color castaño con matiz azulado y la punta más oscura; la inferior dirigida y encorvada hacia abajo, más corta que la superiores.

Flores formando un círculo apical, capanuladas, hasta de 4 cm de diámetro; segmentos exteriores del perianto elíptico lanceolados hasta de 12 mm de longitud y 3 mm de anchura, con el ápice redondeado y el margen escarioso y ondulado, verdes con la franja media purpúreo rojiza; segmento interior del perianto oval lanceolado, de 2 cm de longitud 3 a 4 de anchura, con el ápice agudo o redondeado y el margen entero, de color rosa pálido, filamentos blanco verdoso; estilo verdoso pálido, lóbulo del estigma 6 o 7 de color amarillo verdoso.

Fruto oblongo corto, de alrededor de 1 cm de longitud verde amarillento, provista de unas 10 escamas ovadas, blanquecinas sin lana axilar, perianto seco persistente.

Semilla obovadas, de 1.3 mm de longitud y 1.5 mm de espesor testa papilada hilo lateral en transición a basal.

En México esta especie amerita ser considerada como variedad, crece en Cuatro Ciénegas y cerca de Monclova, Coahuila (Bravo et al., 1991).

Especies en peligro de extinción

Categoría: En peligro de extinción (E). (*Elizondo et al.* 1991).

Ariocarpus fissuratus var fissuratus (Engelm) Schum *var fissuratus*

Ariocarpus lloidi Bgr.

Astrophytum capricorne (Dietr.) Britton et Rose. *var. crassispinum*

Astrophytum capricorne (Dietr.) Britton et Rose *var. Niveum*

Astrophytum miriostigma Lemaire

Coryphanta wendermannii Boedeker

Echinomastus mariposensis Hester

Epithelantha micromeris (Engelm)

Neobesseya asperispina (Boed.) Boed

Normambokea valdeziana (Moeller) Kladiwa et Buxb

Thelocactus mandragora (Fric.) Buxb et Oehme

Esta especie se ha encontrado únicamente en los terrenos del ejido El Cedral en camino a La Paloma, y cerca de La Muralla municipio de Ramos Arizpe Coahuila. Creciendo en asociación con *Epithelantha micromeris*, *Thelocactus aguirreanus*, *Echinocereus longisetus*, *Echinocereus stramineus*. Cerca de la Angostura, próximo al rancho Colunga, en el km 339 Saltillo-La Encantada, en Saltillo creciendo a los 1775 y 1806 m.s.n.m. en este sitio se registra como abundante y se asocia con *Ariocarpus retusus* (*Moo, 2004*).

La Semilla y su Estructura

Las semillas de las cactáceas presentan variación en forma, tamaño, estructura y color de la testa; así como en las características del embrión y de los tejidos almacenadores de sustancias nutritivas (Bravo, 1978).

Aunque los frutos de las cactáceas producen generalmente numerosas semillas, muy pocas son las que llegan a germinar y producir nuevas plantas (Bravo, 1978).

El embrión en estado de vida latente, puede estar acompañado o no de tejido nutricio, protegido por la testa, que al germinar dará origen a una planta (Reyes, 1993).

La semilla de *E. mariposensis* es de color negro, lustrosa y de forma ovoide. Tiene 2 mm de largo y 1.9 mm de ancho. El peso promedio de la semilla es de 0.122 mg que si se compara con otras especies como lo mencionan Del Castillo (1986), Harper et al. (1970) y Alverston (1981) puede catalogarse dentro de las especies de angiosperma con semillas más pequeñas.

Germinación

Se define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión, que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables (Moreno, 1984).

Copeland y McDonald (1985) señalan que para un fisiólogo de semillas, la germinación se define como la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla, mientras que para el analista de semillas, la germinación es; “la emergencia y desarrollo de las estructuras esenciales del embrión que es indicativo de la habilidad de producir una planta normal bajo condiciones favorables “.

Para la Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983) es la reanudación de crecimiento activo del embrión, produciendo la ruptura de la cubierta y la emergencia de una planta joven.

Mientras que para la International Seed Testing Association (ISTA, 1996) la germinación en laboratorio, es el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión a un grado tal que manifiestan su habilidad para continuar con un desarrollo normal bajo condiciones óptimas.

La germinación es una serie de procesos consecutivos que causa que una semilla, muestre un incremento en su actividad metabólica e inicie la formación de una plántula proveniente del embrión, al ponerla en condiciones favorables de humedad y temperatura. En la mayoría de las semillas es la radícula, donde la germinación es frecuentemente evaluada por la emergencia (Mayer, 1982).

Proceso de Germinación

Narro (1994) afirma que en la semilla, la absorción implica el movimiento de agua en un área de alto potencial osmótica a otro de bajo potencial, pero sin ayuda de otra membrana diferencialmente permeable. La presión de la imbibición de una semilla en proceso de germinación rompe la testa.

Edmon (1981) citado por García (1993) indica que al absorber agua las semillas se modifican las cubiertas, se remueven los inhibidores, se ablandan las semillas y se reduce el tiempo de germinación. En algunos casos se supera el letargo de la cubierta de la semilla y se estimula la germinación.

Por otra parte, la ISTA (1996), define a la germinación de semillas como la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indican si son o no capaces de desarrollarse en una planta satisfactoria y productiva bajo condiciones favorables del suelo y clima.

En general el proceso de germinación de las semillas puede dividirse en las siguientes etapas:

El agua del medio entra a la semilla y tanto las células del embrión como del endospermo se hidratan y entran en actividad, por lo que la semilla se hincha.

El embrión empieza a producir giberelinas que son transportadoras desde el eje embrionario al escutelo y depositadas en el endospermo donde se difunde hasta la capa de aleurona de enzimas (amilasa, maltosa y otras).

Por acción de la amilasa y maltosa el almidón se transforma en glucosa. La glucosa es finalmente utilizada para la síntesis de la sacarosa, que es transportada al embrión o a la plántula en desarrollo.

El embrión comienza a producir citocininas, hormonas que junto con las giberelinas inducen la síntesis de más enzimas y los cuerpos proteicos de la aleurona se transforman en proteína soluble.

Por acción de la citocininas y gracias a la energía de la glucosa y a las proteínas solubles, las células del embrión se dividen activamente, en el momento se inicia la germinación al romper la testa el primordial de la raíz principal.

Las células del endospermo (cotiledón en leguminosas) y, posteriormente, las del embrión, sintetizan auxinas que inducen primero el alargamiento de los meristemas de la radícula y después del talluelo con un rápido crecimiento; las auxinas determinan también el inicio de la diferenciación de los tejidos, así como el crecimiento direccional del talluelo hacia arriba, y el de la raíz hacia abajo (Garcidueñas y Ramírez, 1993 y Riley, 1997).

Se menciona que para que una semilla germine, esta debe cumplir tres condiciones: que la semilla sea viable, que existan condiciones internas favorables en la semilla y que las condiciones del sustrato sean aptas para ello (Hartmann y Kester, 1995).

Se señala que la prueba de germinación fue diseñada para medir el máximo potencial de viabilidad de las semillas y se han establecido criterios para evaluar las plántulas al final de un periodo específico para²⁴ determinar si posee las estructuras necesarias para producir una planta normal, de aquí que la prueba requiere de las condiciones óptimas para

obtener todo el potencial de germinación normal de la semilla (Sayers, 1982).

Imbibición

Es el primer evento que ocurre durante la germinación, la cual consiste en la absorción de agua por la semilla. La composición de la semilla, la permeabilidad de la cubierta y la disponibilidad del agua, son factores que determinan e influyen en la extensión de la imbibición (Copeland y McDonald, 1985). El proceso de imbibición finaliza con el crecimiento del eje embrionario, el desarrollo de la radícula, incluyendo eventos como la hidratación y desdoblamiento de proteínas subcelulares, respiración, síntesis de macromoléculas y crecimiento celular (Bewley y Black, 1986).

La imbibición es un proceso de difusión, el cual es causado por la diferencia de presión que existe entre el líquido en el medio externo y el líquido en el ambiente, en el cual se logra el equilibrio cuando la presión de difusión del agua en ambas partes del sistema, han alcanzado el mismo valor (Meyer et al, 1972).

Se reporta que después de la imbibición inicial que principia a los diez minutos, se incrementa la respiración y la duración de esta,²⁵ dependiendo del substrato almacenado en el embrionario, incrementándose además la síntesis de varias enzimas y la actividad celular.

Las enzimas formadas son las requeridas en la hidratación y la asociación de una hormona u otra enzima, las cuales son activadas en minutos o varias horas. La síntesis de proteína ocurre treinta minutos después de la imbibición. La liberación de reguladores de crecimiento es estimulada posteriormente por la hidratación, los cuales inician la actividad enzimática, síntesis de nuevo RNA y nueva síntesis de DNA asociado con la división celular y crecimiento (Tesar, 1988).

Por lo anterior, se reporta que el estado inicial de la imbibición puede ser seguido por una pausa pregerminativa en la absorción de agua, caracterizada por tener una intensa actividad metabólica, que involucra principalmente la síntesis de enzimas para la multiplicación de genes y crecimiento. La absorción de agua se incrementa al iniciar el crecimiento, por lo tanto es importante que se encuentre en cantidades adecuadas, además que es cuando la semilla pasa del estado quiescente al estado activo (Sosebee, 1977).

Latencia de la Semilla

Se denomina letargo al fenómeno por el cual una semilla viable no germina cuando se coloca un sustrato húmedo, aireado y a temperatura suficiente para sostener los metabólicos que conduce a la germinación, salvo casos extremos, esta temperatura oscila entre 20 °C y los 25 °C (Besnier, 1989).

Copeland y McDonald (1985) menciona que la cubierta de la²⁶ semilla tiene una fuerte influencia sobre la habilidad para germinar, debido a que puede establecer una barrera de permeabilidad e inhibir el intercambio

gaseoso, así como la difusión externa de los inhibidores endógenos de la germinación.

Este efecto está relacionado con la presencia de depósitos altamente concentrados de suberina, lignina o cutina en los integumentos de las semillas, lo cual en cierta parte contribuye a la conservación del letargo.

Tipos de latencia

Koller (1972). Divide a la latencia en dos tipos: latencia primaria y latencia secundaria y las define de la siguiente manera:

Latencia primaria. Sussman y Halvorso (1966), citado por Reyes (1993), asume que la latencia primaria o innata es un estado en donde el desarrollo es retrasado a causa de una propiedad intrínseca del órgano latente u organismo, así como la presencia de un bloque metabólico.

Latencia secundaria o inducida. Un tipo de latencia que aparece en la semilla cuando esta es inhibida a germinar bajo condiciones desfavorables del medio ambiente (Koller, 1972).

Latencia secundaria se refiere a aquella que se desarrolla dentro de la semilla después que se ha removido la planta y que ha sido expuesta a condiciones ambientales desfavorables (Khan, 1980, 1981).

Causas de la latencia

Nikolaeva (1977) definió un sistema basado en su mayor parte en causas fisiológicas de la latencia. Clasificación de la causas de la latencia:

- Latencia por cubierta de la semilla
- Latencia morfológica
- Latencia interna
- Latencia doble
- Latencia secundaria o inducida

Las causas de latencia debido a las cubiertas del embrión las divide a su vez en tres tipos:

- Latencia física
- Latencia mecánica
- Latencia química

La propagación de cactus puede hacerse por esquejes, injertos y semillas. La propagación por semilla es la que ofrece mas ventajas que en los otros métodos ya que la plantas obtenidas por este método son mas sanas, no tienen marcas de cortaduras lo que les da una mejor apariencia, están mejor adaptadas al lugar de su cultivo lo mas importante, se puede obtener un gran numero y variedad de especies, incluyendo las raras sin disminuir su numero en sus lugares de origen (Álvarez, 1986).

Descripción del producto ALGAENZIMS^{MR}.

ALGAENZIMS^{MR} es un producto biológico que se extrae de la s algas marinas el máximo de sus componentes sin perder sus atributos y que permite a microorganismos que viven en asociación con las algas, como son: fijadores de nitrógeno del aire, halófilos, mohos y levaduras, gérmenes aeróbicos y mesofílicos, pertenecen en estado viable y, al propagarse en el medio donde se aplican, ya sea en forma foliar o al suelo, se potencien y multipliquen sus acciones benéficas, como la fijación de nitrógeno del aire y disminución de la salinidad y otros.

Las algas marinas, contienen componentes, mencionándose como indicio los siguientes: Todos los elementos mayores, menores y elementos traza que ocurren en las plantas; tales como: auxinas, citoquininas (citocininas) y otros como las giberelinas, algunas en mas de 1000 ppm,²⁹ agentes quelantes, vitaminas, carbohidratos, proteínas, aminoácidos y complejos enzimáticos.

Sus acciones enzimáticas mejoran (rehabilitan) los suelos conjuntamente con las acciones de sus demás componentes vigorizan la planta.

Composición del producto "ALGAENZIMS"

Compuesto	% en peso
Condicionadores*	93.84
Mat. Orgánica	4.15
Proteína	
Mat. Algáceo)	1.14
Fibra cruda	0.43
Cenizas	0.28
Azúcares	0.13
Grasas	0.03
Total	100.00

Elemento	mg/L
Potasio (K)	14 800
Nitrógeno (N)	14 500

Sodio (Na)	13 660
Magnesio (Mg)	132
Fósforo (P)	750
Calcio (Ca)	620
Zinc (Zn)	505
Fierro (Fe)	440
Cobre (Cu)	147
Manganeso (Mn)	72
Elemento	mg/L
Potasio (K)	14 800

*Inherentes a las algas marinas

La germinación de las semillas y el rompimiento de la dormancia de algunos órganos de las plantas, son otros de los efectos de los reguladores de crecimiento, lo cual, ha sido atribuido también, al uso de preparaciones comerciales de estrato de algas.

Escarificación con Ácido Sulfúrico

La escarificación con Ácido Sulfúrico tiene como propósito modificar los tegumentos o impermeables de las semillas. El ácido sulfúrico es un método muy usado y efectivo. La duración del tratamiento es muy variable de acuerdo con la especie que se trate. Potter et al. (1984) encontraron que la escarificación con ácido sulfúrico incremento la germinación de *Opuntia edwardsii* y *O. discata* a temperaturas constantes optimas de 25 a 35 °C.

Rayzer (1984), menciona que una solución rápida para la germinación de semillas de cactus consiste en someterlas a la acción de un baño de ácido sulfúrico al 40 % durante dos a tres minutos, destruyendo así la capa protectora, dando paso a la humedad, que pone en marcha en mecanismo de la germinación.

Composición química del Ácido Sulfúrico

Pureza	97 %	Residuos de ignición 1.5ppm
Cloruro (Cl)	0.08 ppm	Metales pesados (Pb) 0.4 ppm
Hierro (Fe)	0.1 ppm	Nitrato (No3) 0.06 ppm
Amonio N (H4)	1.8 ppm	Sustancias reductoras de permanganato (SO2) 1.8 ppm
Arsénico (As)	0.003 ppm	Color APHA 6
Mercurio (Hg)	0.002 ppm	
Pureza	97 %	Residuos de ignición 1.5ppm
Cloruro (Cl)	0.08 ppm	Metales pesados (Pb) 0.4 ppm
Hierro (Fe)	0.1 ppm	Nitrato (No3) 0.06 ppm
Amonio N (H4)	1.8 ppm	Sustancias reductoras de permanganato (SO2) 1.8 ppm
Arsénico (As)	0.003 ppm	Color APHA 6
Mercurio (Hg)	0.002 ppm	
Pureza	97 %	Residuos de ignición 1.5ppm

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México. Ubicada a los 25° 22' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, con una Altitud de 1742 msnm. Saltillo se encuentra al sureste del estado, colinda al norte con el municipio de Ramos Arizpe, al Noreste con General Cepeda, al Oeste con Arteaga, al Este con el estado de San Luis Potosí, y al Sur con el estado de Zacatecas (INEGI, 2002).

Procedencia de la Semilla

Las semillas fueron extraídas del fruto de "*Echinomastus mariposensis*", en forma manual de frutos maduros de plantas recolectadas en la Sierra de la Muralla municipio de Castaños y Cuatrociénegas, Coahuila, donde actualmente se realizan estudios poblacionales de esta especie. Para la identificación de los ejemplares, se utilizaron fotografías y las características citadas por (Bravo, 1978).

La *E. mariposensis*, se encuentra en la lista de las plantas mexicanas en peligro de extinción, según Vovides (1981).

Tratamientos

Con el fin de conocer los requerimientos de germinación se siguió el procedimiento descrito por (USDA, 1978). En 24 cajas Petri, sobre papel filtro humedecido con agua destilada, se pusieron a germinar 600 semillas (Del Castillo, 1986). En un diseño completamente al azar, se evaluaron 6 tratamientos con 4 repeticiones de 25 semillas cada uno. Los tratamientos evaluados son los siguientes:

T1 = Testigo (H₂O).

T2 = Ácido sulfúrico concentrado (1 min).

T3 = Ácido sulfúrico concentrado (2 min).

T4 = Ácido sulfúrico concentrado (3 min).

T5 = Alga Enzims liquido 20 ml L⁻¹ (1 h).

T6 = AlgaEnzims polvo 2 % (1 h).

La escarificación se realizó en ácido sulfúrico concentrado y con el producto AlgaEnzims de Palau Bioquim S.A de C.V. Utilizando para ambos vasos de precipitado de 100 ml. Los tratamientos se ensayaron por diferentes intervalos de tiempo: 1, 2, 3 min para el ácido sulfúrico y 1 h para el producto AlgaEnzims liquido y en polvo.

Posteriormente se utilizó una coladera de plástico para extraer las semillas. En seguida se lavaron las semillas con abundante agua a chorro; por unos 4 a 8 minutos, utilizando agua de la llave. Esto con el fin de eliminar los residuos de ácido sulfúrico, que pudieran quedar adheridos a la semilla.

Las semillas se colocaron sobre papel secante, después de esto fueron sembradas sobre papel filtro contenido en una caja Petri de 3 cm de diámetro, humedecido con agua destilada.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 4 repeticiones de 25 semillas por tratamiento. Las cajas se pasaron a una cámara de germinación a una temperatura de 25 °C, con un fotoperíodo de 8 horas de luz y ventilación, donde se mantuvieron a través de todo el estudio.

Se aplicó agua destilada todos los días, procurando no saturar el papel filtro, de tal manera que no formara una película de agua alrededor de las semillas, para mantener contacto con el aire.

Se realizaron conteos diarios de las semillas germinadas, tomando en cuenta todas aquellas que mostraron la aparición de la radícula. Finalmente en las plántulas se midió la longitud de la radícula y tallo utilizando una regla de 30 cm. Al concluir la medición se trasladaron a charolas de unicel, usando como sustrato una mezcla de perlita, vermiculita y peat moss (turba canadiense). Sesenta días después de la siembra en sustrato (invernadero) se determinó por ciento de supervivencia en invernadero.

Análisis Estadísticos

Los datos obtenidos en el experimento se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS® versión 6.2, 1989,1996, seleccionando los tratamientos significativos mediante la prueba de Tukey ($\alpha < 0.05$).

El modelo lineal para un diseño completamente al azar.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = valor de la característica en estudio.

μ = media general.

t_i = efecto del tratamiento i.

e_{ij} = Error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 1, en el cual se observa que para la fuente de variación tratamientos se presentaron diferencias altamente significativas para las variables por ciento de germinación, longitud de radícula y significativas para longitud de tallo.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza, para las variables por ciento de germinación, longitud de tallo y de radícula.

F.V	G.L	G (%)	GL	LP (cm)	LR (cm)
TRATAMIENTOS	5	248.3**	5	0.03 *	2.7 **
ERROR	18	3.0	114	0.01	0.22
C.V. %		9.8		22.7	36.8

Y ** **, * = Niveles de significancia al 0.01 y 0.05, respectivamente. F.V. = Fuentes de Variación; G.L.=Grados de Libertad; G= Por ciento de Germinación; LP = Longitud de Tallo; LR = Longitud de Radícula; C.V. = Coeficiente de Variación.

El Cuadro 2 se presenta la comparación de medias para las variables evaluadas en el laboratorio. Se observa que para la variable por ciento de germinación los tratamientos T4, T3, T2, y T6, resultaron ser estadísticamente iguales y superiores a T1 y T5. La diferencia entre el T4 y el testigo fue de 74 %, y entre T4 y T6 fue de 9 %.

Los resultados anteriores muestran que el uso de ácido sulfúrico puede ser sustituido por la aplicación de AlgaEnzims polvo por un periodo de una hora, con lo cual se obtienen plántulas de calidad que pueden ser posteriormente trasplantadas a maceta.

Asimismo se confirma lo mencionado por Álvarez (1986), quien indica que la escarificación es útil para la germinación de semillas de *Echinomastus mariposensis*. Además, se observa que pequeñas diferencias en el tiempo de escarificado afecta gradualmente la germinación de esta especie, así pues, según las características morfológica de la semilla de cada especie, requerirá un tratamiento específico.

Cuadro 2. Comparación de medias para las variables por ciento de germinación, longitud de plúmula y radícula.

TRATAMIENTOS	G		LP		LR	
	%		(cm)		(cm)	
H ₂ SO ₄ con (3 min)	96	a	0.6	a	1.3	ab
H ₂ SO ₄ con (2 min)	92	a	0.5	ab	1.5	ab
H ₂ SO ₄ con (1 min)	91	a	0.5	ab	1.4	ab
AlgaEnzims polvo	88	a	0.5	ab	1.1	b
AlgaEnzims líquido	42	b	0.5	ab	1.6	a
Testigo	21	c	0.4	a	0.6	c
Tukey	4		0.1		0.4	

Valores con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$ %). TRAT = Tratamientos; G =por ciento de germinación; LP = Longitud de Plúmula; LR = Longitud de radícula.

El incremento en la germinación de la semilla de esta especie al aplicar la escarificación con ácido sulfúrico, se debe que el ácido corroe la entrada a la semilla, al presentarse pequeñas lesiones permiten la entrada de agua y de oxígeno; fomentado la germinación. Hay un punto donde el exceso de permanencia de la semilla en ácido sulfúrico, ocasiona quemaduras o lesiones de mayor intensidad en el embrión, lo que nos puede traer como consecuencia un mayor número de semillas no germinadas o se presenta un número mayor de plántulas anormales.

Con respecto a los tratamientos, en los cuales se escarificó con ácido sulfúrico y AlgaEnzims polvo, los resultados fueron satisfactorios y concuerda con lo que mencionan Moreno (1984) y Reyes (1993), quienes indican que el uso de escarificación mecánica o química, permite promover la germinación. De acuerdo con Hartmann y Kester (1985), la escarificación tiene como objeto modificar los tegumentos duros o impermeables de las semillas y esto fue comprobado mediante los experimentos realizados en esta tesis.

Promoción en la germinación de las semillas y el rompimiento de la latencia de algunos órganos de las plantas, son otras de las propiedades de los reguladores del crecimiento. También se ha logrado con el uso de extractos de algas, promoción de la germinación de semillas de betabel. En semillas de zacate rastrero se obtuvo un incremento en germinación cuando fueron tratadas con la mezcla de extracto de algas (Canales, 1997).

El mayor incremento del porcentaje de germinación, se debe a la imbibición de la semilla al estar en contacto con el producto, lo cual le ayuda a presentar una rápida germinación (Puchet y Vázquez-Yáñez, 1987).

En cuanto el uso de ácido sulfúrico, Corona y Chávez (1982), lo emplearon para acortar el tiempo en *Echinocactus grandis*, y en *Ferocactus peninsulæ* el tratamiento de inmersión en H₂SO₄ concentrado por lapso de 1 y 3 minutos, produjo una germinación superior a la del testigo.

La escarificación con ácido sulfúrico es recomendada para promover la germinación de semillas de fresa, Acasia, Juniperos, etc. (Hartman, 1979). Incrementa la tasa de germinación en semillas de Zacate Johnson en forma mas uniforme (Tao, 1982), además favorece la germinación de semillas de lechuga (Rivera, 1956).

Con relación a la longitud de plántula, las diferencias fueron mínimas ya que el rango observado fue de 0.4 a 0.6 cm. Sin embargo, la mayor longitud se observó en las plántulas generadas en semillas escarificadas.

Para la variable longitud de radícula se observaron diferencias más marcadas, ya que las plántulas procedentes del tratamiento con AlgaEnzim líquido presentaron mayor longitud. En seguida las plántulas que provinieron de las semillas tratadas con Ácido Sulfúrico. La menor LR se observó en el testigo con 0.6 cm.

Descripción de las Semillas

Las semillas de *E. Mariposensis* son de color negro, lustrosa y de forma ovoide. Tiene 2.0 mm de largo y 2.0 mm de ancho. El tamaño es pequeño, como lo informan Del Castillo (1986), Harsper et. Al (1970) y Alverston (1981), quienes mencionan que puede catalogarse dentro de las especies de angiospermas con semillas mas pequeñas.

La testa es tuberculada y relativamente gruesa; el hilo es vendal y tanto el funículo como la capa funcionar no son persistentes, endureciéndose al madurar el óvulo. El embrión ocupa alrededor del 90 % del total del volumen de semilla de la semilla observada.

Las plántulas son generalmente cilíndricas, de 4 mm de largo y 1.8 mm de diámetro. El hipocotilo es la estructura mas desarrollada, en tanto en los cotiledones están reducidos a pequeñas proyecciones de forma triangularen el ápice.

La emergencia de la radícula ocurre por fractura de la testa justo debajo del área micropilar, entre esta y el hilo.

Establecimiento de Plántulas en Invernadero

La cantidad de plántulas sembradas en el invernadero fue de 420, actividad realizada en promedio alrededor del treinta días después de su germinación. Para esta fecha las plántulas alcanzaron una longitud promedio de 0.8 a 1.0 cm desde su base al ápice, así como las raíces de la plántulas mas sanas presentaban una longitud promedio entre 0.5 a 2.0 cm.

Las plántulas que sobrevivieron alrededor de los 30 días mostraron una coloración verde oscuro, así como las primeras areolas vegetativas que se manifestaron por la aparición de las primeras espinas y de pubescencia blanquecina en el ápice del tallo.

El por ciento de supervivencia en invernadero fue de 95 %.

CONCLUSIÓN

Basándose en los resultados de análisis de varianza y las comparaciones de las medias se puede concluir lo siguiente:

- ✓ La escarificación con ácido sulfúrico a partir de uno hasta tres minutos incrementa eficientemente la germinación en *Echinomastus mariposensis*.
- ✓ La escarificación de ácido sulfúrico, facilitó el rompimiento de la testa siendo uno de los métodos más efectivos en semillas con testa gruesa.
- ✓ El tratamiento con ElgaEnzims polvo tuvo un efecto positivo en el rompimiento de la latencia impuesta por la testa a la semilla, debido a sus propiedades tales como: auxinas, citoquininas (citocininas) y otros como las giberelinas, algunas en mas de 1000 ppm, agentes quelantes, vitaminas, carbohidratos, proteínas, aminoácidos y complejos enzimáticos.
- ✓ Se logró un establecimiento en invernadero del 95 %, observándose plantas sanas y de color verde oscuro, con areaolas bien desarrolladas.
- ✓ Se recomienda realizar estudios para acelerar el crecimiento de esta especie.

LITERATURA CITADA

Abid Francisco Moo Cruz. 2004. Inventario y distribución de las cactáceas de tres municipios del sureste de Coahuila México. Tesis licenciatura. Ing. Agrónomo zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México.

Álvarez, G. H. O. 1991. Propagación de cactáceas por semillas: una experiencia en su cultivo y conservación. Tesis Licenciatura. Biología Facultad de Ciencias. UNAM. México. 27p.

Álvarez G. 1986. Efecto de tres fitorreguladores y Escarificación en la germinación de seis especies de cactáceas del norte de México. UAAAN. 85 pp.

Anderson, F. E., 2001. The Cactus Family; by Timber Press, Inc. The Haseltine Building 133 Sw Second Avenue, Suite 450 Portland, Oregon 97204, USA; pp 776.

Association of Official Seed Analysts (AOSTA). 1983. Seed vigor testing handbook, Assn. Office. Seed Anal. Handbook. New York. 32-34 pp.

Barbour, M.G. Burk J. H. & W.D. Pitts.1987. Terrestrial plant ecology. 2da. edic. The Benjamin-Cummings Pub., Co.

Benito Canales López. 1997. Las algas en la agricultura orgánica. primera edición, saltillo Coahuila. 24-31 pp.

Besnier, R. F. 1989 Semillas biología y tecnología. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 637 p.

Britton and Rose, 1963. The cactaceae. Description and illustration of Plants of Cactus Family. Vol. II; pp 225.

Bravo, H. H, Mojarada H. Sánchez. 1995. Las cactáceas de México. Tomo II UNAM. México, D. F.

Bravo, H. H. Sánchez, H. y Mejorada R^t. 1991. Las cactáceas de México. Volumen II. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma De México. 404 y 643 p.

Bravo, H. y H. Sánchez-Mejorada, 1978-1991. Las cactáceas en México. 2da. Edición. Editorial. UNAM. México, D. F. 783 pp.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. 2da. Ed. Burgess Publishing Company. USA.

Corona, N. V. y A. V. M. Chávez. 1982. cultivo de cactáceas en medios asépticos. cactáceas y Suculentas Mexicanas. 27:17-23 pp.

Croquis, A.1981. An integrated system of classification on flowering plans. Columbia Univ. Press. 1262 p.

Del Castillo, R.F. 1986. Semillas, germinación y establecimiento de *Ferocactus histrix*. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*. 31(1): 5-11.

Elizondo, E.J.L; J. Valdez y A. Rodríguez. *Cactáceas Vulnerables y en Peligro de Extinción para Coahuila, México*. 1991. *BIOTAM* 2(2): 17-22.

Fernando Borrego Escalante y N. B. Vázquez. *El nopal, UAAAN*. Saltillo Coahuila, México. Agosto. 1986. 13 p.

García R. H. 1993. Estimación de la germinación de cinco especies de cactáceas consideradas en peligro de extinción. Tesis de Licenciatura UAAAN. Saltillo, Coahuila. México. 60-67 p.

Garcidueñas, M. R. y Ramírez, H. 1993. *Desarrollo de las plantas*. Editorial Limusa, Segunda edición. Mexico. 124 pp.

Gibson, C.A. and Nobel, P.S. *The cactus primer*, Cambridge, Harvard University Press, 19986.

Gómez, C. J. C. 2002. Germinación y crecimiento de plántula en chincuya (*Anona purpurea* Moc y Sesse) y su relación con giberinas y ácido abscísico. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Harper, P.H. Lovell G. & K.G. Moore. 1970. The shapes and sizes of seeds. *Ann. Rev. Ecol. & Syst.* 5:419-63.

Hartmann, H y D. E. Kester. 1995. *Propagación de plantas*. Edición Continental. México. 130-165 p.

Hartmann, H. T. and Kester, D. E. 1980. Propagación de plantas, principios y prácticas. 2da. Edición. Editorial continental, S. A. México, D. F.

International seed testing association (ISTA). 1996. International rule for seed testing. Rules 1996. seed sci. & technol. Zurich, Switzerland. 24: 1-333.
Instituto Nacional de Ecología, 2002.

Khan, A.A. 1980/1981. Hormonal regulation of primary and secondary dormancy. Israel Journal of Botany. 29:207-240.

Koller, D. 1972. Environmental control of seed germination. see biology, Vol 2. T.T. Kozlowsky, ed. New York, USA. 413 pp.

Marsden, C. 1958. Grow cacti, a practical handbook. Second edition. Cleavektfume press Ltd. London.

Mayer, A. M. y A. Polja koff-mayber. 1982. The germination of seed. 4a. ed. Pergamon press ltd. New. York. 192 pp.

Mejorada, S. H. 1982. Problems and programs monitoring trade in common and endangered cacti. The cactus and succulent. Journal of Great Britain 44 (2): 36-38.

Moreno, P. N., J. J. López y L. Arce. 1992. Aspectos sobre la semillas y su germinación de *Echinomastus mariposensis* (Hester). Cact. Suc. Mex. 37: 21-27.

Murashige, T y E. Skoog. 1974. A. Revised medium for rapid growth and Bioassays with toboggan tissue culture. *Physiology plantarum* 15: 437-497 p.

Narro, F. E. 1994. *Física de Suelos*. Editorial Trillas. México, D. F. 192 p.

Potter, R.L. Petersen, J.L. y Ueckert, D.N. 1984. Germination responses of *Opuntia* spp to temperature, scarification and other see treatments. *Weed Sci.* 32(1). 106-110. U.S.A.

Puchet, C. E and Vazquez-Yanes, C. 1987. Heteromorfismo críptico en las semillas recalcitrantes de tres especies arbóreas de la selva tropical húmeda de Veracruz, Mexico. *Phytologia*, 62: 100 - 106.

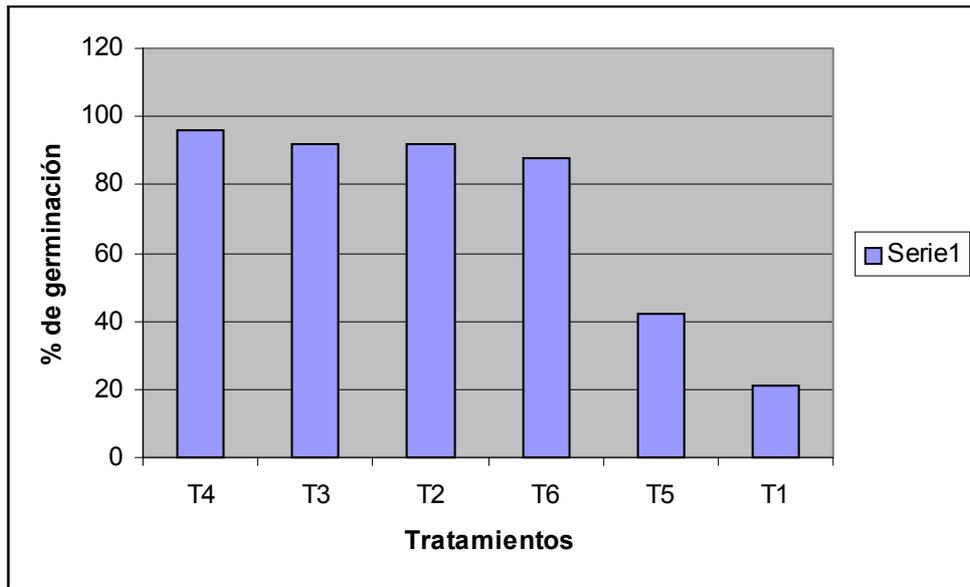
Rayzer, G. 1984. *Cactus en flor*. Editorial Daimon. México D.F. 184 pp.

Reyes R. P. de M. 1993. Latencia de semillas: Mecanismo de Control Métodos de Rompimiento. Monografía de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 153 PP.

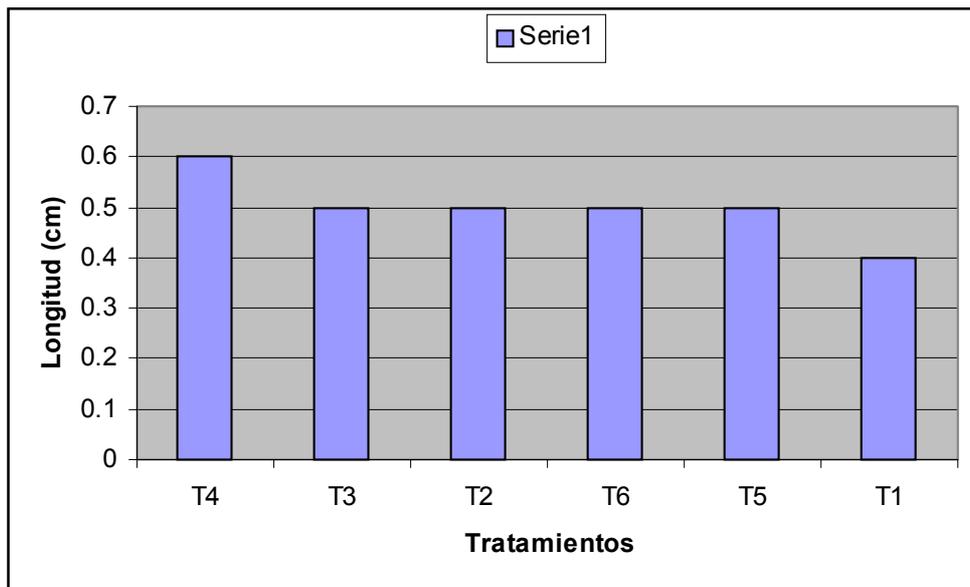
Sayers, R. 1982. Pruebas de germinación y vigor. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. UAAA - AMSAC. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 129-136 p.

Vovides, A. P. 1981. Lista preliminar de plantas raras o en peligro de extinción, *Biótica*. 6(2): 219-228.

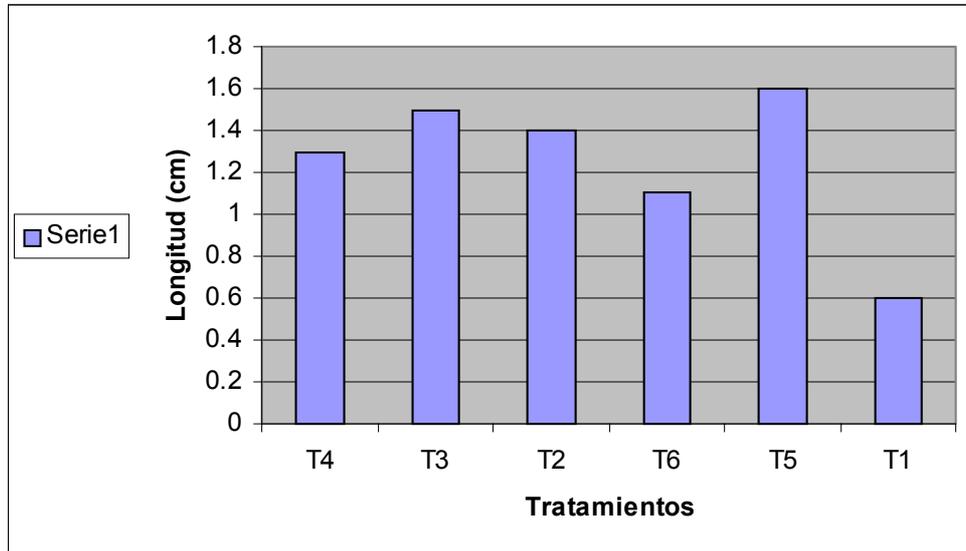
APÉNDICE



Grafica 1. Por ciento de germinación



Grafica 2. Longitud de Plúmula



Grafica 3. Longitud de Radícula

El proceso de germinación en *Echinomastus mariposensis*

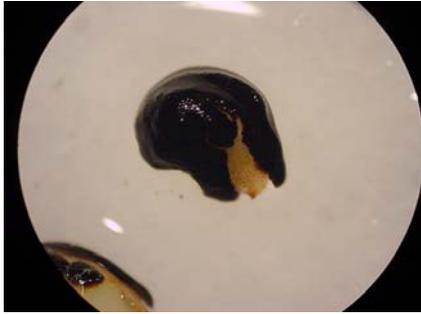


Fig. 1 Rompimiento de la testa



Fig. 2 Germinación de la semilla



Fig. 3, 4 Muestra de una plántula ya germinada